15TH Al Farabi

INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

CONGRESS FULL TEXT BOOK

EDITORS
Prof. Dr. Yusuf TEMÜR
Prof. Dr. İlhan EROĞLU

MAY 15-17, 2026

TOKAT, TÜRKİYE

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

ECONOMIC SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE

RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Scientific-Research Institute of Economic Studies UNEC

www.farabicongress.org

farabidergisi@gmail.com

AL FARABI

15th INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

May 15-17, 2026 / Tokat, Türkiye

Tokat Gaziosmanpaşa University

FULL TEXT BOOK

EDITORS

Prof. Dr. Yusuf TEMÜR

Prof. Dr. İlhan EROĞLU

Copyright © Liberty

ISBN: 979-8-89695-458-3

Publication Date: 20.06.2026

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2026

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http://creativecommons. org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adapted by Mariam Rasulan

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

AL FARABI 15th INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE and PLACE

May 15-17, 2026 / Tokat, Türkiye

ORGANIZATION

Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyzstan
Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye
Research Institute of Economics at the Kyrgyz Economic University M. Ryskulbekov, Kyrgyzstan

HONORARY COMMITTEE

Av. Yusuf Beyazıt - Tokat Member of Parliament
Prof. Dr. Fatih YILMAZ - Rector of the Tokat Gaziosmanpaşa University
Prof. Dr. Mümin ŞAHİN - Rector of the Tekirdağ Namık Kemal University
Prof. Dr. Mirlan CHYNYBAEV - Rector of the I. Razzakov Kyrgyz State Technical University
Prof. Dr. Şahin SADIQOV - Chairman of the Economic Scientific Research Institute
Dr. Mustafa Latif EMEK - President of the IKSAD Institute
Prof. Dr. Batyrkul BAETOV - Director of the Research Institute of Economics at the Kyrgyz Economic University M. Ryskulbekov

ORGANIZING COMMITTEE HEAD

Prof. Dr. Yusuf TEMÜR - Vice Rector of the Tokat Gaziosmanpaşa University

CONGRESS COORDINATOR

Dr. Atabek MOVLYANOV - Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

NUMBER of ACCEPTED PAPERS- **325** *(Türkiye — 150, Other Countries — 175)*

NUMBER of REJECTED PAPERS-**47**

PARTICIPANTS COUNTRY

Albania, Algeria, Azerbaijan, Bangladesh, Belarus, Benin, Brazil, Bulgaria, Cambodia, China, Ethiopia, Finland, Georgia, Hungary, India, Indonesia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Malaysia, Mexico, Moldova, Morocco, Nigeria, Northern Cyprus (TRNC), Pakistan, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Türkiye, Ukraine, United States

PRESENTATION

Oral & Poster presentation

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

***

ORGANIZING BOARD MEMBERS

Prof. Dr. Yusuf TEMÜR - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. İlhan EROĞLU - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Muhittin DEMİRAY - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Mihriban COŞKUN ARSLAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK - Tekirdağ Namık Kemal University
Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM - Tekirdağ Namık Kemal University
Prof. Dr. Arzu HÜSEYNOVA - First Deputy Chairman of the Board of Directors ESRI
Assoc. Prof. Dr. Farhad MİKAYİLOV – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Nigar ALESGEROVA – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Emin MUSTAFAYEV – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Habiba JABBAROVA – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Nigar AHMADLİ – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Prof. Dr. Seda YILDIRIM - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Ömer ESEN - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. M. Necati ÇOBAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nalan KANGAL EROĞLU - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fatih YETER - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Doğan BOZDOĞAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Işıl DEMİRTAŞ – Giresun University, Türkiye
Dr. Tuğba KANTARCI - Istanbul Gelisim University, Türkiye
Lecturer Murat ÖZDEMİR - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
ASANBEKOVA Çynar Maksutovna – International Department of KSTU, Sector Academic Mobility, Chief Specialist (Turkey, China).
USUPOV Marat Makaevich - Research Institute of Economics at the Kyrgyz Economic University M. Ryskulbekov
NAZARKULOVA Gulzana Amankulovna - Research Institute of Economics at the Kyrgyz Economic University M. Ryskulbekov

***

SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

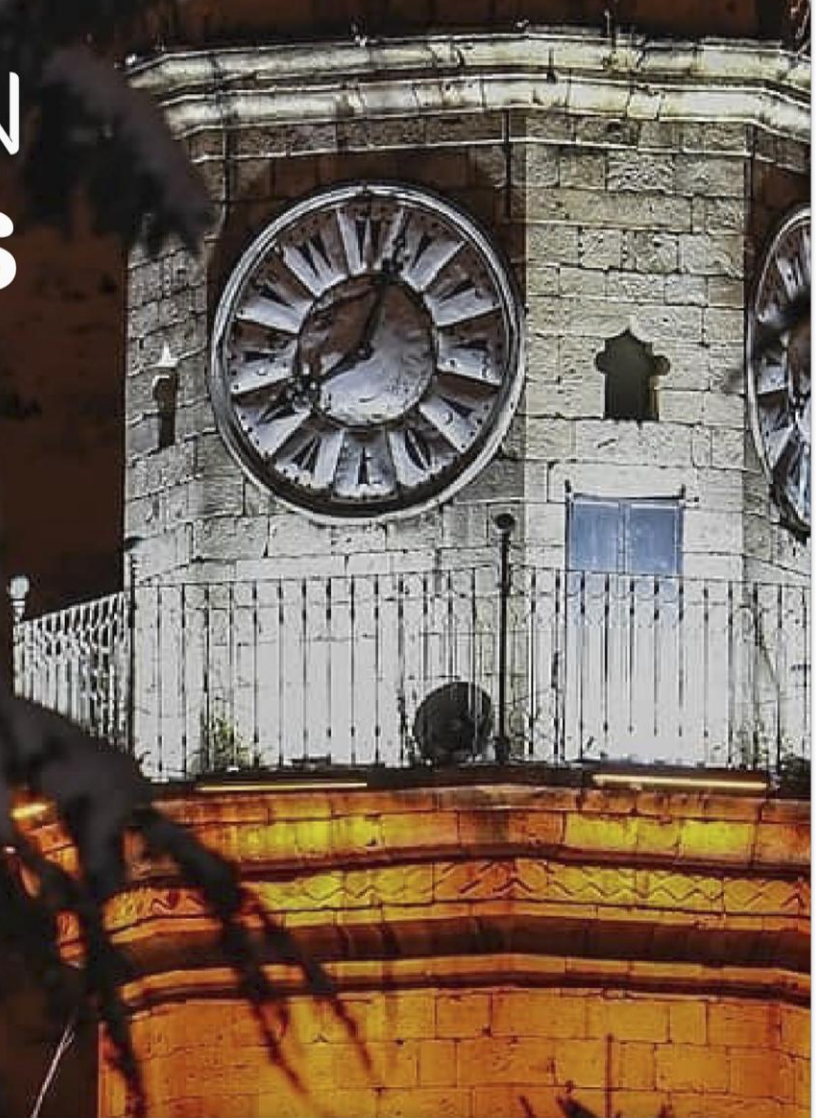
Prof. Dr. Yusuf TEMÜR - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. İlhan EROĞLU - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Süleyman DEĞİRMEN - Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
Prof. Dr. Çetin BEKTAŞ - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Muhittin DEMİRAY - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Yücel EROL - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. İsmet TÜRKMEN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Osman DEMİR - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Ahmet GÜVEN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof Dr. Türker ŞİMŞEK - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Tuğba KILIÇER - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Deniz ŞAHİN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Ercan ÇAÇAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Uğur AKIN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. ARZYBAEV Almazbek Momunovich - KSTU, Vice-Rector for State Language and Digitalization
BAKYTOV Rinat Bakytovich - KSTU, Head of the International Department
Prof. Dr. Durmus Cagri YILDIRIM - Tekirdag Namig Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. HUSEYNOVA Arzu Dogru gizi – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
AHMADOV Rovshan Telman oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Prof. Dr. BABAYEV Azer Alim oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Prof. Dr. IMANOV Telman Iman oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Dr. MEHDİYEV Malik Mammad oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Assoc. Prof. Dr. MİKAYİLOV Farhad Qamboy oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
HASANOV Ilyas Avaz oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Dr. GASİMOV Emil Filman oglu – Economic Scientific Research Institute of the Ministry of Economy
Prof. Dr. Samariddin KORAEV - Chirchik State Pedagogical University
Prof. Dr. Floiran MOBO - Philippines Merchant Marine Avademy
Prof. Dr. Muhammed RAMMAL - Saint Joseph University, Lebanon
Prof. Dr. German Martinez PRATZ - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Mexico
Prof. Dr. Sarash KONYRBAYEVA-Al-Farabi Kazakh National University
Prof. Dr. Jean Vasile ANDREI, Petroleum-Gas University of Ploiesti, Romania
Prof. Dr. Carlos RODRIGUEZ - Universidade Fernando Pessoa, Portugal

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI - Elmi Korbordi University
Prof. Dr. Gulizar IBRAHIMOVA - Baku Euroasian University
Prof. Dr. Zhakypbek ALTAYEV- Al-Farabi Kazakh National University
Prof. Violla MAKHZOUM - Islamic University of Lebanon
Prof. Dr. Kuralay URAZAEYVA, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan
Assoc. Prof. Dr. M. Necati ÇOBAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nalan KANGAL EROĞLU - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fatih YETER - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Sevil ŞAHİN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Veysel YILMAZ - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Murat TÜRK - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Rukiye Mehtap ÖZLÜ - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ozan ŞAHİN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Oktay ÖZKAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Doğan BOZDOĞAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Doniyor AKHMADJONOV - Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Saodat GAYUPOVA - Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Guzal OTAMUKHAMEDOVA - Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN - Selçuk University
Assoc. Prof. Dr. Giorgi CHUBINIDZE - Georgian American University GEORGIA
Assoc. Prof. Dr. Manuchar SHISHINASHVILI - Georgian American University GEORGIA
Assoc. Prof. Dr. Gulbaxar TAVALDIEVA - Tashkent Institute of Chemical Technology, Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Cem Kaan ARSLAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assist. Prof. Dr. Fatih ERARSLAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Dr. Damezhan SADYKOVA - Kazak State Girls Pedagogy University
Dr. Ekaterina LOMIA - Tbilisi, Georgia
Dr. Terane NAGIYEVA - Azerbaijan State Pedagogy University

15TH Al Fârâbi

INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

IN-PERSON CONGRESS PROGRAM



MAY 15-17, 2026

TOKAT, TÜRKİYE

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ · 1992 ·

INSTITUTE OF ECONOMIC AND SOCIAL RESEARCH DEVELOPMENT REPUBLIC OF TURKEY

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ 2006

The ESRI

ECONOMIC SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE

RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

UNEC Scientific-Research Institute of Economic Studies

www.farabicongress.org

farabidergisi@gmail.com

-Opening Ceremony-

Date: 16.05.2026 / Time: 10:00-11:00

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi

Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Tekirdağ Namık Kemal University
ORGANIZING COMMITTEE CO-HEAD (RECYCLING ECONOMY CONGRESS)

Prof. Dr. Yusuf TEMÜR
Vice Rector of the Tokat Gaziosmanpaşa University
ORGANIZING COMMITTEE HEAD (AL-FARABI CONGRESS)

Assoc. Prof. Dr. Elman IBISHOV
UNEC Economic Research Scientific Research Institute

Assoc. Prof. Dr. Zhyrgal SYDYKOV
Director of the Tokmok Branch of the Razzakov Kyrgyz State Technical University

Prof. Dr. Arzu HÜSEYNOVA
First Deputy Chairman of the Board of Directors ESRI

Prof. Dr. Batyrkul BAETOV
Director of the Research Institute of Economics of the Kyrgyz Republic

Dr. Mustafa Latif EMEK
President of the IKSAD INSTITUTE

Prof. Dr. Fatih YILMAZ
Rector of the Tokat Gaziosmanpaşa University

Nilufar ALIMZHANOVA
Member of Parliament of the Jogorku Kenesh of the Kyrgyz Republic

Aida ISATBEK KYZY
Deputy Minister of Labour, Social Security and Migration of the Kyrgyz Republic

Yusuf BEYAZIT
Member of the Grand National Assembly of Türkiye

Abdullah KÖKLÜ
Governor of Tokat

-Recycling Exhibition & Workshop-

Date: 16.05.2026 / Time: 11:00-11:30

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi

Participants Countries: Albania, Algeria, Azerbaijan, Bangladesh, Belarus, Benin, Brazil, Bulgaria, Cambodia, China, Ethiopia, Finland, Georgia, Hungary, India, Indonesia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Malaysia, Mexico, Moldova, Morocco, Nigeria, Northern Cyprus (TRNC), Pakistan, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Türkiye, Ukraine, United States

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-1 / HALL-1

Ankara Local Time		Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi
13 30 : 15 30		

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Kenan ALTUN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
INVESTIGATION OF CHAOS-BASED GATE TRIGGER SIGNALS IN INDUCTION HEATING SYSTEMS	Assoc. Prof. Dr. Kenan ALTUN Assoc. Prof. Dr. Didem ALTUN	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
DESULFATOR DEVICE DESIGN AND SIMULATION FOR DEAD BATTERIES	Assoc. Prof. Dr. Mustafa Ergin ŞAHİN Aslan CHAKALOV Theodore Azemtsop MANFO	Recep Tayyip Erdoğan University, Türkiye University of Vaasa, Finland
DESIGN AND CONTROL OF A VERTICAL AXIS WIND TURBINE BASED ENERGY SYSTEM USING A BOOST CONVERTER	Elif Gülşah SEÇKİN Assoc. Prof. Dr. Mustafa Ergin ŞAHİN	Recep Tayyip Erdoğan University, Türkiye
ElLIMINATING HYSTERESIS EFFECT in DOMESTIC OVENS: DATA DRIVEN SYSTEM ESTIMATION and OVERSHOOT CONSTRAINED ABC-PID CONTROLLER DESIGN	Hakkı YELER Mehmet EKİCİ	Amasya University, Türkiye
ROBUST TEMPERATURE CONTROL OF A DOMESTIC TURKISH COFFEE MACHINE UNDER VARYING THERMAL LOADS USING A PSO-TUNED PI CONTROLLER	Recep ÇAKMAK Mehmet EKİCİ	Amasya University, Türkiye
EVALUATION OF THE MECHANICAL PERFORMANCE OF POLYPROPYLENE AND POLYETHYLENE MATERIALS USED IN ORTHOSIS AND PROSTHETIC PRODUCTION	Lect. Dr. Erhan BAYSAL Assoc. Prof. Dr. Nergizhan ANAÇ Assoc. Prof. Dr. Oğuz KOÇAR	Zonguldak Bülent Ecevit University, Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-1 / HALL-2

Ankara Local Time	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi
13 30 : 15 30	

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Oktay ÖZKAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
SUSTAINABILITY OF SOCIAL SECURITY SYSTEMS IN THE FACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-INDUCED UNEMPLOYMENT RISK: ROBOT TAX AND ALTERNATIVE MODEL PROPOSALS	Dr. Şeyda AKKUŞ	Independent Researcher, Türkiye
THE LIMITS OF THE TAXATION POWER OF THE ADMINISTRATION: AN EVALUATION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE PRINCIPLE OF PREDICTABILITY	Assoc. Prof. Dr. Doğan BOZDOĞAN Amine Berra IRK Gülizar Defne DOĞAN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
TESTING THE FRACTAL MARKET HYPOTHESIS ON THE BIST SUSTAINABILITY INDEX	İsmail TUYGUN Assoc. Prof. Dr. Oktay ÖZKAN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE ROLE OF BLUE FINANCE IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A CONCEPTUAL ANALYSIS	Tuğba KAVAKLI Assoc.Prof.Dr. Oktay ÖZKAN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
EVALUATION OF THE POSITIVE AND NEGATIVE EFFECTS OF THE PRE-ASSESSMENT SETTLEMENT INSTITUTION ON THE TAX SYSTEM	Lect. Dr. Serhat KURT	Selçuk University, Türkiye
AN EVALUATION OF THE REGULATIONS ON TAXATION UNDER THE SIMPLIFIED PROCEDURE SET FORTH IN PRESIDENTIAL DECREE NO. 10380 WITHIN THE FRAMEWORK OF CONSTITUTIONAL PRINCIPLES	Lect. Dr. Serhat KURT	Selçuk University, Türkiye
GLOBAL AVIATION ECONOMICS AND FINANCE LITERATURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE 1928-2026 PERIOD	Lect. Mutlu Can SOYDAN Assoc. Prof. Dr. Yusuf Bahadır Kavas Lect. Burak Can Kara	Amasya University, Türkiye
IG ECONOMY AND THE TRANSFORMATION OF LABOR RELATIONS: ANALYSIS IN THE CONTEXT OF AZERBAIJAN	Assoc. Prof. Dr. Farhad G. Mikayilov Dr. Narmin R. Babayeva Emin Mustafayev Nigar M. Alasgarova Nicat F. Mikayilov	Economic Research Institute under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan Azerbaijan Technical University, Azerbaijan
MAINSTREAMING OF POPULISM IN EUROPEAN POLITICS	Alp ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mustafa Ozan ŞAHİN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-1 / HALL-3

Ankara Local Time		Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi
13 30 : 15 30		

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ediz GÜRİPEK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
ON AUGMENTED SOMBOR INDEX OF DENDRIMER AND THORN GRAPHS	Assoc. Prof. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK	Gazi University, Türkiye
AN AI-POWERED MOBILE PLATFORM FOR SCHOLARSHIP MANAGEMENT AND APPLICATION	Asst. Prof. Dr. Atilla SUNCAK Kemal BAYIR Handan ACAR	Kastamonu University, Türkiye
PERCEIVED VALUE OF GASTRONOMY TOURISM AMONG LOCAL RESIDENTS: THE CASE OF TOKAT	Lect. Elif DEMİRÇAL Assist. Prof. Dr. Cansu UZUN GÜRİPEK	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
RECONCEPTUALIZING TOURISM IN THE VINEYARD CULTURE OF TOKAT: AN AUTHENTICITY-BASED CONCEPTUAL APPROACH	Feyza ÜÇGÜL Assoc. Prof. Dr. Ediz GÜRİPEK Assist. Prof. Dr. Cansu UZUN GÜRİPEK	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
TOURIST ENGAGEMENT IN MUSEUM: THE CASE IN SARAJEVO	Prof. Voon Chin Phua	Gettysburg College, USA
CONSTRUCTION OF A MULTIREGIONAL SOCIAL ACCOUNTING MATRIX FOR AZERBAIJAN, TÜRKİYE AND RUSSIA AND MODELING OF STRUCTURAL EFFECTS	Rauf MUSAYEV	Azerbaijan Technical University, Azerbaijan

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-1 / HALL-4

	Ankara Local Time 13 30 : 15 30		**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi**

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ahmet GÜVEN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
ANALYSIS OF THE WORKLOAD OF AMBULANCE AND EMERGENCY CARE TECHNICIANS	Sadık KARABAĞ	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
DIGITAL TRANSFORMATION IN HEALTHCARE: AN EXAMINATION OF THE CONCEPT OF DIGITAL EMPATHY	Gökçe KOÇYİĞİT	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
THE EFFECT OF 'PATIENT-HEALTHCARE WORKER' COMMUNICATION ON PATIENT SATISFACTION IN HEALTHCARE SERVICES	Gökçe KOÇYİĞİT Nuriye SARIAKÇALI	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
EXAMINATION OF PROFESSIONAL EXPECTATIONS OF NURSES WORKING IN SIVAS NUMUNE HOSPITAL PEDIATRIC EMERGENCY SERVICE	Şahika KOÇAK	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
INVESTIGATION OF RESOURCE UTILIZATION AND EMPLOYEE SATISFACTION IN HEALTHCARE INSTITUTIONS	Gülhan FIRAT AKBULUT	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
COMMUNICATION DIFFICULTIES AND CRISIS MANAGEMENT AMONG HEALTH COMMAND AND CONTROL CENTER EMPLOYEES	Gülşah EKEN	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
A STUDY ON THE SCALE AND EXAMINATION OF GASLIGHTING IN THE WORKPLACE FOR NURSES	Cansu ATAYETER	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-2 / HALL-1

	Ankara Local Time 15 30 : 17 30		**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi**

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Günay KAYA KANTAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
PRODUCTION OF SOAP CONTAINING TEA TAR AND INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL PROPERTIES	Assoc. Prof. Dr. Günay KAYA KANTAR	Recep Tayyip Erdoğan University, Türkiye
ZnO-NP GREEN SYNTHESIS FROM SAGE (Sideritis montana) EXTRACT	Farooq Ali OBAİD Fatma GEDİKLİ Ayşegül ŞENOCAK	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
IMPACT OF DIGITAL-BASED SEXUAL HEALTH INTERVENTIONS ON KNOWLEDGE AND BEHAVIOR CHANGE: A SYSTEMATIC REVIEW OF GLOBAL EVIDENCE AND A TURKEY SUBGROUP ANALYSIS	Derya BOLAT	Istanbul Şişli Vocational School, Türkiye
EFFECTIVENESS OF TACTICAL TOURNIQUET USE IN PREHOSPITAL TRAUMA MANAGEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW	Derya BOLAT	Istanbul Şişli Vocational School, Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-2 / HALL-2

	Ankara Local Time 15 30 : 17 30		**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi**

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Serkan KEKEVİ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
FROM LEGISLATION TO PRATICA: AN ASSESSMENT OF SUSTAINABLE SMART CITIES	Lect. Dr. Betül DİLFİRUZ	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE THEORETICAL ROLE OF OFFICE MANAGEMENT AND EXECUTIVE ASSISTANCE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE PUBLIC ADMINISTRATION	Lect. Dr. Betül DİLFİRUZ	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
SMART CITY PHENOMENON FROM CONCEPTUAL DIMENSION TO PRACTICE: GLOBAL TRENDS AND THE CASE OF TÜRKİYE	Nuriye AYGIN Sefa SAĞDIÇ Prof. Dr. Ahmet GÜVEN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
CITTASLOW AS A LOCAL MODEL OF RESISTANCE AGAINST GLOBALIZATION: A REVIEW OF THEORETICAL FOUNDATIONS AND APPLICATIONS IN TURKEY	Sefa SAĞDIÇ Nuriye AYGIN Prof. Dr. Ahmet GÜVEN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
FROM HISTORICAL DEPTH TO LOCAL DEVELOPMENT STRATEGIES: A SOCIO-ECONOMIC TRANSFORMATION ANALYSIS OF ZILE DISTRICT	Sefa SAĞDIÇ Assoc. Prof. Dr. Yavuz ACUNGİL	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE PLACE AND IMPORTANCEOF FOUNDATIONS ESTABLISHED BY WOMEN IN SOCIAL LIFE WITHIN OTTOMAN FOUNDATION CULTURE	Assoc. Prof. Dr. M. Nazan ARSLANEL Prof. Dr. Ahmet ÖZKİRAZ	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
VALUATION OF POLITICAL PARTY PROGRAMS, SPECIFICALLY AKP AND CHP, IN THE CONTEXT OF WOMEN'S POLICIES AND THEIR PRACTICAL CONFORMITY	Assoc. Prof. Dr. M. Nazan ARSLANEL	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
TRACING THE TRACES OF NEOREALIST THOUGHT IN THE ORKHON INSCRIPTIONS	Assoc. Prof. Dr. Serkan KEKEVİ Assoc. Prof. Dr. Gökmen KILIÇOĞLU	Duzce University, Türkiye
INSTITUTIONAL DISINTEGRATION IN THE INTERNATIONAL SYSTEM AND THE DYSFUNCTION OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS: THE UNITED NATIONS EXAMPLE	Assoc. Prof. Dr. Gokmen KILIÇOĞLU Assoc. Prof. Dr. Serkan KEKEVİ	Duzce University, Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-2 / HALL-3

	Ankara Local Time 15 30 : 17 30		**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi**

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Şenol KORKUT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
MODERNISM, THE DIGITAL AGE, AND THE CHILD'S PERSPECTIVE IN THIS AGE WITHIN THE FRAMEWORK OF CHILDREN'S LITERATURE	Prof. Dr. Murat ÖZBAY Elmas TAŞKIRAN	Gazi University, Türkiye
RECONSTRUCTING İBN SÎNÂ'S "FLOATING MAN" THOUGHT EXPERIMENT AS A SOCRATIC INQUIRY–BASED PHILOSOPHICAL STIMULUS	Dr. Feyza YÜKSEL TEMİZ Prof. Dr. Şenol KORKUT	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
AI-SUPPORTED SELF-REGULATION IN YOUTH UNDER STATE PROTECTION INTEGRATED INTO SOCIAL AND WORKING LIFE: AN INVESTIGATION ON ACADEMIC SUCCESS AND LIFE ADJUSTMENT	Burak VANLIOĞLU Asst. Prof. Dr. Tuğba KOCADAĞ ÜNVER	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
EVALUATION OF E-HEALTH LITERACY AMONG UNIVERSITY STUDENTS: THE CASE OF TEACHER CANDIDATES AT SIVAS CUMHURIYET UNIVERSITY FACULTY OF EDUCATION	Muhlis YILDIZ	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
EXAMINING THE CONCEPT OF SENSITIVITY IN SOCIAL SCIENCES RESEARCH	Assist. Prof. Dr. Zafer YILDIZ	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
THE ADAPTATION OF DIGITAL COMMUNICATION EMPATHY SCALE INTO TURKISH: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Assoc. Prof. Özge MAVİŞ SEVİM Res. Assist. Ece LEVENTOĞLU Gönül ÇELEBİ Assist. Prof. Tuğba KOCADAĞ ÜNVER Assist. Prof. Neslihan CANPOLAT ÇIĞ Hatice DİLER	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye 15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi Tokat-Türkiye

16.05.2026 / IN-PERSON SESSION-2 / HALL-4

	Ankara Local Time 15 30 : 17 30		**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi**

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Türker ŞİMŞEK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THE INSTITUTION OF WHISTLEBLOWING AND REWARDS IN THE FIGHT AGAINST TAX EVASION AND TAX LOSSES: AN ASSESSMENT FOR TURKEY	Assist. Prof. Dr. Hüseyin AKKAYA	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
TIME SERIES TRENDS AND SIMPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS OF HEALTHCARE EXPENDITURES IN TÜRKIYE: 2010–2023	Dr. Mustafa Burak KARAGÖZ	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
A THEORETICAL EXAMINATION OF SOCIAL CAPITAL IN THE FIELD OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Salih PELİT Müşfika Nazan ARSLANEL	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
AI-SUPPORTED BUDGETING IN STRATEGIC DECISION-MAKING: CONCEPTUAL FRAMEWORK AND IMPLEMENTATION RECOMMENDATIONS	Senem ŞEN Mustafa GÜL	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE INTERACTION BETWEEN OPENNESS, R&D, AND INNOVATION PERFORMANCE: AN APPLICATION ON BALKAN COUNTRIES	Prof. Dr. Türker ŞİMŞEK Asst. Prof. Dr. Emre YİĞİT Res. Asst. Oğuzhan DEMİR	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
A STUDY ON THE IMPACT OF THE REGULATIONS INTRODUCED BY LAW NO. 4749 ON BUDGET DISCIPLINE AND DEBT MANAGEMENT	Assoc. Prof. Dr. Hayrettin TÜLEYKAN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
APPLICATION OF DYNAMIC PANEL DATA TO CARBON EMISSION PREDICTION	İbrahim GÜNEY	İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye
THE RELATIONSHIP BETWEEN MIGRATION, REFUGEE STATUS, AND URBANIZATION WITH THE PHENOMENON OF CRIME: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FOR THE 1923-2026 PERIOD	Esra ACUR Asst. Prof. Dr. Burak ACAR	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

15TH Al Fârâbi

INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

ONLINE CONGRESS PROGRAM

MAY 15-17, 2026

TOKAT, TÜRKİYE

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ · 1992 ·

INSTITUTE OF SOCIAL RESEARCH AND ECONOMIC DEVELOPMENT REPUBLIC OF TURKEY

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ 2006

The eSRI

ECONOMIC SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE

RAZZAKOV KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY

UNEC Scientific-Research Institute of Economic Studies

www.farabicongress.org

farabidergisi@gmail.com

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ✓ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ✓ Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ✓ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ✓ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ✓ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ✓ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 15 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ✓ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ✓ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir**
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

---

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✓ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✓ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✓ **Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.**
- ✓ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,
exp. Hall-1, Kübra ŞAHİN ÇEKEN

Zoom Meeting ID: 844 6001 0824 / Passcode: 151617

https://us02web.zoom.us/j/84460010824?pwd=pCkzpPnwMo6pdbNKJy8fIj92trbh8W.1

Participants Countries: Albania, Algeria, Azerbaijan, Bangladesh, Belarus, Benin, Brazil, Bulgaria, Cambodia, China, Ethiopia, Finland, Georgia, Hungary, India, Indonesia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Malaysia, Mexico, Moldova, Morocco, Nigeria, Northern Cyprus (TRNC), Pakistan, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Türkiye, Ukraine, United States

15.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Kübra ŞAHİN ÇEKEN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
DARK ART ILLUSTRATIONS IN VISUAL DESIGN	Damla AYDIN Assoc. Prof. Dr. Kübra ŞAHİN ÇEKEN	İstanbul Arel University, Türkiye
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL COMMUNICATION CHANNEL VISUALS OF ISTANBUL, LONDON, AND PARIS OPERAS	Assoc. Prof. Dr. Kübra ŞAHİN ÇEKEN Mehmet DEMİRTAŞ	İstanbul Arel University, Türkiye
TYPOLOGICAL READABILITY AND SPATIAL MEMORY IN THE PROCESS OF ADAPTIVE REUSE: THE CASE OF THE ORHAN GAZI BATH IN THE BURSA KHANS DISTRICT	Dr. Mehmet Fatih AYDIN	Bursa Technical University, Türkiye
COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATIVE AI TOOLS IN SOCIAL POSTER DESIGN: "CHILDREN OF WAR"	Sepideh SEYEDHOSSEİNİ Assoc. Prof. Dr. Kübra ŞAHİN ÇEKEN	İstanbul Arel University, Türkiye
ANALYSIS OF 3D CHARACTER DESIGNS GENERATED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FROM THE PERSPECTIVE OF VISUAL COMMUNICATION DESIGN PRINCIPLES	Ebubekir KOÇAK Assoc. Prof. Dr. Kübra ŞAHİN ÇEKEN	İstanbul Arel University, Türkiye
NEW BUILDINGS IN SULU STREET: TOKAT CITY MUSEUM AND MUSEUM CAFE	Ahmet Can DURMAZER Assoc. Prof. Dr. Aygün KALINBAYRAK ERCAN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr Ozan ŞAHİN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
TEACHING MATHEMATICS SUPPORTED BY VISUAL ARTS IN RURAL SCHOOLS: LITERATURE-BASED RECOMMENDATIONS ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION	Mahmut ÖĞ	Ministry of National Education, Türkiye
BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON THE INTEGRATION OF VISUAL ARTS, MATHEMATICS, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE BETWEEN 2000–2025	Mahmut ÖĞ	Ministry of National Education, Türkiye
AN EXAMINATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' PERSPECTIVES ON ENCRYPTION-BASED ACTIVITIES IN MATHEMATICS EDUCATION	Res. Assist. Zeynep ARSLAN Res. Assist. Esra ERDOĞAN KAYALI Res. Assist. Asude Gülfen ŞEHİT Prof. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR	İstanbul Medipol University, Türkiye
VARIOUS TYPES OF CONTINUITY IN IDEAL TOPOLOGICAL SPACES	Assoc. Prof. Dr. Nazmiye ALEMDAR Res. Assist. Zuhal TÜLÜCE	Erciyes University, Türkiye
THREADS OF INTELLIGENCE: DECIPHERING THE 'REAL DESIGNER' IN AI-GENERATED FASHION	Lect. Yeliz YAZICI DEMİR Lect. Naile ERDOĞAN	Sinop University, Türkiye
THE GHOST IN THE MACHINE: MAPPING THE 'DIGITAL CONSCIENCE' OF COUNSELOR TRAINEES IN THE AGE OF AI	Lect. Yeliz YAZICI DEMİR	Sinop University, Türkiye
THE ROLE OF FEAR AND CONSPIRACY BELIEFS IN TEACHERS' ACCEPTANCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE USE	Kadir ALTUNOK Assist. Prof. Dr. Tuğba KOCADAĞ ÜNVER	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Muhammad FAISAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
GLOBAL CONSUMER PURCHASING PREFERENCES: DATA COLLECTION METHODS, STATISTICAL TECHNIQUES FOR ANALYSIS, SEGMENTATION AND PROFILING, AND ADVANCED ANALYTICS AND MACHINE LEARNING	Prof. Dr. Cristina Raluca Gh. Popescu	University of Bucharest, Romania
BLOCKCHAIN-BASED INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM WITH AI INTEGRATION	Assist. Prof. Dr. Muhammad FAISAL	Allama Iqbal Open University, Pakistan
MODERN ANTI-CRISIS CONCEPTS OF THE EUROPEAN UNION "RESILIENCE 1.0" AND "RESILIENCE 2.0" AS STRATEGIC FORECASTING APPROACHES	Tetiana BURLAY	Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine, Ukraine
DIGITAL WELLNESS AND NEURO-SOVEREIGNTY AI-MEDIATED TOOLS FOR MENTAL HEALTH RESILIENCE	Assist. Prof. Dr. Muhammad FAISAL	Allama Iqbal Open University, Pakistan
NATIONAL BRANDING AS A TOOL FOR REGIONAL INTEGRATION AND ENHANCING THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF CENTRAL ASIAN COUNTRIES	Gulzhakhan KHAJIYEVA Zhaniya JUMADILDAYEVA	Turan University, Kazakhstan
EXPLORING THE INNOVATIVE HOUSING FINANCING STRATEGIES IN ECO FRIENDLY REAL ESTATE DEVELOPMENT IN ABUJA, NIGERIA	Ibrahim Nuruddeen Dr. Mohammmed Ishaq Mohammed Prof. Neoma Iroaganachi Violet	Abubakar Tafawa Balewa University, Nigeria
METHODOLOGICAL LIMITATIONS OF SOVIETERA HISTORIOGRAPHY IN STUDYING KAZAKHSTAN'S COLONIAL ADMINISTRATIVETERRITORIAL STRUCTURE	Saule Mergentayevna Yesengeldiyeva	Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan
NAVIGATING TECHNO-STRESS IN THE DIGITAL AGE: UNDERSTANDING THE HUMAN COSTS OF TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT - A REVIEW STUDY	Abdulmalik Abdul Kareem Omeiza	University of Abuja, Nigeria
DIGITAL DIVIDE, CASTE, AND THE REINFORCEMENT OF SOCIAL STRATIFICATION: A POLITICAL ECONOMY PERSPECTIVE ON CONTEMPORARY BANGLADESH	Md. Foysal Ahmme Rajiwan Anwar Ratul	University of Dhaka, Bangladesh

15.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-4

Ankara Local Time	Zoom Meeting ID: 844 6001 0824
10 00 : 12 00	Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Bianca Maria MĂDESCU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
DETERMINANTS OF MEAT QUALITY IN AUBRAC CATTLE: EFFECTS OF REARING SYSTEM AND POST-MORTEM BIOCHEMICAL PROCESSES	Bianca Maria MĂDESCU Ioana BOLOHAN (ACORNICESEI) Ioana POROSNICU Madalina DAVIDESCU Paul Corneliu BOIŞTEANU	„Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
INNOVATIVE SENSOR-BASED APPROACHES FOR ETHOLOGICAL ASSESSMENT AND WELFARE MONITORING IN DAIRY CATTLE	Bianca Maria MĂDESCU Ioana BOLOHAN (ACORNICESEI) Ioana POROSNICU Madalina DAVIDESCU Paul Corneliu BOIŞTEANU	„Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
SENSOR-DRIVEN ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACHES FOR FINE-SCALE BEHAVIORAL MONITORING IN WILD BOAR (SUS SCROFA)	Eusebiu Gabriel STROIE Bianca Maria MĂDESCU Paul Corneliu BOIŞTEANU	„Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MULTI-SENSOR DATA FOR BEHAVIORAL PATTERN RECOGNITION IN ROE DEER (CAPREOLUS CAPREOLUS)	Eusebiu Gabriel STROIE Bianca Maria MĂDESCU Paul Corneliu BOIŞTEANU	„Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
EFFECT OF SUPPLEMENTATION WITH AQUEOUS EXTRACTS OF MEDICINAL PLANTS IN THE CALF DIET ON DIGESTIVE HEALTH	Adina-Mirela ARITON Silviu-Ionuţ BORŞ Ioana POROŞNICU Vasile VINTILĂ Elena UNGUREANU Ovidiu UNGUREANU	Research and Development Station for Cattle Breeding Dancu, Iaşi, Romania "Ion Ionescu de la Brad" Iaşi University of Life Sciences, Romania "Vasile Goldis" Western University of Arad, Romania
IMPORTANCE OF BOVINE COLOSTRUM IN ENSURING PASSIVE IMMUNITY IN NEWBORN CALVES	Adina-Mirela ARITON Silviu-Ionuţ BORŞ Ioana POROŞNICU Vasile VINTILĂ Elena UNGUREANU Ovidiu UNGUREANU	Research and Development Station for Cattle Breeding Dancu, Iaşi, Romania "Ion Ionescu de la Brad" Iaşi University of Life Sciences, Romania "Vasile Goldis" Western University of Arad, Romania
INCIDENCE OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI AND MYCOTOXINS IN TWO CEREAL PRODUCTION SYSTEMS (SUSTAINABLE VS. CONVENTIONAL): IMPLICATIONS FOR FOOD SECURITY AND RURAL DEVELOPMENT	Ioana POROSNICU Madalina DAVIDESCU Bianca-Maria MADESCU	Research and Development Station for Cattle Breeding Dancu, Romania „Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
INNOVATION AND SUSTAINABILITY IN AGRI-FOOD SYSTEMS: INTEGRATING MODERN TECHNOLOGIES INTO RURAL DEVELOPMENT	Ioana POROSNICU Madalina DAVIDESCU Bianca-Maria MADESCU	Research and Development Station for Cattle Breeding Dancu, Romania „Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences, Romania
DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL FOODS USING MILLETS: CURRENT TRENDS AND INNOVATIONS	Gaurav Dhaked Dr. Kamla Mahajani Yogita Paliwal	Maharana Pratap University of Agriculture and Technology, India

15.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Fatma KAYIKCI HEKİM

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
MORPHOMETRIC AND HISTOLOGICAL ANALYSIS OF THE HEART IN CHICK EMBRYOS	Assoc. Prof. Dr. Fatma KAYIKCI HEKİM Assoc. Prof. Dr. Muhammet Lütfi SELÇUK	Karamanoğlu Mehmetbey University, Türkiye
EARLY SURGICAL REPAIR OF PENILE FRACTURE: A SINGLE-CENTER EXPERIENCE	İlke Onur KAZAZ Res. Assist. Göktuğ ATNALLAR	Karadeniz Technical University, Türkiye
FREQUENCY AND CLINICAL CORRELATES OF ILIAC ENTHESITIS IN PATIENTS WITH AXIAL SPONDYLOARTHRITIS	Cemal GÜRBÜZ Kemal EROL	Selçuk University, Türkiye
EVALUATION OF SPINAL CORD PERFUSION USING NIRS MONITORING DURING SPINAL TUMOR SURGERY: A PRELIMINARY TWO-CASE REPORT	Ceren Nur DUYGUN ŞAHİN Res. Assis. Nesibe ŞENTÜRK ÖZDEMİR Prof. Ahmet BEŞİR Assoc. Prof. Ali Rıza GÜVERCİN	Karadeniz Technical University, Türkiye
EVALUATION OF INTRAPLATELET ATP LEVELS AND BIOCHEMICAL PARAMETERS ACCORDING TO SYNTAX SCORE IN PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE	Assist. Prof. Dr. Gülsel AYAZ Yağmur Fatma GÜNEY* Assoc. Prof. Dr. Aykut DEMİRKIRAN Assoc. Prof. Dr. Birol TOPÇU Assoc. Prof. Dr. Aliye ÇELİKKOL Assoc. Prof. Dr. Cihan AYDIN Assoc. Prof. Dr. Aydın AKYÜZ Res. Assist. Dr. Damla ÖZTÜRK EFE Assist. Prof. Dr. Hüseyin ORTA Prof. Dr. Şeref ALPSOY	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
COMPARISON OF PLATELET INDICES, CRP, AND TROPONIN T LEVELS ACCORDING TO RS3742106 GENE VARIANTS IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION	Assist. Prof. Dr. Gülsel AYAZ Assoc. Prof. Dr. Aykut DEMİRKIRAN Assoc. Prof. Dr. Birol TOPÇU Assoc. Prof. Dr. Aliye ÇELİKKOL Assist. Prof. Dr. Özlem YALÇIN ÇAPAN Assoc. Prof. Dr. Sertaç ATALAY Assoc. Prof. Dr. Serhat ÖRÜN Assoc. Prof. Dr. Cihan AYDIN	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
MARESINS MITIGATED LIVER AND BRAIN INJURY IN AN EXPERIMENTAL SEPSIS MODEL	Res. Assist. Dr. Betül CAN Ramil ALMAMMADOV Prof. Dr. Dilek BURUKOĞLU DÖNMEZ Prof. Dr. İbrahim Özkan ALATAŞ	Eskisehir Osmangazi University, Türkiye
SURGICAL MANAGEMENT OF ODONTOGENIC CYSTS IN DIFFERENT ANATOMICAL LOCALIZATIONS: A REPORT OF TWO CASES	Asst. Prof. Dr. Ahmet Can HASKAN Res. Assist. Çağdaş ARSLAN	Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Seda YILDIRIM

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A REVIEW ON LIVING LABS IN SUSTAINABILITY AREAS	Prof. Dr. Seda H. BOSTANCI Prof. Dr. Seda YILDIRIM	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
WASTE ENTREPRENEURSHIP, CIRCULAR ECONOMY AND INNOVATION	Prof. Dr. Seda YILDIRIM Prof. Dr. Seda H. BOSTANCI	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
GREEN LEADERSHIP IN AVIATION MANAGEMENT	Assis. Prof. Elif ÜZEL Prof. Özgür DEMİRTAŞ	Kayseri University, Türkiye
OPERATIONAL RISK MANAGEMENT IN A FUZZY ENVIRONMENT	Assis. Prof. Elif ÜZEL Prof. Özgür DEMİRTAŞ	Kayseri University, Türkiye
THE 'COOLCATION' POTENTIAL OF HIGHLAND TOURISM IN TÜRKİYE	Muhammet Çağrı MURAT Assoc. Prof. Dr. Ercan KARAÇAR Lect. Emre AKMANOĞLU	Sinop University, Türkiye
ASTROTOURISM WITHIN THE FRAMEWORK OF SPECIAL INTEREST TOURISM: AN ANALYSIS ON THE POTENTIAL AREAS OF SİNOP PROVINCE	Muhammet Çağrı MURAT Assoc. Prof. Dr. Ercan KARAÇAR Lect. Emre AKMANOĞLU	Sinop University, Türkiye
DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABLE LOGISTICS MANAGEMENT IN THE EAST–WEST TRANSPORT CORRIDOR: EVIDENCE FROM AZERBAIJAN	PhD Samira Rustamova Rasim	Azerbaijan State University of Economics(UNEC), Azerbaijan
GOLF TOURISM, WATER STRESS AND SUSTAINABILITY: A STUDY OF THE BELEK DESTINATION	Assist. Prof. Dr. Melahat AVŞAR	Amasya University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Major Gheorghe Giurgiu

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THE GUT-BRAIN-SKIN AXIS IN ACNE: IMPACT OF POLENODERM	Major Gheorghe Giurgiu Prof. Dr. Manole Cojocaru	Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
GREEN SYNTHESIS INSPIRED BY THE CIRCULAR ECONOMY OF HIGH–SURFACE-AREA ZNO NANOPARTICLES USING ARGANIA SPINOSA CAKE EXTRACT: BOX–BEHNKEN DESIGN OPTIMIZATION, INTEGRATION INTO TERNARY CHITOSAN–GHASSOUL CLAY NANOCOMPOSITE BEADS FOR THE PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF BASIC YELLOW 28 DYE, AND REUSE OF REGENERATED FORMS FOR THE SEQUENTIAL AND EFFICIENT PHOTOREDUCTION OF CU^{2+} IONS WITH OUTSTANDING KINETICS, HIGH REUSABILITY, AND DUAL ENVIRONMENTAL REMEDIATION FUNCTIONALITY.	Soukaina El Bourachdi Ali Raza Ayub Abdelhay El Amri Amal Lahkimi	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco Beijing Institute of Technology, China Mohammed VI Polytechnic University, Morocco
ECOLOGICAL EVALUATION OF GURARA WATERFALLS FOR BIOPHILIC ECO-RESORT DEVELOPMENT IN NIGER STATE, NIGERIA	Frank Jirnuya Clever Dr. Adebisi Gafari Olabamiji	Federal University of Technology, Nigeria
HARNESSING LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS FOR SUSTAINABLE BIOCONTROL STRATEGIES IN FOOD SAFETY	BELLIL Zahra DERBAK Larbi BELLIL Dassine MAIRI Assia TOUATI Abdelaziz MECHIAH Fahima INOURI Ahlam BOUCHEMAL Amina MEGHLAOUI Zoubeida BENHOULA Mohammed MADI Nassim	Campus Universitaire, Algérie
ASSESSMENT OF GROUNDWATER STORAGE TRENDS IN THE JEL AQUIFER (GUERCIF BASIN, MOROCCO) USING GRACE DATA AND INNOVATIVE TREND ANALYSIS	Aynaou Anass Khattach Driss Nouayti Nordine El Gout Radia Adghiss Yassine Ziani Soufian	Abdelmalek Essaadi University, Morocco
PHYTOCHEMICAL SCREENING, EXTRACTION PROFILING, AND ANTIOXIDANT EVALUATION OF PHALERIA MACROCARPA (MAHKOTA DEWA) TWIGS	Abdulmalik Abdulkareem Omeiza	University of Abuja, Nigeria
MICROBIAL MEDIATION OF NUTRIENT CYCLING IN LIVESTOCK AGROECOSYSTEMS: ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS, TRADE-OFFS, AND MANAGEMENT STRATEGIES	Adeniyi Olarewaju Adeleye Michael Edet Nkereuwem Olukemi Adeleye Catherine Iyabo Asaju Afeez Oladeji Amoo Gbolabo Olaitan Onasanya Mohammed Bello Yerima	Federal University Dutse, Nigeria Ekiti State University Ado-Ekiti, Nigeria Sokoto State University, Nigeria
STRUCTURAL INHERITANCE AND OROGENIC EVOLUTION OF THE OUZELLARH (HIGH ATLAS, MOROCCO)	Abdelfattah ABOULFARAJ Abdelhalim TABIT Abdelmalek GOUMIH	Cadi ayyad University, Morocco

15.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Moses Adeolu AGOI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
ENGINEERING INTELLIGENT EDGE SYSTEMS FOR REAL-TIME AI APPLICATIONS	Oluwanifemi Opeyemi AGOI Moses Adeolu AGOI Success Eniola OGBOYE Samuel Olayiwola AJAGA	Obafemi Awolowo University, Nigeria Lagos State University of Education, Nigeria
FIRST-ORDER DIRICHLET-TO-NEUMANN APPROXIMATION FOR A THIN LAYER IN COUPLE STRESS ELASTICITY WITH VOIDS: ASYMPTOTIC ANALYSIS AND STABILITY	Athmane Abdallaoui	Ecole Normale Supérieure de Bou Saada, Laboratoire de Mathematiques et Physique Appliquees, Bou Saada, Algeria
PREDICTIVE MODELING OF FINANCIAL INCLUSION IN NIGERIA: A MACHINE LEARNING APPROACH TO EVALUATING FINTECH ADOPTION	Victor AKOH	Federal University Lokoja, Nigeria
INTELLIGENT STOCK MAINTENANCE SYSTEM USING MACHINE LEARNING FOR DEMAND PREDICTION AND INVENTORY OPTIMIZATION	Deepika D	R.M.K. Engineering College, India
AI-DRIVEN DESIGN AND OPTIMIZATION OF NANOSTRUCTURED SEMICONDUCTOR DEVICES FOR ENERGY-EFFICIENT INTELLIGENT SYSTEMS	Syed Alamdar Ul Hasnain Naqvi	Government College University Faisalabad, Pakistan
ASSESSMENT OF MORPHOMETRIC TRAITS IN THE PINE PROCESSIONARY MOTH (THAUMETOPOEA PITYOCAMPA) IN TLEMCEN, ALGERIA	Mounir KHERROUBI Zakarya Izzeddine ZERROUK Yasmine BENHALIMA	Ecole normale superieure de kouba, Algeria
EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR NATURAL LANGUAGE PROCESSING: METHODS, CHALLENGES, AND APPLICATIONS	MSc. Anxhela Dema	European University of Tirana, Albania
DEMOCRATIZATION OF BIG DATA: BRIDGING THE GAP OF INDONESIAN MSMEs	Az Zahra Noor Syawali Cahyadi Balqis Zulaikha	Perbanas Institute, Indonesia

15.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Veysel YILMAZ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
NURSING APPROACH AND EVIDENCE-BASED RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WITH PANCREATIC CANCER IN LINE WITH THE FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS MODEL	Prof. Dr. Semiha AKIN EROĞLU Assist. Prof. Dr. Anita KARACA	Health Sciences University, Türkiye Biruni University, Türkiye
EVIDENCE-BASED TREATMENT AND CARE RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS	Fatma ERTEN Prof. Dr. Semiha AKIN EROĞLU Assist. Prof. Dr. Anita KARACA	Istanbul University, Türkiye Health Sciences University, Türkiye Biruni University, Türkiye
THE EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY ON HbA1c IN DIABETIC PATIENTS	Lect. Dr. Sidrenur ASLAN KOLUKISA Res. Assist. Muhammed HALİL KOLUKISA	Artvin Coruh University, Türkiye Karadeniz Technical University, Türkiye
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPERATING ROOM NURSING	Dr. Beyzanur KIZILOĞLU AĞGÜL	Atatürk University, Türkiye
SOCIAL PERCEPTION of ARTIFICIAL INTELLIGENCE in HEALTHCARE SERVICES and ITS DETERMINANTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY IN TÜRKİYE	Res. Assist. Dr. Birgül YABANA KİREMİT	Ondokuz Mayıs University, Türkiye
ORGANIZATIONAL CULTURE THE ROLE OF LEADERSHIP IN HEALTHCARE INSTITUTIONS	Gülersin HONÇA	Ondokuz Mayıs University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Fulya KİNCAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THE EPISTEMOLOGICAL TENSION IN STANFORD'S NEW INDUCTIVE ARGUMENT AND THE DEFENCE OF SCIENTIFIC REALISM	Fadime ERCIYES	Mugla Sıtkı Kocman University, Türkiye
FROM MYTHOLOGY TO ASTRONOMY-THE STORY OF THE TAURUS CONSTELLATION	Assist. Prof. Dr. Didem DEMİRALP	HBV University, Türkiye
A COMPARATIVE INQUIRY FROM AL-FARABI'S 'ACTIVE INTELLECT' TO 'ARTIFICIAL INTELLECT'	Assist. Prof. Dr. Adalet ASLAN	Bingol University, Türkiye
MELANCHOLIC IDENTIY IN JHUMPA LAHIRI'S "A TEMPORARY MATTER"	Assoc. Prof. Dr. Fulya KİNCAL	Tekirdağ Namik Kemal University, Türkiye
THE EFFECT OF STORYTELLING TECHNIQUES ON STORY WRITING SKILLS	Melike YILMAZ TÜRKOĞLU	Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye
THE THEORETICAL CORE OF AL-FARABI'S SYSTEM: EMANATION THEORY FROM METAPHYSICS TO ETHICS	Prof. Dr. Ibrahim BOR	Hakkari University, Türkiye

15.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Prof. Azzedine BOUZAOUIT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THE INFLUENCE ANALYSIS OF THE SUCTION FILTER CLOGGING ON THE PARAMETERS OF AN AXIAL FAN	Prof. Azzedine BOUZAOUIT Chouaib ZEGHIDA Dr. Mounir GAHGAH	The august 20th 1955 University of Skikda, Algeria
ACOUSTIC INTEGRITY VS. TROPICAL VENTILATION: ASSESSING BUILDING ENVELOPE PERFORMANCE FOR NOISE MITIGATION IN DAY SECONDARY SCHOOLS OF MINNA, NIGERIA	Yisa Joy Happiness Dr. Makun Charles Yakubu	Federal University of Technology, Nigeria
HYBRID INTELLIGENT DIAGNOSIS OF ELECTRICAL FAULTS IN MATRIX CONVERTER-FED DFIG WIND ENERGY SYSTEMS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND FUZZY LOGIC	Aboubaker Essaddiq MAZOUZ Said HASSAINE Hamid BOUMEDIENE Lallouani HELLALI Oussama MOUSSA	University of Tiaret, Algeria University Mohamed Boudiaf of Msila, Algeria University of Ghardaia, Algeria
SLIDING MODE CONTROL USING FUZZY LOGIC SPEED REGULATOR FOR ASYNCHRONOUS MACHINE	HELLALI LALLOUANİ NOUAOUİ Tahar OUSSAMA Moussa MAZOUZ Aboubaker Essadiq AKKA Ali BELHAMDİ Saad BOUZİDİ Ali	University of Msila, M'sila, Algeria University of Biskra, Algeria
HIGH-GAIN AND WIDEBAND COMPACT MICROSTRIP PATCH ANTENNA FOR 28 GHz 5G MILLIMETER-WAVE APPLICATIONS	Amal NEJJARI Anouar ES-SALEH Sara SAID Ahmed FAIZE	The Higher School of Technology of Nador (ESTN), affiliated with Mohammed Premier University of Oujda, Morocco
A DELIBERATE HUMOUR: THE MASKS OF THE OPPRESSED TRUTH	Dr. Mas'ud Hamdan	University of Haifa, Israel/Palestine

15.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr.B. MAHADEVAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
SONGS OF THE SEA, STORIES OF MIGRATION: MEDITERRANEAN FOLKLORE IN AMERICAN DIASPORIC IDENTITY	Rajiwan Anwar Ratul Md Habibur Rahman	University of Rajshahi, Bangladesh
INCLUSIVITY AND RESILIENCE IN SCIENCE EDUCATION: A TECHNOLOGY INTEGRATION FRAMEWORK FOR COLLEGES OF EDUCATION IN NORTH-CENTRAL NIGERIA	ABDULLAHI Muhammad Kobo NURATANKO Zainab Nasko MUSA Abdulrasheed Ibn	Umaru Sanda Ahmadu College of Education, Nigeria School of Sciences College of Education Akwanga, Nigeria
PERCEIVED COMPLEXITIES IN TEACHING ABSTRACT CHEMISTRY CONCEPTS; A STUDY AMONG SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN INDIA	Faseela T	Jamia Millia Islamia, India
GLOBAL RESEARCH TRENDS ON PODCASTS IN LANGUAGE EDUCATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS (2007–2025)	Mohd Shahbaz Khan Dr. Sameer Babu M	Jamia Millia Islamia, India
EXPLORING THE PERCEPTION AND USE OF VIRTUAL LABORATORIES DURING TEACHING PRACTICE: A MIXED-METHOD STUDY OF PROSPECTIVE TEACHERS	Sehar Nigar Prof Jasim Ahmad Dr. Aerum Khan	Jamia Millia Islamia, India
BRIDGING THE GAP BETWEEN POLICY AND PRACTICE: INSTITUTIONAL READINESS FOR AI INTEGRATION IN STEM EDUCATION IN INDIA	Sapna Raj Dr. Aerum Khan	Jamia Millia Islamia, India
THE EFFECTIVENESS OF USING A VIDEO-BASED PLATFORM TO IMPROVE STUDENT ENGAGEMENT IN LEARNING ENGLISH AMONG COMMUNITY COLLEGE STUDENTS	Norsyariza Hanim binti Mohd Sabri Noorshakira binti Ismail	Kulim Community College, Malaysia
ASSESSING PROFESSIONAL INFORMATION LITERACY SKILLS AMONG FACULTY IN VELLALAR COLLEGE FOR WOMEN, ERODE, TAMIL NADU	Dr.B. MAHADEVAN	Vellalar College for Women (Autonomous), India
BETWEEN ROOTS AND ROUTES: LABOUR MIGRATION, CULTURAL RESILIENCE, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE KYRGYZ REPUBLIC	Nazarkulova Gulzana Amankulovna Prof. Dr. Akylbekova N.I. Asanbekova Ch. M.	Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs of the Kyrgyz Republic named after K.Dikambaev, Kyrgyzstan Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyzstan

16.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Ahmet EŞİYOK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AN EFFICIENT LED DRIVER TOPOLOGY WITH REDUCED HARMONICS USING BOOST PFC AND LLC RESONANT CONVERTER	Lect. Buket Meryem EKER Assoc. Prof. Dr. Yücel ÇETİNCEVİZ	Yüksek Ihtisas University, Türkiye Kastamonu University, Türkiye
FORMULATION AND EVALUATION OF A BIODEGRADABLE WINDSHIELD WASHER ANTIFREEZE	Sena Ezgi SELÇUK Sevda ATAR	Petrol Ofisi Technology Center, Türkiye
DEEP REINFORCEMENT LEARNING–BASED VOLTAGE CONTROL IN A DISTRIBUTION NETWORK	Assist. Prof. Dr. Muhammed Sait AYDIN	Siirt University, Türkiye
A NATURAL LANGUAGE PROCESSING-BASED ANALYSIS OF PROMPT ENGINEERING DISCOURSE ON THE X PLATFORM	Sema ÜVER Assist. Prof. Dr. Mesut POLATGİL	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
SECURITY IN E-GOVERNMENT SYSTEMS: PRACTICES IN TURKEY AND WORLDWIDE	Selahattin ÖZDEMİR Assist. Prof. Dr. Özgür TONKAL	Samsun University, Türkiye
OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN RAPID PROTOTYPING PROCESSES USING THE FUSED DEPOSITION MODELING (FDM) METHOD	Asst. Prof. Dr. Ahmet EŞİYOK	Istanbul Beykent University, Türkiye
A CRITICAL OCCUPATIONAL ACCIDENT IN GEOTHERMAL PRODUCTION TESTING: ROOT CAUSE ANALYSIS AND PREVENTIVE MEASURES	Mehmet Selim BAT Assoc. Prof. Dr. Derya SİNANOĞLU	Batman University, Türkiye
AI-BASED DOWNTIME CLASSIFICATION AND PREDICTIVE MAINTENANCE APPROACH IN INDUSTRIAL PRODUCTION SYSTEMS	Orkun RAZİ Muhammet ÇANAKÇI Recep Nuri SAĞIR Asst. Prof. Dr. Ayşe Nuray CANAT	İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye

16.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Hüseyin ÇEVİK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AN INVESTIGATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' DIGITAL CITIZENSHIP COMPETENCIES AND SELF-EFFICACY REGARDING EDUCATION 5.0 DIGITAL LEARNING TECHNOLOGIES IN TERMS OF CERTAIN VARIABLES	Assist. Prof. Dr. Hüseyin ÇEVİK Dr. Ayşemine Dinçer Gül	Zonguldak Bülent Ecevit University, Türkiye
AN EXAMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS' STUDENT ENGAGEMENT, COURSE INTEREST, AND ACADEMIC SELF-EFFICACY LEVELS	Assist. Prof. Dr. Hüseyin ÇEVİK	Zonguldak Bülent Ecevit University, Türkiye
AN EXAMINATION OF LEARNING PROCESSES DESIGNED BY ASSOCIATING THE TOPIC OF FRACTIONS WITH MUSIC	Zeynep ATAM Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTİN Assoc. Prof. Dr. Tuğçe KOZAKLI ÜLGER	Bursa Uludag University, Türkiye
CHALLENGES FACED BY DIFFERENT TEACHER PROFILES IN IMPLEMENTING THE TÜRKİYE CENTURY MAARİF MODEL	Tuğba TAŞDEMİR ALP Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ	Bursa Uludag University, Türkiye
SMART ACCREDITATION: AI-DRIVEN MONITORING AND DOCUMENTATION OF QUALITY STANDARDS IN EDUCATION	Sümeyye TAŞAN Esra Nur AKBUĞA Assist. Prof. Dr. Adem YURDUNKULU	İbn Haldun University, Türkiye
EXPLORING CLIMATE LITERACY AMONG EIGHT GRADERS	Sümeyye ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. Cansel KADIOĞLU AKBULUT	Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye
AI-BASED INTERVENTIONS FOR REDUCING INEQUALITY OF OPPORTUNITY IN PRESCHOOL EDUCATION: A PERSPECTIVE FROM TÜRKIYE	Şule BAL Assist. Prof. Dr. Adem YURDUNKULU	İbn Haldun University, Türkiye

16.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 ^{00} : 12 ^{00}		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Akogwu Blessing Omojo

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THERMOELECTRIC AND HYDROGEN STORAGE PROPERTIES OF RB/CS-BASED $SBPBH_6$ DOUBLE PEROVSKITES: A FIRST-PRINCIPLES STUDY	Aman Kumar	Swami Vivekanand Subharti University, India
ON THE CAUCHY PROBLEM FOR THE KELLER-SEGEL SYSTEM WITH FRACTIONAL DIFFUSION IN BESOV-MORREY SPACES	Research Assistant Ahmed El Idrissi Prof. Dr. Brahim El Boukari Prof. Dr. Jalila El Ghordaf	Sultan Moulay Slimane University, Morocco
QUANTIFYING THE IMPACT OF FAMILY PLANNING ON POPULATION GROWTH: A COMPARTMENTAL MODEL WITH BASIC REPRODUCTIVE NUMBER ANALYSIS	Agbo Christiana Ene Ayinde Muhammed Abdullahi Chuseh Ahmadu John Ugwu Clement Ugochukwu	University of Abuja, Nigeria
A ONE-DIMENSIONAL VISCOELASTIC FRACTIONAL PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION MODEL FOR BLOOD FLOW IN A COMPLIANT ARTERY USING THE FRACTIONAL REDUCED DIFFERENTIAL TRANSFORM METHOD	Dr. Akogwu Blessing Omojo Dr. Ayinde Muhamed Abdullahi	Applied Mathematics and Simulation Advanced Research Centre, Nigeria University of Abuja, Nigeria
MODELING THE SPREAD AND CONTROL DYNAMICS OF BOKO HARAM INSURGENCY IN BORNO STATE, NORTHERN NIGERIA: A MATHEMATICAL APPROACH	Kabiru Musa Durojaye Mary Oziohu Ayinde Muhammed Abdullahi	Baze University, Nigeria University of Abuja, Nigeria
AN OPTIMIZED EXPONENTIAL RATIO-TYPE ESTIMATOR TO ENHANCE PRECISION IN POST-STRATIFIED SAMPLING	Yashpal Singh Raghav Daniyal Khan Khalid Ul Islam Rather Irfan Ali	Jazan University, Kingdom of Saudi Arabia Aligarh Muslim University, India
APPLICATION OF GEOMETRIC AVERAGE MODEL FOR IDENTIFYING HIGH MINERALIZATION ZONES USING GAMMA-RAY SPECTROMETRY DATA IN THE BOKE BAUXITE DISTRICT, REPUBLIC OF GUINEA	Adama SANGARE Lahsen ACHKOUCH Younesse El CHEIKH	Hassan First University of Settat, Morocco
EFFECT OF AG IONS WORK FUNCTION ON TIN OXIDE NANOSTRUCTURES FOR ELECTROCHEMICAL ETHANOL GAS SENSING APPLICATION	Nishu Rani Prof. Vijay Kumar Prof. Sunil Kumar	Indira Gandhi University, India
ANALYSIS OF MILD SOLUTIONS AND CONTROLLABILITY FOR MULTI-TERM HILFER FRACTIONAL DIFFERENTIAL INCLUSIONS	Chinmayee Naik Asma Afreen	C.V. Raman Global University, India

16.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. ATHOI KAMEI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
INTEGRATING GIS TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE FOREST MONITORING AND MANAGEMENT IN THE ROMANIAN CARPATHIANS	Ana-Maria CIOBOTARU Radu-Daniel PINTILII Marian MARIN	University of Bucharest, Romania
VERBAL AGGRESSION AND THE MEDIATORY ROLE OF FAMILY SOCIAL SUPPORT ON SOCIAL WITHDRAWAL AMONGST UNDERGRADUATE STUDENTS OF OLABISI ONABANJO UNIVERSITY STUDENTS, AGO-IWOYE, NIGERIA	Ekong Akpan ESSIEN	Olabisi Onabanjo University, Nigeria
TEACHER TRAINERS' PERSPECTIVES ON ACTION RESEARCH IN TEACHER TRAINING CENTERS IN CAMBODIA	Kimsron Srieng Chanphirun Sam	Science Teacher Educator in Phnom Penh Teacher Education College (PTEC), Cambodia
A MODELING-BASED TEACHING AND LEARNING SEQUENCE IMPROVES STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF BIODIVERSITY	Romeissa RACHI Mounir KHERROUBI Zakarya Izzeddine ZERROUK	Ecole normale superieure de kouba, Algeria
TOWARDS ENHANCED ENVIRONMENTAL PROTECTION LEGISLATION IN MOROCCO	HARIBOU Nissrine NFISSI Kawtar	Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco
THE IMPLEMENTATION OF THE RESPONSIVE EVALUATION MODEL IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION PROGRAMS: A THEOLOGICAL - PEDAGOGICAL ANALYSIS	Anita NENOHARAN Ester Magdalena SINAGA Desi SIANIPAR	Universitas Kristen Indonesia, Indonesia
MAHATMA GANDHI'S VISION OF HOLISTIC EDUCATION: THEORY AND PRACTICE	Dr. ATHOI KAMEI	University of Delhi, India
THE INTEGRATION OF FORMAL, NON-FORMAL AND INFORMAL EDUCATION AS A MECHANISM FOR THE EDUCATIONAL INCLUSION OF ROMA PUPILS: THE EXPERIENCE OF BLAGOEVGRAD MUNICIPALITY	Bilyana Ivanova	National Institute of Geophysics, Bulgarian

16.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Tuğba GÜLEÇ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
CHARACTERIZATION OF GREEN-SYNTHESIZED COPPER NANOPARTICLES USING KALE (BRASSICA OLERACEA L. VAR. ACEPHALA) EXTRACT AND INVESTIGATION OF THEIR ELECTROSTATIC INTERACTIONS WITH DNA	Melek ÜNAL Assoc. Prof. Dr. Ufuk YILDIZ	Zonguldak Bülent Ecevit University, Türkiye
EFFECT OF VRN GENES ON ROOT ANGLES IN SOME MODERN BREAD WHEAT (TRITICUM AESTIVUM L.) GENOTYPES	Dr. Tuğba GÜLEÇ	Karamanoğlu Mehmetbey University, Türkiye
MORPHOLOGY AND ANATOMY OF THE ENDEMIC SPECIES GALANTHUS BURSANUS (AMARYLLIDACEAE)	Muhammet Eray YİĞİT Assist. Prof. Dr. Ceren AKTÜRK Prof. Dr. Özer YILMAZ	Bursa Uludağ University, Türkiye
USE OF PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES IN VITICULTURE	Kanivar SÖNMEZ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Settar ÜNAL	Ministry of Agriculture and Forestry / Derik District Directorate of Agriculture and Forestry, Türkiye Şırnak University, Türkiye
IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON VITICULTURE	Kanivar SÖNMEZ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Settar ÜNAL	Ministry of Agriculture and Forestry / Derik District Directorate of Agriculture and Forestry, Türkiye Şırnak University, Türkiye

16.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Muhammad Abbas Ahmad Zaini

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
STRUCTURAL, MORPHOLOGICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF STRONTIUM HEXAFERRITES SRFE 12-X AL X O 19 (X = 1, 1.5, 2, AND 2.5) SYNTHESIZED VIA SOL–GEL AUTO-COMBUSTION	Z. Rachyq Z. Yamkane M. Sadik R. Moubah M. Abdellaoui M. El Achaby	Hassan II University of Casablanca, Morocco Mohammed V University in Rabat, Morocco
ACTIVATION STRATEGIES TO DECORATE POROUS CARBONS FROM CRUSTACEAN SHELL	Muhammad Abbas Ahmad Zaini	Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia
MICROPLASTICS IN FOOD SYSTEMS: DIETARY EXPOSURE AND EMERGING HEALTH RISKS IN NORTH AFRICA	Sanaa El-Jamal Houda Elfane Imane Barakat Rekia Belahsen	Chouaib Doukkali University, Morocco
EFFECT OF SHOE BASE CONTACT AREA ON HEEL PRESSURE AND FOOT PAIN IN PROLONGED STANDING OCCUPATIONS: A BIOMECHANICAL AND ERGONOMIC STUDY	Seifeslasie Asmamaw Biniyam Solomon Tamrat Tesfaye	Bahir Dar University, Ethiopia
ASSESSMENT OF COASTAL WATER QUALITY USING SATELLITE DATA FOR STRATEGIC PLANNING OF SEAWATER DESALINATION FACILITIES	Khadija Mouhim Khadija El-Moustaqim Jamal Mabrouki	Mohammed V University in Rabat, Morocco Ibn Tofaïl University— KENITRA-University Campus, Morocco
RECENT ADVANCED IN BIO-BASED MATERIALS SURFACE FUNCTIONALIZATION FOR THE REMOVAL OF HEAVY METALS AND DYES AND FROM WASTEWATER	Kaoutar Benbrahim Basma Zarrik El Mahdi Hbaiz	Ibn Tofail University, Morocco
PREDICTIVE MODELING OF CONVERSION AND SUSTAINABILITY METRICS IN CATALYTIC REACTIONS USING DEEP LEARNING AND FEEDFORWARD NETWORKS	Research Assistant Rafael Alexandre Pinho LOPES Prof. Dr. Henrique Antonio Mendonça FARIA	São Paulo State University, Brasil
ROUTE FOR CAOS AND CONTROL BY PYRAGAS IN A TREE VARIABLE CHEMICAL REACTION	Gabrielle Oliveira da Silva Prof. Dr. Henrique Antonio Mendonça Faria Prof. Dr. Fábio Roberto Chavarette	UNESP, Institute of Chemistry, Brazil

16.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: PhD Helmina Ardeleanu

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
NUTRITIONAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF DRIED FRUITS USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY, MOROCCO	Farida Aitlhaj Abdelkebir Bellaouchou	Mohammed V University in Rabat, Morocco
EXTRACT PLANT AS CORROSION INHIBITOR FOR CARBON STEEL IN HYDROCHLORIC ACID MEDIUM	Selmaoui Abdelmoula	University Mohammed V, Morocco
EFFECTIVENESS OF SHELL-WASTE-DERIVED NPS IN MITIGATING CARBON STEEL DEGRADATION IN WASTE SOYBEAN OIL	Omar HAFI Maha EL Hawary Hajar ROUCHDI Abdelkbir Bellaouchou	Mohammed V University in Rabat, Morocco
SURFACE CHARACTERIZATION OF NI-CR DENTAL ALLOYS PROTECTED BY NATURAL PLANT EXTRACTS IN SIMULATED SALIVA	AHMYIANE Israe EL HAWARY Maha BOUTAKIOUT Amale BELLAOUCHOU Abdelkebir	Mohammed V University in Rabat, Morocco
INFLUENCE OF SOIL AND CLIMATIC FACTORS ON THE CHEMICAL PROFILE AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SIMONASEULI WINE	Tamari Araviashvili	Iakob Gogebashvili Telavi State University, Georgia
COMPREHENSIVE SCREENING BY LC-ESI-QTOF-MS/MS FOR PROFILING OF POLYPHENOLS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES IN SELECTED AUSTRALIAN PLANTS	Siddiqa Ayesha Beyatli Ahmet Suleria Hafiz Hina Rasheed	The University of Melbourne, Australia Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Pakistan
EXPERIMENTAL EVALUATION OF SWIMMING PERFORMANCE AND SOCIAL BEHAVIOR IN ZEBRAFISH (DANIO RERIO) IN A DOSE-RESPONSE FRAMEWORK	PhD Viorica Rarinca PhD Student Cătălina Ionescu PhD Student Mălina Visternicu Prof. Dr. Alin Ciobica	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania "Ioan Haulica" Institute, Apollonia University, Romania
STUDY OF NOBLE METAL STABILIZED MAGNETIC NANOPARTICLES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS	PhD Helmina Ardeleanu Maria Crinela Ardeleanu Prof.univ.habil. Dorina Emilia Creanga	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi, Romania
EVALUATING THE BEHAVIORAL IMPACT OF IRON OXIDE NANOPARTICLE IN A MODEL OF ALZHEIMER'S-TYPE COGNITIVE IMPAIRMENT INDUCED IN ZEBRAFISH	Crinela Ardeleanu PhD Helmina Ardeleanu CS I. PhD. habil. Alin Stelian Ciobîcă Prof.univ. Mircea Nicuşor Nicoară	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi, Romania
THE ACUTE PHARMACOLOGICAL EFFECTS OF CAFFEINE AND ITS MODULATION BY N-ACETYLCYSTEINE IN ZEBRAFISH (DANIO RERIO)	PhD Student Cătălina Ionescu PhD Student Mălina Visternicu PhD Viorica Rarinca Prof. Dr. Alin Ciobica	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi, Romania

16.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Kampalli Praveen Kumar

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
IMPACT OF SARS-COV-2 INFECTION ON SPERM QUALITY AND MALE REPRODUCTIVE FUNCTION: A META-ANALYSIS STUDY	Anfel ABID Yamina BELKHIRI Boutheyna BOUSLIMANI	University of Batna 2, Algeria
MAGNETICALLY SEPARABLE ACTIVATED CARBON FROM WASTE CORNCOB FOR THE EXCELLENT REMOVAL OF ARSENIC FROM WATER	Bijoylakshmi Boruah P.K. Swain	National Institute of Technology Arunachal Pradesh, India
STATISTICAL STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER IN THE GHIS-NEKOR AQUIFER - MOROCCO: BY HYDROCHEMICAL ANALYSIS	Ahalli Taoufik Driss khatch Nouayti Nordine Nouayti Abderrahim Ouassila Riouchi Cherif Elkhalil	Abdelmalek Essaadi University, Morocco Université Mohammed 1er, Morocco Mohammed V University in Rabat, Morocco Cadi Ayyad University, Morocco Insituto Superior Technico, Portugal
ANTIBIOTICS SUSCEPTIBILITY PATTERN AND CHLORINE TOLERANCE OF GRAM-POSITIVE COCCI BACTERIA ISOLATED FROM SELECTED SWIMMING POOLS IN IBADAN NIGERIA	Elizabeth Adewumi Ajekiigbe Jesse Michael Olutayo Israel Falodun	University of Ibadan, Nigeria
STRUCTURE-BASED COMPUTATIONAL PROFILING OF RESVERATROL AGAINST THE ERCC AND XRCC DNA-REPAIR NETWORKS	Kampalli Praveen Kumar Dr. Afroz Alam Dr. Sujatha Peela	Banasthali Vidyapith, India Dr. B. R. Ambedkar University, India
ZOONOTIC RISKS ASSOCIATED WITH URBAN STRAY CAT POPULATION	Vikram Chandu V Sivassarane V	Rajiv Gandhi Institute of Veterinary, India
DENTAL PROBLEMS IN PATIENTS WITH ALZHEIMER'S DISEASE AND PARKINSON'S DISEASE DEMENTIA WITH LEWY BODIES	Maria Ciubotaru Prof. Dr. Alin Stelian Ciobica	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania
EFFECTS OF TARTRAZINE EXPOSURE ON BEHAVIOR AND LOCOMOTOR ACTIVITIES IN ZEBRAFISH (DANIO RERIO)	Malina Visternicu PhD Alexandra Savuca Cătălina Ionescu PhD Viorica Rarinca Prof. Dr. Alin Ciobica	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania

16.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Tuğba Turan

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AN OVERVIEW OF CHILD POVERTY IN TURKEY: AN ANALYSIS OF TÜİK DATA	Dr. Meryem GÜL Assist. Prof. Dr. Cemalettin LEVENT Assist. Prof. Dr. Ahmet USANMAZ Assist. Prof. Dr. Hüseyin DOĞAN	Ağrı İbrahim Çeçen University, Türkiye
HOW AZERBAIJAN'S LABOR INCOME STRUCTURE SHIFTED OVER 2011–2021: EVIDENCE FROM SECTORAL MULTIPLIERS AND NETWORK CENTRALITY ANALYSIS	Seyfullazadə Natiq	Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan
VOLATILITY DYNAMICS OF RISK TENDENCIES ACROSS DIFFERENT INVESTOR GROUPS IN TÜRKIYE	Res. Assist. Kübra KARADAĞ Prof. Dr. Mehmet Kenan TERZIOĞLU	Trakya University, Türkiye
ANALYSIS OF THE DYNAMIC DEPENDENCE STRUCTURE AMONG INVESTOR GROUPS' RISK TENDENCIES THROUGH MGARCH MODELS	Res. Assist. Kübra KARADAĞ Prof. Dr. Mehmet Kenan TERZIOĞLU	Trakya University, Türkiye
SMELLS LIKE MONETARY INTELLIGENCE: MONETARY POLICY IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Dr. Tuğba Turan Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım	University of Namik Kemal, Turkey
THE DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY HEALTH INSURANCE IN TÜRKIYE: DETERMINANTS OF DEMAND AND ITS EFFECTS ON THE HEALTHCARE SYSTEM	Assist. Prof. Dr. Sibel ÖLMEZ CANGİ Pınar EVSEN	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
SOCIAL EXCLUSION AND CONSUMER CHOICES FROM A COMPENSATORY CONSUMPTION PERSPECTIVE	Lect. Dr. Nazlı TIĞLI	Van Yüzüncü Yıl University, Türkiye

16.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-2

Ankara Local Time	Zoom Meeting ID: 844 6001 0824
15 00 : 17 00	Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. İlhan EROĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THE CHANGING FACE OF DOCUMENTS IN TAX LAW: ELECTRONIC DOCUMENTS	Assoc. Prof. Dr. Yasemin TAŞKIN	İstanbul University, Türkiye
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY FROM THE PERSPECTIVE OF OPPORTUNITIES AND THREATS	Prof. Dr. İlhan EROĞLU Ülkü SATANER	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON MACROECONOMIC CONDITIONS: AN ASSESSMENT OF THE REAL AND FINANCIAL ECONOMY	Duygu YILMAZ Prof. Dr. İlhan EROĞLU	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
COMPARISON OF PARTICIPATION BANKS AND SAVINGS FINANCE COMPANIES IN TERMS OF INTEREST-FREE HOUSING FINANCE	Prof. Dr. Erdal ARSLAN Assist. Prof. Dr. Ali BORA Selim TAŞAR	Selçuk University, Türkiye
THE ROLE OF ENERGY TAXES IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN ANALYSIS OF OECD COUNTRIES	Assoc. Prof. Dr. Gamze Yıldız ŞEREN Prof. Dr. Ömer ESEN	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
DATA MANAGEMENT: AN ASSESSMENT OF HEALTHCARE INSTITUTIONS	Halise EROĞLU Assoc. Prof. Dr. Murat TÜRK Prof. Dr. İlhan EROĞLU	Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION EXPENDITURES ON THE CARBON FOOTPRINT: EVIDENCE FROM ASYMMETRIC PANEL FOURIER ANALYSIS FOR 26 OECD COUNTRIES	Prof. Dr. Ömer ESEN	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye

16.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 ^{00} : 17 ^{00}		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Ana NEACSU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
THERMODYNAMIC INSIGHTS INTO SOME POLAR AMINO ACIDS: A CALORIMETRIC STUDY	Ana NEACSU Daniela GHEORGHE Ancuta Mihaela SOFRONIA	Institute of Physical Chemistry - Ilie Murgulescu of the Romanian Academy, Romania
GREEN SYNTHESIS OF HIGH-SURFACE-AREA ZNO USING ARGANIA PRESS-CAKE, OPTIMIZED VIA BOX-BEHNKEN DESIGN, INTEGRATED INTO CHITOSAN-CLAY BEADS FOR DYE DEGRADATION AND REGENERATED FOR CU^{2+} PHOTOREDUCTION	Soukaina El Bourachdi Yassine Rakcho Amal Lahkimi Abdelhay El Amri Ali Raza Ayub Amal Lahkimi	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco Cadi Ayyad University (UCA), Morocco
COMPARISON OF GC-FID AND GC-MS BIOLOGICAL ACTIVITIES USING METHANOL FRACTION OF CUMINUM CYMINUM LEAVES	Chinedu Happiness Uzoagulu	State University of Medical and Applied Science, Nigeria
SELF COMPACTING CONCRETE USING PALM KERNEL SHELL AS PARTIAL REPLACEMENT FOR COARSE AGGREGATE	LAWAL N.A. OLAOYE J.O	Federal Polytechnic Ilaro Ogun State, Nigeria
APPLICATION OF GEOMETRIC AVERAGE MODEL FOR IDENTIFYING HIGH MINERALIZATION ZONES USING GAMMA-RAY SPECTROMETRY DATA IN THE BOKE BAUXITE DISTRICT, REPUBLIC OF GUINEA	Adama SANGARE Lahsen ACHKOUCH Younesse El CHEIKH	Hassan First University of Settat, Morocco
VALORIZATION OF LEMNA GIBBA BIOMASS AS A SUSTAINABLE CORROSION INHIBITOR FOR MILD STEEL IN SULFURIC ACID SOLUTION	Farah Gourchane Maha EL Hawary Younes Kerroum Abdelkbir Bellaouchou	Mohammed V University in Rabat, Morocco
ENGINEERING AMORPHOUS ARCHITECTURES: THE COMPETING ROLES OF LITHIUM AND NIOBIUM IN NOVEL PHOSPHATE GLASSES	OUHRA Zineb Laourayed Mohamed El Hawary Maha BELLAOUCHOU Abdelkbir EL MOUDANE Mouloud	Mohammed V University in Rabat, Morocco
COMPARATIVE STUDY BETWEEN PALM KERNEL OIL SOAP AND JATROPHA OIL SOAP	Hauwa Abubakar Balarabe Kazeem Ibraheem Ajadi Abdullahi Nuraddeen Bakori	Bayero University, Kano Ahmadu Bello University, Nigeria Kaduna Polytechnic, Nigeria
PERFORMANCE EVALUATION OF HYDROTHERMALLY PREPARED Ce-DOPED $SrSnO_3$ FOR ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE	Shahzaib Khan Soumaya Gouadria Abdullah G. Al-Sehemi Abhinav Kumar Prof. Muhammad Usman	Government College University Faisalabad, Pakistan

16.05.2026 / ONLINE SESSION-3 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	15 00 : 17 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: PhD Dragos MANEA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
CROSS-PLATFORM MODERNIZATION OF HYPERSPECTRAL IMAGING SOFTWARE FOR SKIN OXYGENATION AND MELANIN ANALYSIS	PhD Dragos MANEA	National Institute of Research and Development for Optoelectronics, Romania
ADHERENCE TO THE MEDITERRANEAN DIET IN PATIENTS UNDERGOING RENAL REPLACEMENT THERAPY IN MOROCCO	Rachida MOUSTAKIM Firdaous FRIKI Imane BARAKAT Mohamed MZIWIRA Rekia BELAHSEN	Chouaib Doukkali University, Morocco Higher Normal School of Hassan II University, Morocco
BIOENGINEERED SOLUTIONS IN THE GOLDEN HOUR: A SYSTEMATIC REVIEW OF TRAUMA NURSING PERSPECTIVES	PhD Aisha A. Ohieku	University of Abuja, Nigeria
COMPARATIVE EFFECTS OF PHONOPHORESIS WITH DICLOFENAC SODIUM VERSUS THERAPEUTIC ULTRASOUND WITH CONVENTIONAL PHYSICAL THERAPY IN KNEE OSTEOARTHRITIS	Dr. Muhammad Atif Khan	Nazeer Hussain University, Pakistan
VISUAL ARTS PEDAGOGICAL THERAPY AND STRUCTURED ENVIRONMENTAL ECOLOGY: AUTISM-FRIENDLY RESIDENTIAL MICRO-ENVIRONMENTS DURING COVID-19	Zsuzsanna Hedvig Szikora Dr. habil. Judit Forrai	Wesley Theological College, Hungary Semmelweis University, Hungary
EPIDEMIOLOGY, RISK FACTORS, CLASSIFICATION, PROGNOSTIC MARKERS, AND CURRENT THERAPEUTIC STRATEGIES FOR BREAST CANCER	Maroua RIAD Jamal MABROUKI Ahmad AL-SHAMI	Mohammed V University in Rabat, Morocco
FEATURES OF RENAL AND LUMBAR HEMODYNAMICS DURING MUSCLE CONTRACTION AND AFTER COFFEE INTAKE IN STUDENTS	Ruslan SHEVERDIN PhD Victor KAZAKEVICH	Belarusian State University, Republic of Belarus
PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS TO LONG-TERM APNEA TRAINING IN FREEDIVERS: MECHANISMS OF SURVIVAL AND RISK OF MALADAPTATION	Alona CHUBARYKOVA Yevdokiya RESHETNIK Olga PODPALOVA Mariia CHERNYKH Svitlana BYCHKOVA	Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 ^{00} : 12 ^{00}		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Seyda AYDOGDU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
DESIGN AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF A REDOX-RESPONSIVE GLUCOSE-MITOMYCIN C CONJUGATE TARGETING GLUT1 AND GLUT3 TRANSPORTERS	Mehmet Emin Yazıcı Doğukan Çoban Sezgin Güneş Neslihan Hekim	Ondokuz Mayıs University, Türkiye
UTILIZATION OF HYDROPHOBIC DEEP EUTECTIC SOLVENT-MODIFIED MAGNETIC NANOPARTICLES FOR THE MICROEXTRACTION AND DETERMINATION OF 2,4-DICHLOROPHENOL IN WATER SAMPLES	Assist. Prof. Dr. Elif YILDIZ	Zonguldak Bülent Ecevit University, Türkiye
A DENSITY FUNCTIONAL THEORY STUDY OF THE REACTIVITY PROPERTIES AND DEGRADATION OF IMIDACLOPRID	Assist. Prof. Dr. Seyda AYDOGDU	Yildiz Technical University, Türkiye
CORRECTION OF PILE-UP DISTORTIONS AND OPTIMIZATION OF TISSUE DIFFERENTIATION IN PHOTON-COUNTING DETECTOR SPECTRAL MAMMOGRAPHY USING NEURO-ADAPTIVE METHODS	Gunay Khasmammadova Aygun Aghasiyeva Azizagha Aliyev Agshin Salimzade Murad Yusifov	Azerbaijan Technical University, Azerbaijan
IMPACT OF CTAB SURFACE MODIFICATION ON CO_2 ADSORPTION PERFORMANCE OF ZIF-7: TOWARD A HYBRID EXPERIMENTAL–COMPUTATIONAL STRATEGY	Res. Assist. Mahammadali Ayralov	Baku Engineering University, Azerbaijan
FIELD-BASED INVESTIGATION OF WHEEL (BODEN) WEAR BEHAVIOUR IN E23000 TRAIN SETS: EFFECTS OF INITIAL OPERATION, BOGIE POSITION AND LINE CHARACTERISTICS	İbrahim Yılmaz Kadir Akif Ertan Assist. Prof. Dr. Celalettin Baykara	Sakarya University of Applied Sciences, Türkiye

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Alina Amanzhol

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
REPRESENTATION OF PEER BULLYING IN DIGITAL NEWS MEDIA	Assoc. Prof. Dr. Selin KİRAZ DEMİR Assist. Prof. Dr. Akın AY	Amasya University, Türkiye
FROM URBAN GHETTOS TO THE CYBER WORLD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF URBAN SPACE AND NEW MEDIA USE ON INDIVIDUALS' IDENTITY FORMATION: THE CASE OF GAZİ NEIGHBORHOOD	Cem EREN	Marmara University, Türkiye
UTOPIAN SOCIALISM AND ITS IMPORTANT THINKERS	Nisanur KARACA	Karabük University, Türkiye
THE EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF NATO'S CRISIS MANAGEMENT APPROACH	Dr. Mehmet Kaan ÖNEM	Independent Researcher, Türkiye
CONTENT ANALYSIS OF THE WEBSITES OF COFFEE HOUSES IN KAYSERI: GASTRONOMIC IDENTITY AND PRESENTATION STRATEGIES	Assoc. Prof. Dr. Seda DERİNALP ÇANAKÇI Zarsheda Talabovna QURBONOVA	Erciyes Üniversitesi, Türkiye
CONSTITUTIONAL CONTROL AND CONSTITUTIONAL SUPERVISION: PROBLEMS OF DIFFERENTIATION IN MODERN LEGAL DOCTRINE	Orujlu Rustam Afgan oglu	Centre of Forensic Expertise of the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Mariana VATAMANITA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
TÜRKIYE AS AN EMERGING ENERGY HUB AND ITS ROLE IN ENERGY DIPLOMACY AND REGIONAL SECURITY IN THE SOUTH CAUCASUS AND EU CONTEXT 2002–2024	Mahammad Ahmadov	Maria Curie-Skłodowska University, Poland
ESCALATION DYNAMICS IN THE KASHMIR CONFLICT: NUCLEAR DETERRENCE, CRISIS BEHAVIOUR, AND REGIONAL INSTABILITY IN SOUTH ASIA	Deboleena Bhattacharya	Maria Curie-Skłodowska University, Poland
ETHNOCHEMISTRY AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: POSITIONING INDIGENOUS CHEMICAL KNOWLEDGE WITHIN GLOBAL SUSTAINABILITY FRAMEWORKS	Abdulkadir HALLIRU	Umaru Musa Yar'adua University, Nigeria
A STUDY OF THE FOOD SECURITY AND THE PATTERN OF CONSUMPTION OF FOOD BY RURAL WOMEN IN ASSAM: A CASE STUDY IN THAURA JAPIHOJIA VILLAGE OF SIVASAGAR, ASSAM	Dr. Saurabh Kumar Sarma	Academic Councilor IGNO University, India
THE ROLE OF PUBLIC OFFICIALS IN PREVENTING CORRUPTION PERMITS: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE REPUBLIC OF MOLDOVA AND EUROPE	Dr. Mariana VATAMANITA	"Constantin Stere" University, Republic of Moldova
LEGAL DELIMITATION OF FORCED MARRIAGE FROM HUMAN TRAFFICKING IN CRIMINAL LAW	Milea DIANA	"Constantin Stere" University, Republic of Moldova
EXPONENTIAL-TYPE ESTIMATORS FOR MEAN ESTIMATION UNDER COMPLETE AND PARTIAL AUXILIARY INFORMATION UNDER CIRCULAR SYSTEMATIC SAMPLING	Muhammad Irfan Kainat, Maria Javed Muhammad Ali Raza Muhammad Ali Hussain	Government College University, Pakistan NingboTech University, China
SPEED, POWER, AND SILENCE AN ANALYSIS OF JOURNALISTS' PERCEPTIONS OF THE ALBANIAN MEDIA LANDSCAPE	Dr. Irena Myzeqari	European University of Tirana, Albania

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Ahmed Osmane

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
GOVERNANCE AND WATER RESILIENCE: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE	Ahmed ZYAT KHALID Oussama CHAIB	Cadi ayyad University, Morocco
HEALTH AND DISEASE IMPLICATIONS OF PEARL MILLET IRRIGATED WITH TRICKLING FILTER-TREATED WASTEWATER IN SEMI-ARID NORTH AFRICA	Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	Agadir University Ibn Zohr, Morocco Cadi Ayyad University, Morocco
ASSESSING THE NUTRITIONAL AND HEALTH OUTCOMES OF MILLET GROWN WITH TRICKLING FILTER-EFFLUENT UNDER ARID NORTH AFRICAN CONDITIONS	Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	Agadir University Ibn Zohr, Morocco Cadi Ayyad University, Morocco
ADSORPTION OF POLYPHENOLS EXTRACTED FROM OLIVE OIL BY POZZOLAN-BASED BEADS AND SODIUM ALGINATE	Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	Agadir University Ibn Zohr, Morocco Cadi Ayyad University, Morocco
SYNTHESIS OF POZZOLAN (AZROU-TIMAHDITE) AND SODIUM ALGINATE BEADS FOR EFFICIENT ADSORPTION OF OLIVE OIL POLYPHENOLS	Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	Agadir University Ibn Zohr, Morocco Cadi Ayyad University, Morocco
BUSINESS ADMINSTRATION LOGISTICS	Aishwarya S	R.M.K. Engineering College, India
WHAT DRIVES PUBLIC FINANCE DEFICITS IN THE EMERGING ECONOMIES? A THEORETICAL INVESTIGATION	CHAIB Oussama ZIKY Mustapha ZYAT KHALID Ahmed	Cadi ayyad University, Morocco
VALORIZATION OF WASTE ROCKS FROM THE FORMER FRENCH MINING COMPANY OF MIBLADEN: RECOVERY OF LEAD AND BARITE	BKIRI Abderrahim	Institution: Faculty of Sciences of Kénitra

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-5

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. K.R.Padma

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
ANALYSIS OF PRODUCTION RESULTS OF LAYER HENS IN CONDITIONS OF ORGANIC PRODUCTION	Prof. Dr. Bratislav Pešić Prof. Dr. Nikola Stolić Prof. Dr. Nebojša Zlatković	Toplicka Academy of Vocational Studies, Serbia
EVALUATION OF FRUIT PULP SOLVENT EXTRACTS OF XIMENIA AMERICANA ON SOME PATHOGENIC BACTERIA	Aminu Idi Muhammad Aminu Umar Abdullahi Nasir	Bayero University, Nigeria Umaru Musa Yar'adua University, Nigeria
NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF WHEAT-UNRIPE PLANTAIN COMPOSITE COOKIES BASED ON PROXIMATE AND MINERIAL ANALYSIS	Ezeofor Nebechi Jane	Federal Polytechnic, Nigeria
ADVANCING FOOD SAFETY IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: CURRENT PROGRESS, CHALLENGES, AND FUTURE DIRECTIONS	Babita Gupta	Integral University, India
COMPARATIVE STUDY OF MAILLARD-INDUCED CROSSLINKING IN STARCH–SOY PROTEIN SYSTEMS: EFFECT OF STARCH CONCENTRATION AND BOTANICAL ORIGIN	Vaishanvi Kanwar	I. K. Gujral Punjab Technical University, India
PRODUCTION OF POLYLACTATE FROM FRUIT, VEGETABLE WASTE, AND RICE USING DIFFERENT LACTIC ACID BACTERIA AND THEIR CONSORTIUM	Assist. Prof. K.R.Padma	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), India
UNRAVELING SELECTIVE ADSORPTION MECHANISMS IN EUCALYPTUS CAMALDULENSIS-DERIVED GREEN NANOCOMPOSITES VIA MULTI-SCALE MOLECULAR MODELING	Fatima Charboub Abdallah Albourine Rachid Ait Akbour	Ibn Zohr University, Morocco
INNOVATIVE STRATEGIES FOR AQUATIC SAFETY ENHANCEMENT: ELIMINATION OF NOVEL POLLUTANTS WITH INTEGRATED ECOLOGICAL HAZARD ASSESSMENT	Abderrazzak Ihouaten Khadija El-Moustaqim Jamal Mabrouki	Mohammed V University in Rabat, Morocco

17.05.2026 / ONLINE SESSION-1 / HALL-6

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	10 00 : 12 00		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Ronel S. De Guzman

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
REVISITING SPUTTERING PHYSICS: PERSPECTIVE ON THIN FILM PRECISION ENGINEERING	BOUAZZA Abdelkader	University of Tiaret, Algeria
NUMERICAL MODELING OF TRIBOLOGICAL BEHAVIOR OF FILLED POLYMER UNDER DRY SLIDING CONDITIONS	TELDJOUN Mohamed OUALI Mohammed	Khemis Miliana University, Algeria
INFLUENCE OF MECHANICAL PROPERTIES ON THE STRUCTURAL BEHAVIOR FACTOR OF REINFORCED CONCRETE BEAMS	Mohammed OUALI Mahfoud TOUHARI Mohamed TELDJOUN	Khemis Miliana University, Algeria Hassiba Benbouali University of Chlef, Algeria
PRELIMINARY SURVEY OF INSECTS OF CASHEW (Anacardium occidentale L.) IN PRMSU SAN MARCELINO, ZAMBALES, PHILIPPINES	Daisy C. Dalit Rico L. Piga Kimberly Ann S. Domingo	President Ramon Magsaysay State University, Philippines
PRELIMINARY SURVEY OF INSECTS ASSOCIATED WITH DRAGON FRUIT (Hylocereus undatus) IN SELECTED FARMS IN ZAMBALES, PHILIPPINES	Alyssa P. Balaoing Kimberly Ann S. Domingo	President Ramon Magsaysay State University, Philippines
PERFORMANCE OF SNAPBEANS (Phaseolus vulgaris L.) APPLIED WITH MYCORRHIZAE AND VARYING LEVELS OF FULVIC ACID	Ronel S. De Guzman Justine Gabriel H. Coronel Maybelyn P. Dumlao	President Ramon Magsaysay State University, Philippines
NAPHTHALENE ACETIC ACID (NAA) AND FERMENTED AZOLLA EXTRACT SUPPLEMENTATION IN HYDROPONICALLY GROWN CELERY (Apium graveolens L.)	Ronel S. De Guzman Reinz E. Grimaldo Joyce Ann C. Revasto	President Ramon Magsaysay State University, Philippines
NANO-ENCAPSULATED MANGOSTEEN PEEL: AN ECONOMIC EVALUATION OF ITS USE AS A PHYTOGENIC ADDITIVE IN APEC-INFECTED BROILERS	Ristina Siti Sundari Andri Kusmayadi	Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Indonesia

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-1

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Zeynep Sağır

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NURSING: YESTERDAY, TODAY, AND TOMORROW	Haticekübra İLTER Assoc. Prof. Dr. Fatma TOK YILDIZ	Sivas Cumhuriyet University, Türkiye
INCREASE IN SMOKING ADDICTION AFTER THE EARTHQUAKE: AN EXAMINATION OF ADDICTION BEHAVIORS AMONG EARTHQUAKE SURVIVORS IN MALATYA	Assoc. Prof. Dr. Zeynep Sağır Fatih Baysal Hilal Akçay Muhammed Hasan Baki	Malatya Turgut Özal University, Türkiye
A QUALITATIVE STUDY ON THE FUTURE ANXIETY OF UNAPPOINTED TEACHERS	Assoc. Prof. Dr. Zeynep Sağır Efsa YÜCEL	Malatya Turgut Özal University, Türkiye
EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STRESS STATUS AND NUTRITION HABITS OF STUDENTS PREPARING FOR THE MEDICAL SPECIALIZATION EXAM	Esma TAŞ Assist. Prof. Dr. Derya Dursun SAYDAM	Halic University, Türkiye Istanbul Yeni Yuzyil University, Türkiye
PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF HIGH-ALTITUDE EXERCISES ON THE ORGANISM	Murat AYDIN Yeliz PEHLİVAN	İstanbul Health Sciences University, Türkiye
THE EFFECT OF TRAINING USING VIRTUAL REALITY (VR) TECHNOLOGIES ON SPORTS PERFORMANCE	Beyzanur BAL Yeliz PEHLİVAN	İstanbul Health Sciences University, Türkiye
EVALUATION OF PSYCHOLOGICAL FOOD AND SOCIAL MEDIA ADDICTIONS AMONG UNIVERSITY STAFF	Meryem Gözde KOÇAK Prof. Dr. Vugar Ali TÜRKSOY	Yozgat Bozok University, Türkiye
ANESTHESIA MANAGEMENT DURING THE PERIOPERATIVE PERIOD IN TWO CASES DIAGNOSED WITH ROCURONIUM ALLERGY	Dr. Serap Karakaş Dr. Niyazi Şafak Arslan Assoc. Prof. Dr. Sedat Saylan Assoc. Prof. Dr. Ali Akdoğan	Karadeniz Technical University, Türkiye

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-2

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Nazan KORUCUK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
EVALUATION OF OECD MEMBER COUNTRIES BASED ON ECONOMIC INDICATORS USING MULTIDIMENSIONAL SCALING ANALYSIS	Aylin ALKAYA Emine ÇİÇEK Tuğba DEĞERLİ	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye
A COMPARATIVE ASSESSMENT OF OECD MEMBER COUNTRIES ACCORDING TO THE SOCIOECONOMIC INDICATORS USING CLUSTER ANALYSIS	Aylin ALKAYA Emre ÖZBAY Halil YAVUZ Yiğit Arslan ERTUNA	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye
SOCIAL STATE PRACTICES IN THE DIGITAL AGE: DIGITALIZATION OF PUBLIC SERVICES	Lect. Yeliz BULUT Lect. Sibel DUYGULU	Yozgat Bozok University, Türkiye
THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITALIZATION AND TECHNOLOGY ADDICTION: A COMPARATIVE ANALYSIS ON CHILDREN IN TURKEY	Lect. Sibel DUYGULU Lect. Yeliz BULUT	Yozgat Bozok University, Türkiye
FUZZY TOPSIS-BASED PRIORITISATION OF DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS IN PARTICIPATION BANKING: A MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS UNDER UNCERTAINTY	Mahmut Emin SARIKAYA Dogan SENGUL	İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye
FUZZY SERVQUAL BENCHMARKING OF TURKISH TELECOMMUNICATIONS OPERATORS: IMPLICATIONS FOR THE COST OF POOR QUALITY AND CUSTOMER RETENTION	Mahmut Emin SARIKAYA Feyza KULE Dogan SENGUL	İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye
VISIBLE FACIAL DIFFERENCE, STIGMA, AND DISCRIMINATION: A REVIEW FROM A SOCIAL WORK PERSPECTIVE	Lect. Elvan ULUCAN ÖZKAN	Çankırı Karatekin University, Türkiye
THE IMPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BLOCKCHAIN-BASED SMART SUPPLY CHAINS ON PHARMACEUTICAL MARKETING	Assist. Prof. Dr. Ömer CENGİZ Assist. Prof. Dr. Nazan KORUCUK	Kafkas University, Türkiye

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-3

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dorothée Tchada

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
GRAMMATICAL COHESION IN DESCRIPTIONS AND CONVERSATIONS OF TWO SELECTED EXCERPTS FROM CHARLES DICKENS'S GREAT EXPECTATIONS	Dorothée Tchada	University of Abomey-Calavi, Benin Republic
THE DEVELOPMENT OF COMMUNICATION SKILLS THROUGH INTERACTIVE ENGLISH LANGUAGE CLASSES AT A NON-LANGUAGE UNIVERSITY	Assel KASSYMOVA	S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Kazakhstan
LOOKING BACK TO INDIA: A LIGHT ON A. K. RAMANUJAN'S POETRY	Jaheda Sharmin Urmi	Metropolitan University, Sylhet, Bangladesh
PERCEPTION AND USE OF DRONE TECHNOLOGY IN NEWS GATHERING AND REPORTING IN NIGERIA	Saidu Abdulrahman Anas Saleh Muhammed Sani Babakatun	Abdu-Gusau Polytechnic Talata Mafara, Nigeria
APPLICATIONS OF TRANSFORMATION SEMIGROUPS IN REAL-WORLD SYSTEMS	Aviram Panda Mosarof Sarkar	C.V. Raman Global University, India

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-4

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Melik Sami

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
APPLICATION OF DAYLIGHTING STRATEGIES IN THE DESIGN OF AN ARCHITECTURAL CRAFT LABORATORY FOR THE SCHOOL OF ARCHITECTURE, FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, MINNA.	Atanu Ojoajogwu Josiah Dr. Lateef Ademola Lawal	Federal University of Technology, Nigeria
URBAN PLANNING AND ARCHITECTURAL REGULATIONS FOR THE IMPROVEMENT OF INDOOR AIR QUALITY IN BOMU, EGBEMA AND OBITE OIL-PRODUCING COMMUNITIES TO MITIGATE THE POLLUTION CAUSED BY GAS FLARING IN RIVERS STATE, NIGERIA	Amira Abdul-Azeez	Ahmadu Bello University, Nigeria
FROM CURVES TO STRUCTURES: MATHEMATICAL MODELING OF FREE-FORM ARCHITECTURE THROUGH DIFFERENTIAL GEOMETRY	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University, Algeria
VORONOI DIAGRAMS AND HUMAN BEHAVIOR: SPATIAL CONFIGURATION AND MOVEMENT PATTERNS IN ARCHITECTURE	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University, Algeria
PROPORTION AS A DESIGN LANGUAGE: MATHEMATICAL FRAMEWORKS IN CLASSICAL AND CONTEMPORARY ARCHITECTURE	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University, Algeria
MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF GENERATIVE ARCHITECTURE: MORPHOGENESIS THROUGH RULE-BASED GEOMETRY	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University, Algeria
MORTALITY IN PATIENTS WITH INTRACEREBRAL HEMORRHAGE	Assoc. Prof. Dr Afsheen Mahmood	Khyber Girls Medical College, Pakistan

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-5

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Zubia Shah

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
MICROBIAL CONTAMINATION AND ANTIBIOTIC RESISTANCE IN SOLID WASTE DUMPING SITES: IMPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL AND PUBLIC HEALTH	Dr. Akshay Chandra Deka Mr. Bikash Bania Mr. Nitul Ali Dr. Deep Prasad Panika	Regional College of Health Sciences, India Rangia College, India Nilachal College of Allied Health Sciences, India
ASSOCIATION OF SMARTPHONE USE DURING MEALS AND STUDY TIME WITH ATTENTION SPAN, EATING BEHAVIOR, SLEEP QUALITY, AND ACADEMIC PERFORMANCE IN SCHOOL- GOING CHILDREN	Km Tanu Chandra Dr. Digvijay Sharma Dr. Adarsh Kumar Srivastav	Chhatrapati Shahu Ji Maharaj University (CSJMU), India
HARNESSING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PREDICTIVE ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP AND ACCELERATED ANTIBIOTIC DISCOVERY: A MULTI-OMIC INTEGRATION FRAMEWORK	Fares Khermouche Faycal mokhtari Samir Laib Djamel Eddine Merad	University of Batna, Algeria
PROTECTIVE EFFECTS OF SOME BIOACTIVE COMPOUNDS NEUROPATHY	Pooja Rasal Gaurav Kasar	JES's SND College of Pharmacy, India Divine College of Pharmacy, India
THE USE OF AI IN HEALTHCARE: EFFICIENCY AND COMPASSION	Rafee'ah Omowunmi Aare Azeez Abeeb Adekunle	University of Ibadan, Nigeria Emanuel Alayande University of Education, Nigeria
INFLUENCE OF STRUCTURED MODERATE EXERCISE ON OXIDATIVE STRESS BIOMARKERS IN PREDIABETES	Assoc. Prof. Dr. Zubia Shah	Khyber Girls Medical College, Pakistan
THE NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF MANSORINE ON MEMORY DEFICITS INDUCED BY OKADAIC ACID IN A ZEBRAFISH MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE	Maria Crina Isac Prof. PhD. Habil. Lucian Hritcu	Alexandru Ioan Cuza University, Romania
HEART RATE VARIABILITY IN ELITE FOOTBALL: AN INTEGRATED APPROACH TO MONITORING TRAINING LOAD, RECOVERY, AND COMPETITIVE READINESS	Samir Essafi	Hassan First University of Settat, Morocco

17.05.2026 / ONLINE SESSION-2 / HALL-6

	Ankara Local Time		**Zoom Meeting ID: 844 6001 0824**
	12 30 : 14 30		Passcode: 151617

HEAD OF SESSION: Dr. Desi SIANIPAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
FAMILY WORSHIP AS A SPIRITUAL BULWARK AGAINST BRAIN ROT: A CONCEPTUAL STUDY IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION	Dr. Desi SIANIPAR Sozanolo TELAUMBANUA	Universitas Kristen Indonesia, Indonesia
RELIGION-BASED COOPERATIVES: INTEGRATING PROPHETIC VALUES, SOCIAL CAPITAL, AND COOPERATIVE EDUCATION	Dinn Wahyudin Trida Gunadi Nanang Sobarna	Ikopin University in Bandung, Indonesia
REGULATORY COMPLIANCE IN MEXICAN SMES: THE INTERPLAY BETWEEN REGULATORY BURDEN AND COMPLIANCE CULTURE	Alejandra Montes Sotelo Yazmin Isolda Álvarez García	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Mehico
DEVELOPING CRITICAL THINKING OF EFL STUDENTS USING LLMs IN HIGHER EDUCATION	Natalia Petiy Olha Kishko Tetiana Pochepetska	Uzhhorod National University, Ukraine
INTEGRATED CHARACTERIZATION OF NATURAL GROUNDWATER IN THE SOUTHERN MOROCCAN SAHARA FOR DRINKING WATER PURPOSES: MULTIVARIATE APPROACHES AND A GLOBAL WATER QUALITY INDEX	EL FAKIR El Habib LOUKILI Hayat LABYAD Soukayna BENDIDI Faycel ABROUKI Younes EL HAJJAJI Souad	Mohammed V University in Rabat, Morocco
APPLICATIONS OF AGRICULTURAL AUTOMATION AND ROBOTICS FOR IMPROVING FARM DECISION-MAKING AND RESOURCE USE EFFICIENCY	Fahad Amjad Muhammad Zain Faiqa Abid	The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan

PHOTO GALLERY

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

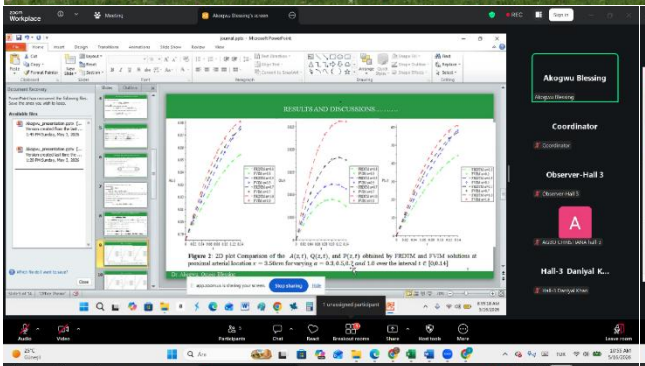
TOKAT
GAZİOSMANPAŞA
ÜNİVERSİTESİ

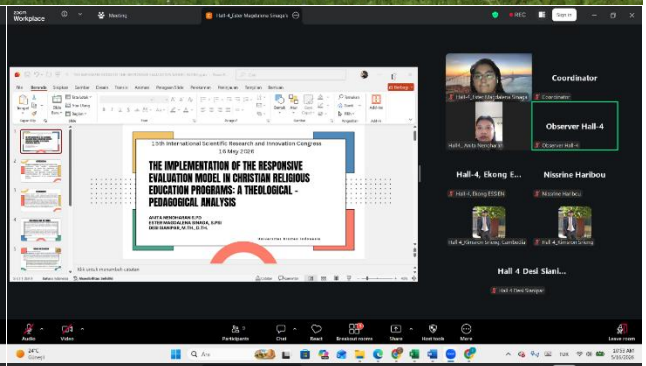
İKSAD ENSTİTÜSÜ
İKSAD INSTITUTE
İNSTYTUT İKSAD
İNSTITUTO İKSAD
İNSTITUT İKSAD
İKSAD研究所

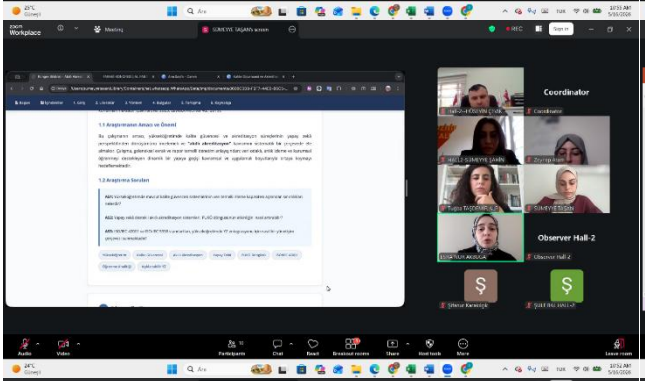
İKSAD ENSTİTÜSÜ
Tesekkür Belgesi

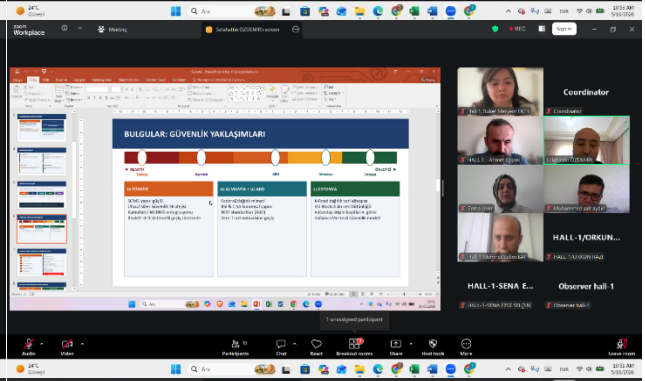
INTERNATIONAL CONGRESS OF
15th
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
RESEARCH AND INNOVATION
CONGRESS
MAY 15-17,2026

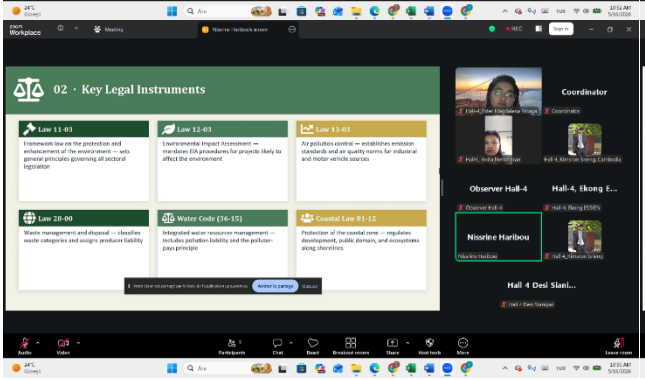
15th Al Farabi
INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
INTERNATIONAL CONGRESS OF
RECYCLING ECONOMY &
SUSTAINABILITY POLICY - IV
MAY 15-17,2026

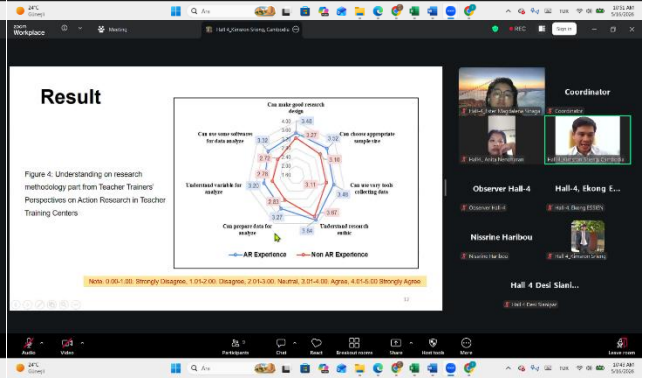

Akogwu Blessing
Coordinator
Observer-Hall 3
Hall-3 Daniyal K...

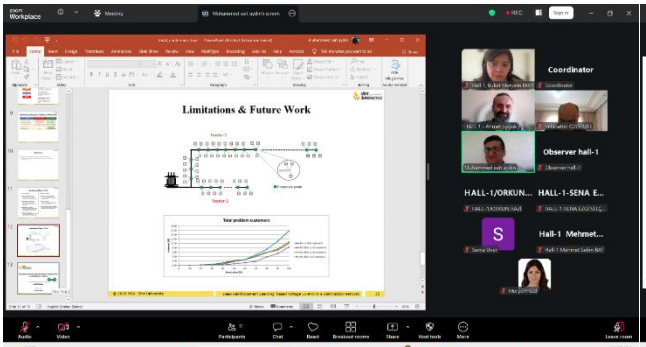

THE IMPLEMENTATION OF THE RESPONSIVE EVALUATION MODEL IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION PROGRAMS: A THEOLOGICAL - PEDAGOGICAL ANALYSIS
Coordinator
Observer Hall-4
Hall-4, Ekong E...
Nissrine Haribou
Hall 4 Desi Slani...

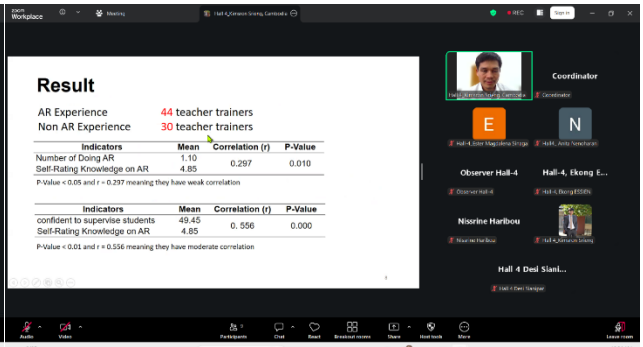

Coordinator
Observer Hall-2

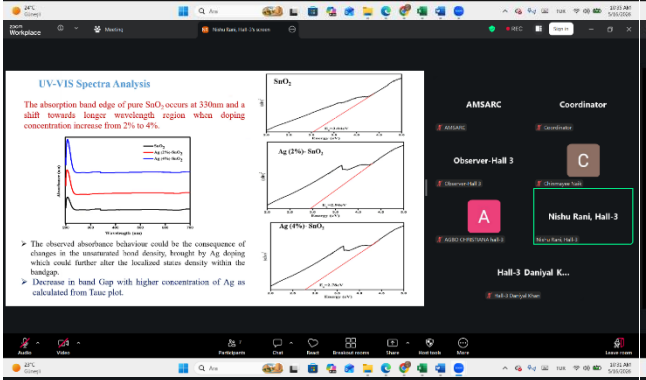

BULGULAR: GÜVENLİK YAKLAŞIMLARI
Coordinator
HALL-1/ORKUN...
HALL-1-SENA E...
Observer hall-1

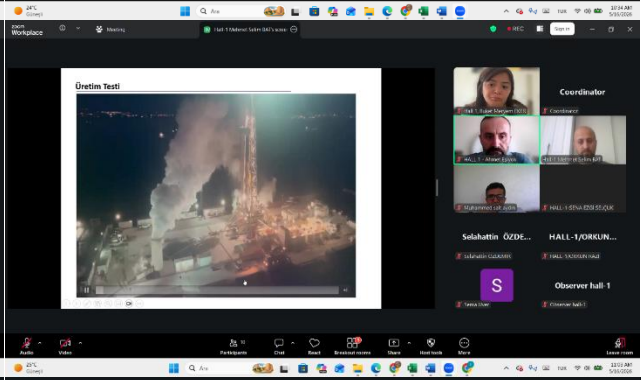

02 · Key Legal Instruments
Law 11-03
Law 12-03
Law 13-03
Law 28-00
Water Code (36-15)
Coastal Law 81-12
Coordinator
Observer Hall-4
Hall-4, Ekong E...
Nissrine Haribou
Hall 4 Desi Slani...

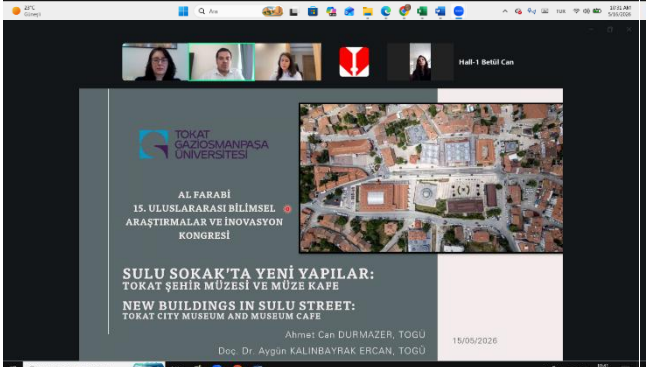

Result
Figure 4: Understanding on research methodology part from Teacher Trainers' Perspectives on Action Research in Teacher Training Centers
AR Experience
Non AR Experience
Coordinator
Observer Hall-4
Hall-4, Ekong E...
Nissrine Haribou
Hall 4 Desi Slani...


Limitations & Future Work
Coordinator
Observer hall-1
HALL-1/ORKUN...
HALL-1-SENA E...
Hall-1 Mehmet...

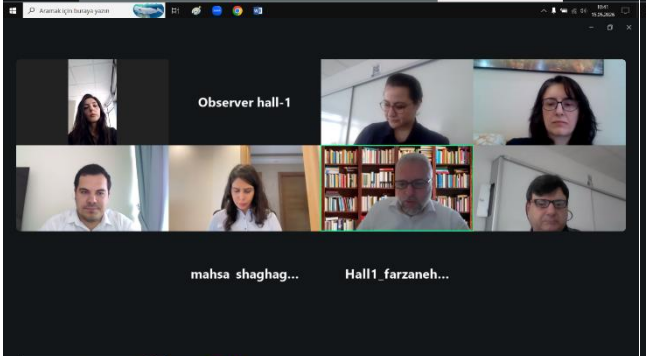

Result
AR Experience 44 teacher trainers
Non AR Experience 30 teacher trainers
Indicators Mean Correlation (r) P-Value
Number of Doing AR 1.10 0.297 0.010
Self-Rating Knowledge on AR 4.85
P-Value < 0.05 and r = 0.297 meaning they have weak correlation
Indicators Mean Correlation (r) P-Value
confident to supervise students 49.45 0. 556 0.000
Self-Rating Knowledge on AR 4.85
P-Value < 0.01 and r = 0.556 meaning they have moderate correlation
Coordinator
Observer Hall-4
Hall-4, Ekong E...
Nissrine Haribou
Hall 4 Desi Siani...


UV-VIS Spectra Analysis
The absorption band edge of pure SnO2 occurs at 330nm and a shift towards longer wevelength region when doping concentration increase from 2% to 4%.
SnO2
Ag (2%)- SnO2
Ag (4%)- SnO2
The observed absorbance behaviour could be the consequence of changes in the unsaturated bond density, brought by Ag doping which could further alter the localized states density within the bandgap.
Decrease in band Gap with higher concentration of Ag as calculated from Tauc plot.
AMSARC
Coordinator
Observer-Hall 3
Nishu Rani, Hall-3
Hall-3 Daniyal K...

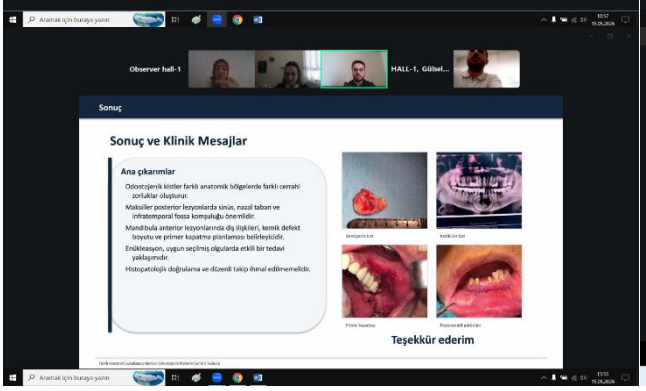

Üretim Testi
Coordinator
Selahattin ÖZDE...
HALL-1/ORKUN...
Observer hall-1


Hall-1 Betül Can
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
AL FARABİ
15. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ
SULU SOKAK'TA YENİ YAPILAR:
TOKAT ŞEHİR MÜZESİ VE MÜZE KAFE
NEW BUILDINGS IN SULU STREET:
TOKAT CITY MUSEUM AND MUSEUM CAFE
Ahmet Can DURMAZER, TOGÜ
Doç. Dr. Aygün KALINBAYRAK ERCAN, TOGÜ
15/05/2026

mahsa shaghag... Hall1_farzaneh t...
AL FARABI
15th INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
TYPOLOGICAL READABILITY AND SPATIAL MEMORY IN THE PROCESS OF ADAPTIVE REUSE: THE CASE OF THE ORHAN GAZI BATH IN THE BURSA KHANS DISTRICT
ADAPTİF YENİDEN KULLANIM SÜRECİNDE TİPOLOJİK OKUNABİLİRLİK VE MEKÂNSAL BELLEK: BURSA HANLAR BÖLGESİ'NDEKİ ORHAN GAZİ HAMAMI ÖRNEĞİ
Dr. M. Fatih AYDIN
MAYIS 2026


Observer hall-1
mahsa shaghag...
Hall1_farzaneh...

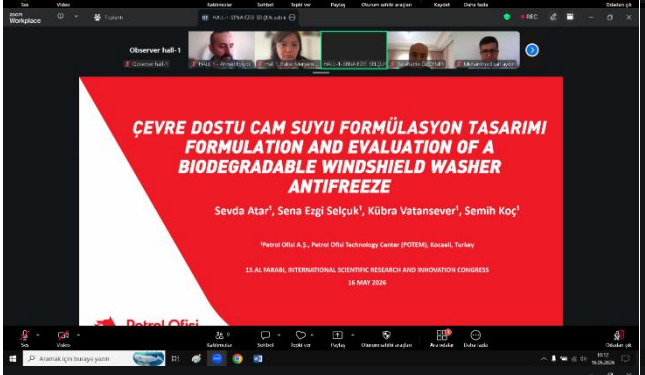
Observer hall-1
HALL-1, Gülsel...

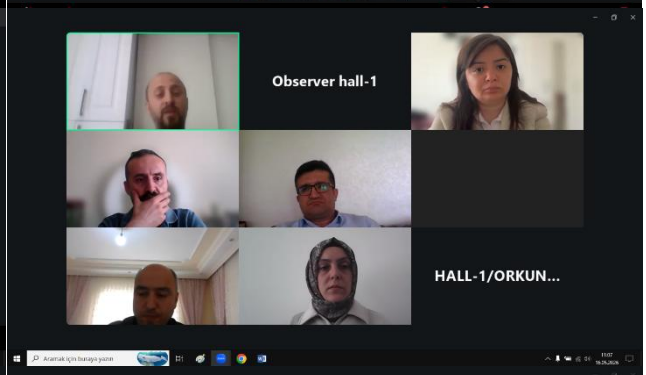

Observer hall-1
HALL-1, Gülsel...
Sonuç
Sonuç ve Klinik Mesajlar
Ana çıkarımlar
Odontojenik kistler farklı anatomik bölgelerde farklı cerrahi zorluklar oluşturur.
Maksiller posterior lezyonlarda sinüs, nazal taban ve infratemporal fossa komşuluğu önemlidir.
Mandibula anterior lezyonlarında diş ilişkileri, kemik defekt boyutu ve primer kapatma planlaması belirleyicidir.
Enükleasyon, uygun seçilmiş olgularda etkili bir tedavi yaklaşımıdır.
Histopatolojik doğrulama ve düzenli takip ihmal edilmemelidir.
Teşekkür ederim

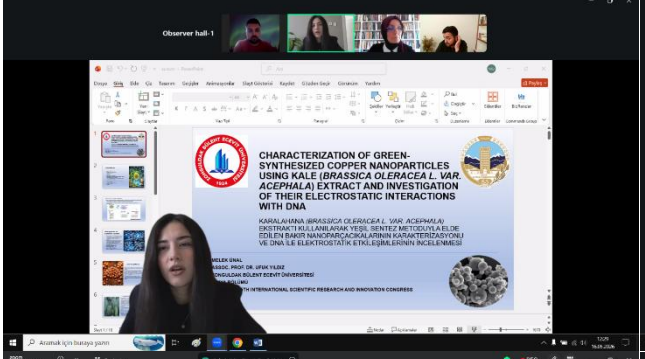
Observer Hall-2
Zuhal Tülüce

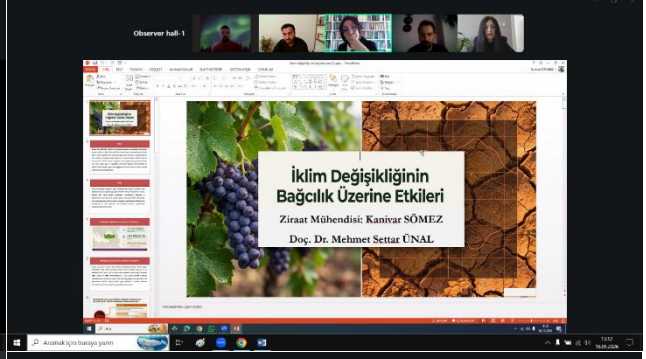
Observer Hall-2

Observer Hall-2


Observer hall-1
ÇEVRE DOSTU CAM SUYU FORMÜLASYON TASARIMI
FORMULATION AND EVALUATION OF A BIODEGRADABLE WINDSHIELD WASHER ANTIFREEZE
Sevda Atar¹, Sena Ezgi Selçuk¹, Kübra Vatansever¹, Semih Koç¹
¹Petrol Ofisi A.Ş., Petrol Ofisi Technology Center (POTEM), Kocaeli, Turkey
13.AL FARABİ INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
16 MAY 2026

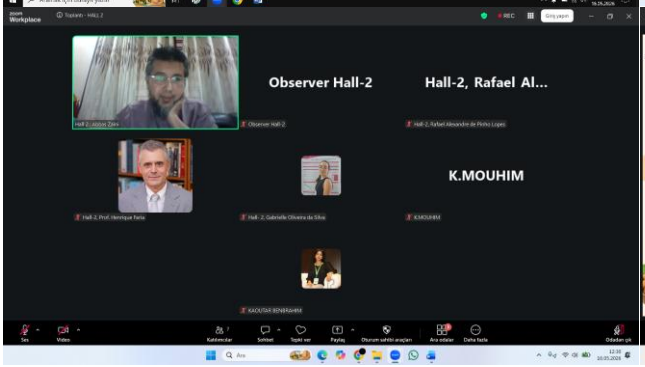

Observer hall-1
HALL-1/ORKUN...


Observer hall-1
CHARACTERIZATION OF GREEN-SYNTHESIZED COPPER NANOPARTICLES USING KALE (BRASSICA OLERACEA L. VAR. ACEPHALA) EXTRACT AND INVESTIGATION OF THEIR ELECTROSTATIC INTERACTIONS WITH DNA

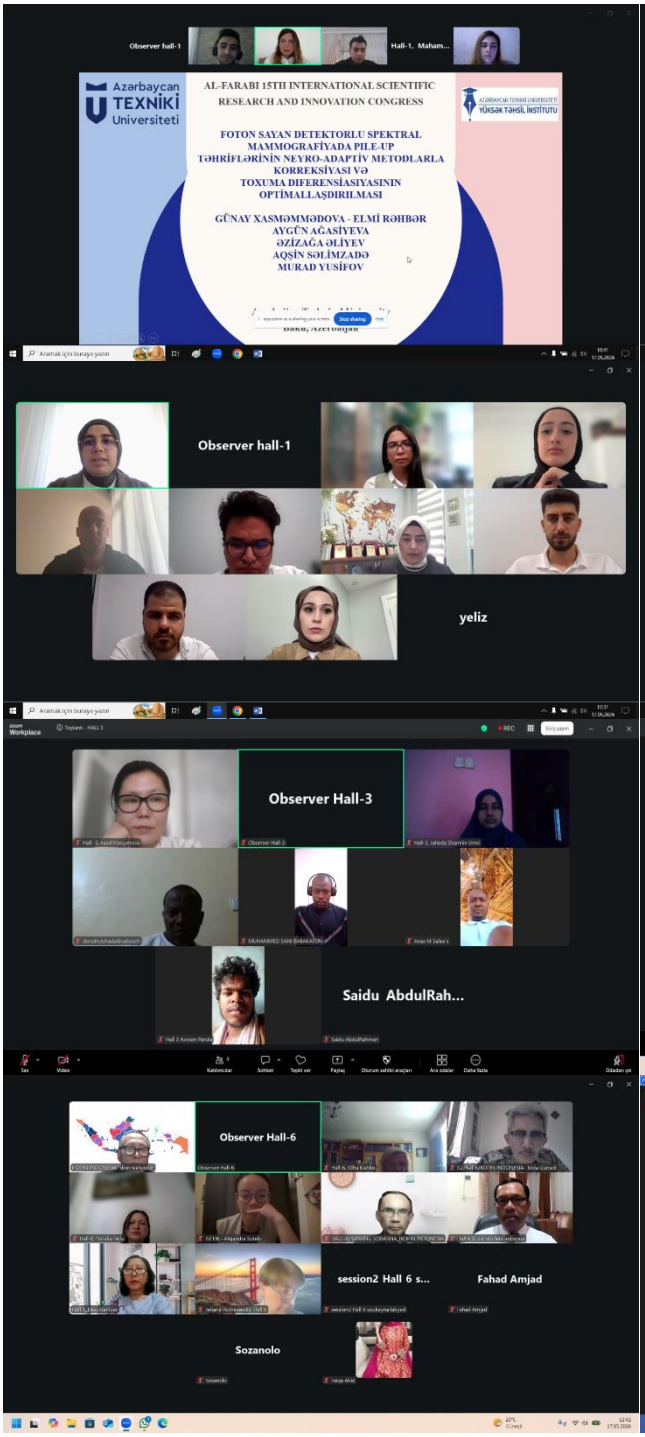

Observer hall-1
İklim Değişikliğinin Bağcılık Üzerine Etkileri
Ziraat Mühendisi: Kanivar SÖMEZ
Doç. Dr. Mehmet Settar ÜNAL

Observer hall-1
Hall 1 Natiq Sey...
TÜRKİYE'DE FARKLI YATIRIMCI GRUPLARININ RİSK EĞİLİMLERİNİN VOLATİLİTE DİNAMİKLERİ
Farklı Yatırımcı Gruplarının Şoklara, Volatiliteye ve Belirsizliğe Verdiği Tepkilerin Ekonometrik Profili (2010–2026)
AMAÇ VE BİLGİLENDİRME:
• Bu çalışma, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin volatilite dinamiklerini incelemektedir.
• Aynı piyasa şokları karşısında yatırımcı grupları benzer mi, yoksa farklı volatilite, kalıcılık ve asimetri yapıları mı sergilemektedir?
• Analiz, REKS serilerinde şok kalıcılığı, asimetrik tepki, uzun hafıza ve kalın kuyruk özelliklerini GARCH tipi modellerle karşılaştırmaktadır.

Observer Hall-2


Observer Hall-2
Hall-2, Rafael Al...
K.MOUHIM

ROYAUME DU MAROC
Université Mohammed V
Faculté des sciences
Rabat
Discipline : Chemistry
Laboratory of Materials, Nanotechnologies and Environment (LMNE)
METHODS FOR THE DETECTION OF TRACE METALLIC ELEMENTS IN DRIED FRUITS AND NUTS
Presented by: Farida AIT LHAJ
Observer-Hall 3
HALL-3 Israe AH...


Observer hall-1
Hall-1, Maham...
AL-FARABI 15TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
FOTON SAYAN DETEKTORLU SPEKTRAL MAMMOGRAFİYADA PILE-UP TƏHRİFLƏRİNİN NEYRO-ADAPTİV METODLARLA KORREKSİYASI VƏ TOXUMA DİFERENSİASİYASININ OPTİMALLAŞDIRILMASI
GÜNAY XASMƏMMƏDOVA - ELMİ RƏHBƏR
AYGÜN AĞASİYEVA
ƏZİZAĞA ƏLİYEV
AQŞİN SƏLİMZADƏ
MURAD YUSİFOV
Observer hall-1
YAPAY ZEKA VE HEMŞİRELİK; DÜN, BUGÜN VE YARIN
HATİCEKÜBRA İLTER
DOÇ.DR. FATMA TOK YILDIZ
Observer hall-1
AL FARABI
15th INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
May 15-17, 2026 | Tokat, Türkiye | Tokat Gaziosmanpaşa University
EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STRESS STATUS AND NUTRITION ATTITUDES OF STUDENTS PREPARING FOR THE MEDICAL SPECIALIZATION EXAM
yeliz
Observer Hall-3
Saidu AbdulRah...
Observer Hall-6
session2 Hall 6 s...
Fahad Amjad
Sozanolo
Observer Hall-6
H6S1 Maybelyn...
Observer Hall-4
Nissrine Haribou

CONTENT

CONGRESS ID	I
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	II
PHOTO GALLERY	III
PROGRAM	IV
CONTENT	V

Author & Paper Title	Title
İNDÜKSİYON ISITMA SİSTEMLERİNDE KAOS TABANLI TETİKLEME SİNYALLERİNİN İNCELENMESİ *INVESTIGATION OF CHAOS-BASED GATE TRIGGER SIGNALS IN INDUCTION HEATING SYSTEMS* Kenan ALTUN, Didem ALTUN	1
DESULPHATOR DEVICE DESIGN AND SIMULATION FOR DEAD BATTERIES Mustafa Ergin ŞAHİN, Aslan CHAKALOV, Theodore Azemtsop MANFO	8
DESIGN AND CONTROL OF A VERTICAL AXIS WIND TURBINE BASED ENERGY SYSTEM USING A BOOST CONVERTER Mustafa Ergin ŞAHİN, Elif Gülşah SEÇKİN	15
ORTEZ VE PROTEZ ÜRETİMİNDE KULLANILAN POLİPROPİLEN VE POLİETİLEN MALZEMELERİN MEKANİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ *EVALUATION OF THE MECHANICAL PERFORMANCE OF POLYPROPYLENE AND POLYETHYLENE MATERIALS USED IN ORTHOSIS AND PROSTHETIC PRODUCTION* Erhan BAYSAL, Nergizhan ANAÇ, Oğuz KOÇAR	25
YAPAY ZEKÂ KAYNAKLI İŞSİZLİK RİSKİ KARŞISINDA SOSYAL GÜVENLİK SİSTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: ROBOT VERGİSİ VE ALTERNATİF MODEL ÖNERİLERİ Şeyda Akkuş	34
İDARENIN VERGILENDIRME YETKISININ SINIRLARI: ÖNGÖRÜLEBILIRLIK İLKESI AÇISINDAN BIR DEĞERLENDIRME Doğan BOZDOĞAN, Amine Berra IRK, Gülizar Defne DOĞAN	40
TARHİYAT ÖNCESİ UZLAŞMA MÜESSESESİNİN VERGİ SİSTEMİNDE OLUŞTURDUĞU OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ Serhat KURT	45
10380 SAYILI CUMHURBAŞKANI KARARINDA YER ALAN BASİT USULDE VERGİLENDİRMEYE YÖNELİK DÜZENLEMELERİN ANAYASAL İLKELER ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ Serhat KURT	49
GLOBAL AVIATION ECONOMICS AND FINANCE LITERATURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE 1928-2026 PERIOD Mutlu Can SOYDAN, Yusuf Bahadır KAVAS, Burak Can KARA	58
AN AI-POWERED MOBILE PLATFORM FOR SCHOLARSHIP MANAGEMENT AND APPLICATION Atilla SUNCAK, Kemal BAYIR, Handan ACAR	68
AMBULANS VE ACİL BAKIM TEKNİKERİ OLARAK ÇALIŞANLARIN İŞ YÜKÜNÜN İNCELENMESİ Sadık KARABAĞ	77
SAĞLIK HİZMETLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: DİJİTAL EMPATİ KAVRAMININ İNCELENMESİ Gökçe KOÇYİĞİT	82
SAĞLIK KURUMLARINDA KAYNAK KULLANIMI VE ÇALIŞAN MEMNUNIYETININ İNCELENMESI Gülhan FIRAT AKBULUT	88
SAĞLIK KOMUTA KONTROL MERKEZİ ÇALIŞANLARINDA İLETİŞİM ZORLUKLARI VE KRİZ YÖNETİMİ *COMMUNICATION DIFFICULTIES AND CRISIS MANAGEMENT AMONG HEALTH COMMAND AND CONTROL CENTER EMPLOYEES* Gülşah Eken	94

Author & Paper Title	Title
HEMŞİRELER İÇİN İŞYERİNDE GASTLİNG İN ÖLÇEKLENDİRİLMESİ İNCELENMESİ Cansu Koçyiğit Atayeter	101
ZnO-NP GREEN SYNTHESIS FROM SAGE (Sideritis montana) EXTRACT Farooq Ali OBAİD, Fatma GEDİKLİ, Ayşegül ŞENOCAK	113
KAVRAMSAL BOYUTTAN UYGULAMAYA AKILLI KENT OLGUSU: KÜRESEL EĞİLİMLER VE TÜRKİYE ÖRNEĞİ Nuriye AYGIN, Sefa SAĞDIÇ, Ahmet GÜVEN	120
KÜRESELLEŞMEYE KARŞI YEREL BİR DİRENİŞ MODELİ OLARAK SAKİN ŞEHİR (CİTTASLOW): TEORİK TEMELLER VE TÜRKİYE UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME *CITTASLOW AS A LOCAL MODEL OF RESISTANCE AGAINST GLOBALIZATION: A REVIEW OF THEORETICAL FOUNDATIONS AND APPLICATIONS IN TURKEY* Sefa SAĞDIÇ, Nuriye AYGIN, Ahmet GÜVEN	133
OSMANLI VAKIF KÜLTÜRÜNDE KADINLAR TARAFINDAN KURULAN VAKIFLARIN TOPLUMSAL HAYATTA YERİ VE ÖNEMİ Nazan ARSLANEL, Ahmet ÖZKİRAZ	149
AKP ve CHP ÖZELİNDE SİYASİ PARTİ PROGRAMLARININ KADIN POLİTİKALARI BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ VE PRATİK ALANDAKİ UYUMU M. Nazan ARSLANEL	158
İBN SÎNÂ'NIN "UÇAN ADAM" DÜŞÜNCE DENEYİNİN SOKRATİK SORGULAMA TEMELLİ BİR FELSEFİ UYARAN OLARAK YENİDEN İNŞASI *RECONSTRUCTING İBN SÎNÂ'S "FLOATING MAN" THOUGHT EXPERIMENT AS A SOCRATIC INQUIRY–BASED PHILOSOPHICAL STIMULUS* Feyza YÜKSEL TEMİZ, Şenol KORKUT	168
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ÖĞRETMEN ADAYLARI ÖRNEĞİ *EVALUATION OF E-HEALTH LITERACY AMONG UNIVERSITY STUDENTS: THE CASE OF TEACHER CANDIDATES AT SIVAS CUMHURIYET UNIVERSITY FACULTY OF EDUCATION* Muhlis YILDIZ	174
DİJİTAL İLETİŞİM EMPATİ ÖLÇEĞİNİN (DCES) TÜRKÇEYE UYARLANMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI Özge MAVİŞ SEVİM, Ece LEVENTOĞLU, Gönül ÇELEBİ, Tuğba KOCADAĞ ÜNVER, Neslihan CANPOLAT ÇIĞ, Hatice DİLER	181
TIME SERIES TRENDS AND SIMPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS OF HEALTHCARE EXPENDITURES IN TÜRKIYE: 2010–2023 Mustafa Burak Karagöz	190
SOSYAL SERMAYENİN BÖLGESEL SÜRÜDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ALANINDA TEORİK BİR İNCELEMESİ *A THEORETICAL EXAMINATION OF SOCIAL CAPITAL IN THE FIELD OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT* Salih PELİT, Müşfika Nazan ARSLANEL	195
DIŞA AÇIKLIK, AR-GE VE YENİLİK PERFORMANSI ARASINDAKİ ETKİLEŞİM: BALKAN ÜLKELERİ ÜZERİNE UYGULAMA Türker ŞİMŞEK, Oğuzhan DEMİR, Emre YİĞİT	207
KARBON EMİSYON ATALETİ, YENİLENEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ, DİJİTALLEŞME VE YEŞİL İNOVASYON: 37 ÜLKEDEN DİNAMİK PANEL VERİ KANITLARI İbrahim GÜNEY	219
ADAPTİF YENİDEN KULLANIM SÜRECİNDE TİPOLOJİK OKUNABİLİRLİK VE MEKÂNSAL BELLEK: BURSA HANLAR BÖLGESİ'NDEKİ ORHAN GAZİ HAMAMI ÖRNEĞİ Mehmet Fatih AYDIN	228
SULU SOKAK'TA YENİ YAPILAR: TOKAT ŞEHİR MÜZESİ VE MÜZE KAFE Aygün KALINBAYRAK ERCAN *NEW BUILDINGS IN SULU STREET: TOKAT CITY MUSEUM AND MUSEUM CAFE* Ahmet Can DURMAZER	242
KIRSAL OKULLARDA GÖRSEL SANATLAR DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİ: YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU ÜZERİNE LİTERATÜR TEMELLİ ÖNERİLER Mahmut ÖĞ	256
2000–2025 YILLARI ARASINDA GÖRSEL SANATLAR, MATEMATİK VE YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ Mahmut ÖĞ	261

Author & Paper Title	Title
METHODOLOGICAL LIMITATIONS OF SOVIETERA HISTORIOGRAPHY IN STUDYING KAZAKHSTAN'S COLONIAL ADMINISTRATIVETERRITORIAL STRUCTURE Saule Mergentayevna Yesengeldiyeva	265
EARLY SURGICAL REPAIR OF PENILE FRACTURE: A SINGLE-CENTER EXPERIENCE *SPİNAL KİTLE OPERASYONLARINDA NIRS MONİTÖRİZASYONU İLE SPİNAL PERFÜZYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ: İKİ VAKALIK ÖN GÖZLEM* Ilke Onur KAZAZ, Goktug ATNALLAR	272
SPİNAL KİTLE OPERASYONLARINDA NIRS MONİTÖRİZASYONU İLE SPİNAL PERFÜZYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ: İKİ VAKALIK ÖN GÖZLEM Ceren Nur DUYGUN ŞAHİN, Nesibe ŞENTÜRK ÖZDEMİR, Ahmet BEŞİR, Ali Rıza GÜVERCİN	276
A REVIEW ON LIVING LABS IN SUSTAINABILITY AREAS Seda H. BOSTANCI, Seda YILDIRIM	280
WASTE ENTREPRENEURSHIP, CIRCULAR ECONOMY AND INNOVATION Seda YILDIRIM, Seda H. BOSTANCI	287
HAVACILIK YÖNETİMİNDE YEŞİL LİDERLİK *GREEN LEADERSHIP IN AVIATION MANAGEMENT* Elif ÜZEL, Özgür DEMİRTAŞ	294
BULANIK ORTAMDA OPERASYONEL RİSK YÖNETİMİ *OPERATIONAL RISK MANAGEMENT UNDER FUZZY ENVIRONMENT* Elif ÜZEL, Özgür DEMİRTAŞ	298
DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABLE LOGISTICS MANAGEMENT IN THE EAST–WEST TRANSPORT CORRIDOR: EVIDENCE FROM AZERBAIJAN Samira Rustamova Rasim	303
GOLF TURİZMİ, SU STRESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: BELEK DESTİNASYONU ÜZERİNE BİR İNCELEME *GOLF TOURISM, WATER STRESS AND SUSTAINABILITY: A STUDY OF THE BELEK DESTINATION* Melahat AVŞAR	310
ECOLOGICAL EVALUATION OF GURARA WATERFALLS FOR BIOPHILIC ECO-RESORT DEVELOPMENT IN NIGER STATE, NIGERIA Clever Frank Jirnuya, Dr. Adebisi Gafari Olabamiji	316
ENGINEERING INTELLIGENT EDGE SYSTEMS FOR REAL-TIME AI APPLICATIONS Oluwanifemi Opeyemi AGOI, Moses Adeolu AGOI, Success Eniola OGBOYE, Samuel Olayiwola AJAGA	324
PREDICTIVE MODELING OF FINANCIAL INCLUSION IN NIGERIA: A MACHINE LEARNING APPROACH TO EVALUATING FINTECH ADOPTION Victor AKOH	339
EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR NATURAL LANGUAGE PROCESSING: METHODS, CHALLENGES, AND APPLICATIONS. Anxhela Dema	344
FONKSİYONEL SAĞLIK ÖRÜNTÜLERİ MODELİ DOĞRULTUSUNDA PANKREAS KANSERİ HASTALARINDA HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI VE KANITA DAYALI ÖNERİLER *NURSING APPROACH AND EVIDENCE-BASED RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WİTH PANCREATIC CANCER IN LINE WITH THE FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS MODEL* Semiha AKIN EROĞLU, Anita KARACA	355
ROMATOİD ARTRİT HASTALARI İÇİN KANITA DAYALI KLİNİK TEDAVİ VE BAKIM ÖNERİLERİ *EVIDENCE-BASED TREATMENT AND CARE RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS* Fatma ERTEN, Semiha AKIN EROĞLU, Anita KARACA	368
AMELİYATHANE HEMŞİRELİĞİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI Beyzanur KIZILOĞLU AĞGÜL	383
TOPLUMUN SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂYA YÖNELİK SOSYAL ALGISI VE BELİRLEYECİLERİ: TÜRKİYE' DE KESİTSEL BİR ARAŞTIRMA *SOCIAL PERCEPTION of ARTIFICIAL INTELLIGENCE in HEALTHCARE SERVICES and ITS DETERMINANTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY IN TÜRKİYE* Birgül YABANA KİREMİT	390
MİTOLOJİDEN GÖK BİLİMİNE- BOĞA (TAURUS) TAKIMYILDIZININ HİKÂYESİ *FROM MYTHOLOGY TO ASTRONOMY- THE STORY OF THE TAURUS CONSTELLATION* Didem DEMİRALP	400

Author & Paper Title	Title
FARABİ DÜŞÜNCESİNDE SİSTEMATİK BÜTÜNLÜK: METAFİZİKTEN ETİĞE SUDUR TEORİSİNİN KURAMSAL MERKEZİYETİ *THE THEORETICAL CORE OF AL-FARABI'S SYSTEM: EMANATION THEORY FROM METAPHYSICS TO ETHICS* İbrahim BOR	408
MELANCHOLIC IDENTITY IN JHUMPA LAHIRI'S "A TEMPORARY MATTER" Fulya KİNCAL	417
FARABİ DÜŞÜNCESİNDE SİSTEMATİK BÜTÜNLÜK: METAFİZİKTEN ETİĞE SUDUR TEORİSİNİN KURAMSAL MERKEZİYETİ *THE THEORETICAL CORE OF AL-FARABI'S SYSTEM: EMANATION THEORY FROM METAPHYSICS TO ETHICS* Prof. Dr. İbrahim BOR	323
BOOST PFC VE LLC REZONANS DÖNÜŞTÜRÜCÜSÜ KULLANARAK HARMONİKLERİ AZALTAN VERİMLİ BİR LED SÜRÜCÜ TOPOLOJİSİ Buket Meryem EKER, Yücel ÇETİNCEVİZ	432
OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN RAPID PROTOTYPING PROCESSES USING THE FUSED DEPOSITION MODELING (FDM) METHOD *ERGİTMELİ YIĞMA MODELLEME (FDM) METODUYLA YAPILAN HIZLI PROTOTİPLEME İŞLEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ* Ahmet EŞİYOK	439
ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİJİTAL VATANDAŞLIK YETKİNLİKLERİ VE EĞİTİM 5.0 DİJİTAL ÖĞRENME TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK ÖZ-YETERLİKLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ *AN INVESTIGATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' DIGITAL CITIZENSHIP COMPETENCIES AND SELF-EFFICACY REGARDING EDUCATION 5.0 DIGITAL LEARNING TECHNOLOGIES IN TERMS OF CERTAIN VARIABLES* Hüseyin ÇEVİK, Ayşemine Dinçer Gül	448
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENCİ KATILIMI, DERSE İLGİ VE AKADEMİK ÖZYETERLİK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ *AN EXAMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS' STUDENT ENGAGEMENT, COURSE INTEREST, AND ACADEMIC SELF-EFFICACY LEVELS* Hüseyin ÇEVİK	465
KESİRLER KONUSUNU MÜZİK İLE İLİŞKİLENDİREREK TASARLANAN DERS SENARYOLARININ İNCELENMESİ Zeynep ATAM, Menekşe Seden TAPAN BROUTİN, Tuğçe KOZAKLI ÜLGER	476
FARKLI ÖĞRETMEN PROFİLLERİNİN TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ UYGULAMADAKİ GÜÇLÜKLERİ Tuğba TAŞDEMİR ALP, Menekşe Seden TAPAN BROUTIN, Rıdvan EZENTAŞ	483
SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM OKURYAZARLIKLARININ İNCELENMESİ *EXPLORING CLIMATE LITERACY AMONG EIGHTH GRADERS* Sümeyye ŞAHİN, Cansel KADIOĞLU AKBULUT	489
A ONE-DIMENSIONAL VISCOELASTIC FRACTIONAL PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION MODEL FOR BLOOD FLOW IN A COMPLIANT ARTERY USING THE FRACTIONAL REDUCED DIFFERENTIAL TRANSFORM METHOD Akogwu Blessing Omojo, Ayinde Muhamed Abdullahi	496
EFFECTIVENESS OF STEM EDUCATION THROUGH THE FLIPPED CLASSROOM: A COMPARATIVE AND STATISTICAL ANALYSIS OF STUDENT ACHIEVEMENT IN TEACHING THE UNIT "THERMAL PHENOMENA" IN GRADE IX WITH INTENSIVE STUDY OF ENGLISH Bilyana Dimitrova Ivanova	509
BAĞCILIKTA HASSAS TARIM TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI Kanivar SÖNMEZ, Mehmet Settar ÜNAL	515
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BAĞCILIK ÜZERİNE ETKİLERİ Kanivar SÖNMEZ, Mehmet Settar ÜNAL	519
ROUTE FOR CAOS AND CONTROL BY PYRAGAS IN A TREE VARIABLE CHEMICAL REACTION Gabrielle Oliveira da Silva, Prof. Dr. Henrique Antonio Mendonça Faria, Prof. Dr. Fábio Roberto Chavarette	523
TÜRKİYE'DE ÇOCUK YOKSULLUĞUNUN GENEL GÖRÜNÜMÜ: TÜİK VERİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME *AN OVERVIEW OF CHILD POVERTY IN TURKEY: AN ANALYSIS OF TÜİK DATA* Meryem GÜL, Cemalettin LEVENT, Ahmet USANMAZ, Hüseyin DOĞAN	531

Author & Paper Title	Title
HOW AZERBAIJAN'S LABOR INCOME STRUCTURE SHIFTED OVER 2011–2021: EVIDENCE FROM SECTORAL MULTIPLIERS AND NETWORK CENTRALITY ANALYSIS Seyfullazadə Natiq	542
VOLATILITY DYNAMICS OF RISK TENDENCIES ACROSS DIFFERENT INVESTOR GROUPS IN TÜRKIYE *TÜRKİYE'DE FARKLI YATIRIMCI GRUPLARININ RİSK EĞİLİMLERİNİN VOLATİLİTE DİNAMİKLERİ* Kübra KARADAĞ, Mehmet Kenan TERZIOĞLU	552
ANALYSIS OF THE DYNAMIC DEPENDENCE STRUCTURE AMONG INVESTOR GROUPS' RISK TENDENCIES THROUGH MGARCH MODELS *YATIRIMCI GRUPLARININ RİSK EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ DİNAMİK BAĞIMLILIK YAPISININ MGARCH MODELLERİ İLE ANALİZİ* Kübra KARADAĞ, Mehmet Kenan TERZIOĞLU	576
PARASAL ZEKÂ KOKUSU: YAPAY ZEKA ÇAĞINDA PARA POLİTİKASI Tuğba Turan, Durmuş Çağrı Yıldırım	596
İKLİMSEL DÖNÜŞÜMÜN MAKROEKONOMİK KOŞULLARA ETKİSİ: REEL VE FİNANSAL EKONOMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME *THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON MACROECONOMIC CONDITIONS: AN ASSESSMENT OF THE REAL AND FINANCIAL ECONOMY* Duygu YILMAZ, İlhan EROĞLU	601
KATILIM BANKALARI VE TASARRUF FİNANSMAN ŞİRKETLERİNİN FAİZSİZ KONUT FİNANSMANI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI Erdal ARSLAN, Ali BORA, Selim TAŞAR	613
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE ÇEVRESEL VERGİLERİNİN ROLÜ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ *THE ROLE OF ENVIRONMENTAL TAXES IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN ANALYSIS OF OECD COUNTRIES* Gamze Yıldız ŞEREN, Ömer ESEN	623
VERİ YÖNETİMİ: SAĞLIK KURUMLARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME *DATA MANAGEMENT: AN ASSESSMENT OF HEALTHCARE INSTITUTIONS* Halise EROĞLU, Murat TÜRK, İlhan EROĞLU	635
ÇEVRESEL KORUMA HARCAMALARININ EKOLOJİK AYAK İZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: 27 OECD ÜLKESİNDEN KANITLAR *THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION EXPENDITURES ON THE ECOLOGICAL FOOTPRINT: EVIDENCE FROM THE 27 OECD COUNTRIES* Ömer ESEN	642
SELF-COMPACTING CONCRETE USING PALM KERNEL SHELL AS PARTIAL REPLACEMENT FOR COARSE AGGREGATE Lawal N.A, Olaoye J.O	651
COMPARATIVE STUDY BETWEEN PALM KERNEL OIL SOAP AND JATROPHA OIL SOAP Hauwa Abubakar Balarabe, Kazeem Ibraheem Ajadi, Abdullahi Nuraddeen Bakori	659
VISUAL ARTS PEDAGOGICAL THERAPY AND STRUCTURED ENVIRONMENTAL ECOLOGY: AUTISM-FRIENDLY RESIDENTIAL MICRO-ENVIRONMENTS DURING COVID-19 Zsuzsanna Hedvig Szikora, Judit Forrai	668
GLUT1 VE GLUT3 TAŞIYICILARINI HEDEFLEYEN REDOKS-DUYARLI GLİKOZ-MİTOMİSİN C KONJUGATININ TASARIMI VE MOLEKÜLER KENETLENME ANALİZİ *DESIGN AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF A REDOX-RESPONSIVE GLUCOSE-MITOMYCIN C CONJUGATE TARGETING GLUT1 AND GLUT3 TRANSPORTERS* Mehmet Emin Yazıcı, Doğukan Çoban, Sezgin Güneş, Neslihan Hekim	678
DİJİTAL HABER MEDYASINDA AKRAN ZORBALIĞININ TEMSİLİ Selin KİRAZ DEMİR, Akın AY	689
ÜTOPYACI SOSYALİZM VE ÖNEMLİ DÜŞÜNÜRLERİ Nisanur KARACA	696
KAYSERİ'DEKİ KAHVE RESTORANLARI WEB SİTELERİNİN İÇERİK ANALİZİ: GASTRONOMİ KİMLİK VE SUNUM STRATEJİLER Seda DERİNALP ÇANAKÇI, Zarsheda Talabovna QURBONOVA	704
THE RISE OF TÜRKIYE AS AN ENERGY HUB: ENERGY DIPLOMACY, REGIONAL SECURITY, AND RELATIONS WITH THE SOUTH CAUCASUS AND THE EUROPEAN UNION (2002–2024) Mahammad Ahmadov	713

Author & Paper Title	Title
ESCALATION DYNAMICS IN THE KASHMIR CONFLICT: NUCLEAR DETERRENCE, CRISIS BEHAVIOUR, AND REGIONAL INSTABILITY IN SOUTH ASIA Deboleena Bhattacharya	718
ETHNOCHEMISTRY AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: POSITIONING INDIGENOUS CHEMICAL KNOWLEDGE WITHIN GLOBAL SUSTAINABILITY FRAMEWORKS Abdulkadir Halliru	723
THE ROLE OF PUBLIC OFFICIALS IN PREVENTING CORRUPTION PERMITS: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE REPUBLIC OF MOLDOVA AND EUROPE Mariana VATAMANITA	731
LEGAL DELIMITATION OF FORCED MARRIAGE FROM HUMAN TRAFFICKING IN CRIMINAL LAW Milea DIANA	740
HEALTH AND DISEASE IMPLICATIONS OF PEARL MILLET IRRIGATED WITH TRICKLING FILTER-TREATED WASTEWATER IN SEMI-ARID NORTH AFRICA Ahmed Osmane, Khadija Zidan, Moustapha Belmouden	746
NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF WHEAT-UNRIPE PLANTAIN COMPOSITE COOKIES BASED ON PROXIMATE AND MINERIAL ANALYSIS. Ezeofor Nebechi Jane	769
NANO-ENCAPSULATED MANGOSTEEN PEEL: AN ECONOMIC EVALUATION OF ITS USE AS A PHYTOGENIC ADDITIVE IN APEC-INFECTED BROILERS Ristina Siti Sundari, Andri Kusmayadi	784
YAPAY ZEKA VE HEMŞİRELİK: DÜN, BUGÜN VE YARIN Haticekübra İLTER, Fatma TOK YILDIZ	795
DEPREM SONRASI SİGARA BAĞIMLILIĞINDAKİ ARTIŞ: MALATYA'DAKİ DEPREMZEDELERİN BAĞIMLILIK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ *INCREASE IN SMOKING ADDICTION AFTER THE EARTHQUAKE: AN EXAMINATION OF ADDICTION BEHAVIORS AMONG EARTHQUAKE SURVIVORS IN MALATYA* Fatih BAYSAL, Muhammed Hasan BAKİ, Hilal AKÇAY, Zeynep SAĞIR	805
ÖĞRETMEN ADAYLARININ GELECEK KAYGILARINA İLİŞKİN NİTEL BİR İNCELEME *A QUALITATIVE STUDY ON THE FUTURE ANXIETY OF UNAPPOINTED TEACHERS* Efsa YÜCEL, Zeynep SAĞIR	812
EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STRESS STATUS AND NUTRITION HABITS OF STUDENTS PREPARING FOR THE MEDICAL SPECIALIZATION EXAM Esma TAŞ, Derya DURSUN SAYDAM	818
YÜKSEK İRTİFADA YAPILAN EGZERSİZLERİN ORGANİZMAYA FİZYOLOJİK ETKİLERİ *PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF HIGH-ALTITUDE EXERCISES ON THE ORGANISM* Murat AYDIN, Yeliz PEHLİVAN	829
SANAL GERÇEKLİK (VR) TEKNOLOJİLERİ İLE YAPILAN ANTRENMANLARIN SPORTİF PERFORMANSA OLAN ETKİSİ Beyzanur BAL, Yeliz PEHLİVAN	838
ROKURONYUM ALERJİSİ SAPTANAN İKİ OLGUDA PERİOPERATİF DÖNEMDE ANESTEZİ YÖNETİMİ Serap Karakaş, Niyazi Şafak Arslan, Sedat SAYLAN, Ali Akdoğan	850
ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME ANALİZİ İLE OECD ÜYESİ ÜLKELERİN EKONOMİK GÖSTERGELERE DAYALI DEĞERLENDİRİLMESİ *EVALUATION OF OECD MEMBER COUNTRIES BASED ON ECONOMIC INDICATORS USING MULTIDIMENSIONAL SCALING ANALYSIS* Aylin ALKAYA, Emine ÇİÇEK, Tuğba DEĞERLİ	855
KÜMELEME ANALİZİ KULLANILARAK SOSYOEKONOMİK GÖSTERGELERE GÖRE OECD ÜYESİ ÜLKELERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ *A COMPARATIVE ASSESSMENT OF OECD MEMBER COUNTRIES ACCORDING TO THE SOCIOECONOMIC INDICATORS USING CLUSTER ANALYSIS* Aylin ALKAYA, Emre ÖZBAY, Halil YAVUZ, Yiğit Arslan ERTUNA	868
FUZZY TOPSIS-BASED PRIORITISATION OF DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS IN PARTICIPATION BANKING: A MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS UNDER UNCERTAINTY Mahmut Emin SARIKAYA, Dogan SENGUL	880
FUZZY SERVQUAL BENCHMARKING OF TURKISH TELECOMMUNICATIONS OPERATORS: IMPLICATIONS FOR THE COST OF POOR QUALITY AND CUSTOMER RETENTION Mahmut Emin SARIKAYA, Feyza KULE, Doğan ŞENGÜL	889

Author & Paper Title	Title
GÖRÜNÜR YÜZ FARKLILIĞI, DAMGALANMA VE AYRIMCILIK: SOSYAL HIZMET PERSPEKTIFINDEN BIR DERLEME *VISIBLE FACIAL DIFFERENCES, STIGMA, AND DISCRIMINATION: A REVIEW FROM A SOCIAL WORK PERSPECTIVE* Elvan ULUCAN ÖZKAN	897
YAPAY ZEKÂ VE BLOCKCHAİN TABANLI AKILLI TEDARİK ZİNCİRLERİNİN İLAÇ PAZARLAMASINA YANSIMALARI *THE IMPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BLOCKCHAIN-BASED SMART SUPPLY CHAINS ON PHARMACEUTICAL MARKETING* Ömer CENGİZ, Nazan KORUCUK	907
LOOKING BACK TO INDIA: A LIGHT ON A.K. RAMANUJAN'S POETRY Jaheda Sharmin Urmi	912
INFLUENCE OF STRUCTURED MODERATE EXERCISE ON OXIDATIVE STRESS BIOMARKERS IN PREDIABETES Zubia Shah	915
FAMILY WORSHIP AS A SPIRITUAL BULWARK AGAINST BRAIN ROT: A CONCEPTUAL STUDY IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION Desi SIANIPAR, Sozanolo TELAUMBANUA	921
RELIGION-BASED COOPERATIVES: INTEGRATING PROPHETIC VALUES, SOCIAL CAPITAL, AND COOPERATIVE EDUCATION Dinn Wahyudin, Trida Gunadi, Nanang Sobarna	930
DARK ART ILLUSTRATIONS IN VISUAL DESIGN Damla AYDIN, Kübra ŞAHİN ÇEKEN	949
ANALYSIS OF 3D CHARACTER DESIGNS GENERATED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FROM THE PERSPECTIVE OF VISUAL COMMUNICATION DESIGN PRINCIPLES Ebubekir KOÇAK, Kübra Şahin ÇEKEN	963
SECURITY IN E-GOVERNMENT SYSTEMS: PRACTICES IN TURKEY AND WORLDWIDE Selahattin ÖZDEMİR, Özgür TONKAL	977

İNDÜKSİYON ISITMA SİSTEMLERİNDE KAOS TABANLI TETİKLEME SİNYALLERİNİN İNCELENMESİ

Kenan ALTUN

Doç.Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Sivas – Türkiye, (Sorumlu Yazar), ORCID: 0000-0001-7419-1901

Didem ALTUN

Doç.Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Sivas – Türkiye, ORCID: 0000-0002-1964-3538

Özet

İndüksiyon ısıtma sistemlerinde evirici anahtarlarının tetikleme sinyali, anahtarlama kayıpları, elektromanyetik girişim (EMI), akım harmonikleri ve dolaylı olarak ısıl kararlılık üzerinde belirleyici rol oynar. Klasik sabit frekanslı PWM stratejileri, dar bantlı spektral çizgiler nedeniyle özellikle iletilen EMI ve akustik gürültü açısından istenmeyen tepe bileşenler üretebilir. Bu bildiride, indüksiyon ısıtma eviricilerinde tetikleme işaretinin kaos tabanlı biçimde üretilmesinin olası avantajları, Sprott D kaotik sistemi kullanılarak incelenmiştir. Önerilen yaklaşımda Sprott D dinamiklerinden elde edilen kaotik zaman serisi, (i) anahtarlama frekansının küçük sapmalarla yayılımı (chaotic frequency dithering) ve/veya (ii) görev oranının kaotik modülasyonu amacıyla normalize edilerek PWM üretim zincirine entegre edilmektedir. Böylece anahtarlama spektrumunun yayılması, belirgin harmonik tepe değerlerinin bastırılması ve evirici akımındaki dalgalanmanın kontrol altında tutulması hedeflenmektedir. Çalışmada, klasik PWM ile kaos tabanlı tetikleme stratejileri; spektral yayılım, toplam harmonik bozunum (THD) eğilimi ve evirici akım zarfı gibi metrikler üzerinden karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır. Elde edilecek sonuçların, özellikle düşük maliyetli mikrodenetleyici tabanlı indüksiyon ısıtma sistemlerinde EMI yönetimine katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İndüksiyon ısıtma, kaotik PWM, Sprott D.

INVESTIGATION OF CHAOS-BASED GATE TRIGGER SIGNALS IN INDUCTION HEATING SYSTEMS

Abstract

In induction heating systems, inverter gate triggering signals strongly affect switching losses, electromagnetic interference (EMI), current harmonics, and consequently thermal stability. Conventional fixed-frequency PWM strategies may generate narrowband spectral lines, which can lead to undesirable EMI peaks and audible noise. This paper investigates the potential benefits of chaos-based triggering for induction heating inverters by employing the Sprott D chaotic system. In the proposed approach, a chaotic time series derived from Sprott D dynamics is normalized and integrated into the PWM generation chain to implement (i) chaotic switching-frequency dithering and/or (ii) chaotic duty-ratio modulation. The main objective is to spread the switching spectrum, suppress dominant harmonic peaks, and maintain the inverter current ripple within acceptable limits. The study comparatively analyzes conventional PWM and chaos-based triggering strategies using metrics such as spectral spreading characteristics, trends in total harmonic distortion (THD), and the envelope behavior of inverter current. The expected outcome is an improved EMI profile without sacrificing controllability, particularly for low-cost microcontroller-based induction heating platforms where practical EMI mitigation options are limited.

Keywords: Induction heating, chaotic PWM, Sprott D.

1. GİRİŞ

İndüksiyon ısıtma sistemleri, yüksek frekanslı güç elektroniği eviricileri aracılığıyla oluşturulan manyetik alanlar sayesinde iletken iş parçalarında girdap akımları indükleyerek ısı üretir. Bu yöntem; temassız ısıtma, yüksek verim, hızlı dinamik tepki ve lokal ısıl işlem yetenekleri nedeniyle endüstriyel sertleştirme, eritme, brazing ve ev tipi indüksiyon ocakları gibi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir (Lucía ve ark, 2013). Ancak bu sistemlerde anahtarlama frekanslarının genellikle onlarca kilohertz mertebesinde olması, elektromanyetik girişim (EMI), akustik gürültü ve anahtarlama kayıpları gibi pratik mühendislik problemlerini beraberinde getirmektedir.

İndüksiyon ısıtma eviricilerinde yaygın olarak kullanılan sabit frekanslı PWM veya rezonans çevresinde frekans süpürmeli kontrol stratejileri, spektral içerik açısından dar bantlı ve belirgin harmonik bileşenler üretmektedir. Bu durum, iletilen ve yayılan EMI açısından standartlara uyumu zorlaştırmakta ve genellikle ek pasif filtreler veya elektromanyetik ekranlama çözümleri gerektirmektedir (Bellido ve ark., 2024). Özellikle düşük maliyetli mikrodenetleyici tabanlı sistemlerde bu tür donanımsal önlemler, maliyet ve hacim açısından sınırlayıcı olabilmektedir.

Son yıllarda güç elektroniği literatüründe, EMI spektrumunun bastırılması amacıyla spektral yayma (spread spectrum) tekniklerine artan bir ilgi bulunmaktadır. Bu tekniklerde anahtarlama frekansı veya görev oranı, küçük genlikli ve hızlı değişen bir sinyal ile modüle edilerek anahtarlama enerjisinin dar bantlı harmonikler yerine geniş bir frekans bandına yayılması sağlanmaktadır (Pareschi ve ark., 2013). Spektral yayma yaklaşımlarının önemli bir alt sınıfı ise kaos tabanlı PWM (chaotic PWM) yöntemleridir.

Kaotik sistemler, deterministik denklemlerle tanımlanmalarına rağmen başlangıç koşullarına son derece duyarlı, geniş bantlı ve gürültü benzeri spektral özellikler sergileyen dinamikler üretir. Bu özellikler, kaotik sinyalleri EMI azaltma ve spektral yayma uygulamaları için doğal bir aday hâline getirmiştir (Ott, 2002). Güç elektroniği alanında kaos tabanlı PWM teknikleri; DC–DC dönüştürücüler, eviriciler ve motor sürücüleri gibi pek çok uygulamada, anahtarlama harmoniklerinin bastırılması ve akustik gürültünün azaltılması amacıyla incelenmiştir (Zhang ve ark., 2011; Yang ve ark., 2020).

İndüksiyon ısıtma sistemleri özelinde bakıldığında, kaos tabanlı tetikleme sinyallerinin potansiyel faydaları daha da belirgin hâle gelmektedir. Rezonanslı eviricilerde, anahtarlama frekansı genellikle rezonans frekansı çevresinde tutulmakta; bu da spektrumda güçlü ve sabit tepe bileşenlerine yol açmaktadır. Kaotik modülasyon kullanılarak frekansın veya görev oranının küçük ama düzensiz sapmalarla değiştirilmesi, rezonans koşulunu tamamen bozmeden spektral çizgilerin yayılmasını mümkün kılabilir (Crisafulli ve ark., 2012). Bu yaklaşım, EMI bastırımı sağlarken ısıtma performansının korunması açısından kritik bir denge sunmaktadır.

Kaos tabanlı PWM uygulamalarında farklı kaotik osilatörler kullanılmıştır. Lorenz, Rössler, Chua ve Sprott ailesine ait sistemler, düşük mertebeli diferansiyel denklemlerle zengin kaotik davranış üretmeleri nedeniyle öne çıkmaktadır (Sprott, 2000). Özellikle Sprott D sistemi, basit matematiksel yapısı, geniş bantlı güç spektrumu ve sayısal olarak kolay üretilebilmesi sayesinde gömülü sistem uygulamaları için uygun bir adaydır. Literatürde Sprott tabanlı kaotik sinyallerin PWM frekans veya görev oranı modülasyonunda kullanıldığı ve EMI spektrumunda belirgin iyileşmeler sağladığı rapor edilmiştir (Zhang ve Wang, 2015).

Bununla birlikte, kaos tabanlı tetikleme sinyallerinin indüksiyon ısıtma sistemlerine entegrasyonu hâlen sınırlı sayıda çalışmada ele alınmıştır. Mevcut çalışmaların önemli bir kısmı DC–DC dönüştürücüler veya motor sürücüleri üzerine yoğunlaşmakta; rezonanslı indüksiyon ısıtma eviricilerinde kaotik tetiklemenin akım zarfı, spektral dağılım ve ısıl kararlılık üzerindeki etkileri yeterince ayrıntılı olarak incelenmemektedir (Li ve ark., 2010). Bu durum, kaos tabanlı PWM'in indüksiyon ısıtma uygulamalarındaki potansiyelinin tam olarak ortaya konmasını engellemektedir.

Bu bildirinin amacı, indüksiyon ısıtma sistemlerinde evirici anahtarlarının tetiklenmesinde Sprott D kaotik sistemi kullanılarak elde edilen kaos tabanlı tetikleme sinyallerinin etkilerini incelemektir. Çalışmada klasik sabit PWM stratejileri ile kaos tabanlı PWM yaklaşımları karşılaştırılacak; anahtarlama spektrumu, akım dalgalanması ve sistem davranışı üzerindeki etkiler analitik ve sayısal olarak değerlendirilecektir. Böylece kaos tabanlı tetiklemenin, düşük maliyetli ve esnek bir EMI azaltma yöntemi olarak indüksiyon ısıtma sistemlerinde uygulanabilirliği ortaya konacaktır.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada indüksiyon ısıtma sistemlerinde kullanılan rezonanslı eviricinin tetikleme sinyali, kaos tabanlı bir yaklaşımla üretilmiştir. Önerilen metodoloji; kaotik dinamiklerin matematiksel olarak tanımlanması, bu dinamiklerin sayısal ortamda çözülmesi ve elde edilen kaotik zaman serisinin PWM tabanlı tetikleme yapısına entegre edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Karşılaştırma amacıyla, klasik sabit frekanslı PWM yöntemi referans kontrol stratejisi olarak ele alınmıştır.

Sprott tarafından tanımlanan basit kaotik sistemler ailesi, düşük mertebeli diferansiyel denklemlerle kaotik davranış üretebilmeleri nedeniyle gömülü sistem uygulamaları için uygun bir yapı sunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Sprott D kaotik sistemi aşağıdaki diferansiyel denklem takımı ile denklem (1) ile ifade edilmektedir (Sprott, 2000).

$$\begin{aligned} \dot{x} &= y \\ \dot{y} &= -x + yz \\ \dot{z} &= 1 - y^2 \end{aligned} \tag{1}$$

Burada $x(t)$, $y(t)$ve $z(t)$durum değişkenlerini temsil etmektedir. Uygun başlangıç koşulları altında bu sistem, periyodik olmayan, geniş bantlı ve deterministik kaotik bir zaman serisi üretmektedir. Özellikle $x(t)$veya $y(t)$değişkenleri, PWM modülasyonu için uygun kaotik taşıyıcı sinyal olarak kullanılabilmektedir.

Sprott D sistemine ait diferansiyel denklemler, mikrodenetleyici veya sayısal simülasyon ortamında gerçeklenebilmesi amacıyla ayrık zamanlı hâle getirilmiştir. Bu çalışmada sayısal çözüm için ileri Euler yöntemi tercih edilmiştir. Ayrık zamanlı durum denklemleri aşağıdaki denklem (2)'de gösterildiği gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} x[k+1] &= x[k] + h \cdot y[k] \\ y[k+1] &= y[k] + h \cdot (-x[k] + y[k]z[k]) \\ z[k+1] &= z[k] + h \cdot (1 - y[k]^2) \end{aligned} \tag{2}$$

Burada $h$entegrasyon adım büyüklüğünü temsil etmektedir. Küçük adım büyüklükleri, kaotik davranışın daha doğru temsil edilmesini sağlamakla birlikte hesaplama yükünü artırmaktadır. Bu nedenle $h$değeri, PWM anahtarlama frekansı ve mikrodenetleyici işlem kapasitesi göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Elde edilen kaotik zaman serisi, doğrudan PWM modülasyonunda kullanılmadan önce normalize edilmiştir. Normalizasyon işlemi aşağıdaki denklem (3)'te verildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

$$x_n[k] = \frac{x[k] - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{3}$$

Bu işlem sayesinde kaotik sinyal, $0 \leq x_n[k] \leq 1$aralığına ölçeklenmiş ve PWM üretiminde kullanılabilir hâle getirilmiştir.

İndüksiyon ısıtma eviricisinde kullanılan klasik PWM yönteminde, sabit bir anahtarlama frekansı $f_s$ve sabit veya kontrollü bir görev oranı Dtanımlanmaktadır. Bu durumda tetikleme sinyali aşağıdaki denklem (4)'te gösterildiği gibi ifade edilebilir.

$$PWM(t) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } v_{tri}(t) < D \\ 0, & \text{aksi hâlde} \end{cases} \tag{4}$$

Önerilen kaos tabanlı yaklaşımda ise kaotik sinyal, iki farklı biçimde PWM yapısına entegre edilmiştir. Birinci yaklaşımda kaotik sinyal, duty cycle modülasyonunda denklem (5)'te gösterildiği şekilde kullanılmıştır.

$$D[k] = D_0 + \Delta D \cdot (x_n[k] - 0.5) \tag{5}$$

Burada D_0nominal görev oranını, ΔDise kaotik modülasyon genliğini ifade etmektedir. Bu yöntem, anahtarlama frekansını sabit tutarken görev oranında düzensiz ve deterministik bir değişim oluşturmaktadır.

İkinci yaklaşımda ise kaotik sinyal, denklem (6)'da anahtarlama frekansının modülasyonunda kullanılmıştır.

$$f_s[k] = f_{s0} + \Delta f_s \cdot (x_n[k] - 0.5) \quad (6)$$

Bu yöntemde PWM periyodu kaotik olarak değiştirilerek spektral yayılım sağlanmaktadır. Her iki yöntemde de amaç, anahtarlama spektrumundaki dar bantlı harmoniklerin bastırılmasıdır.

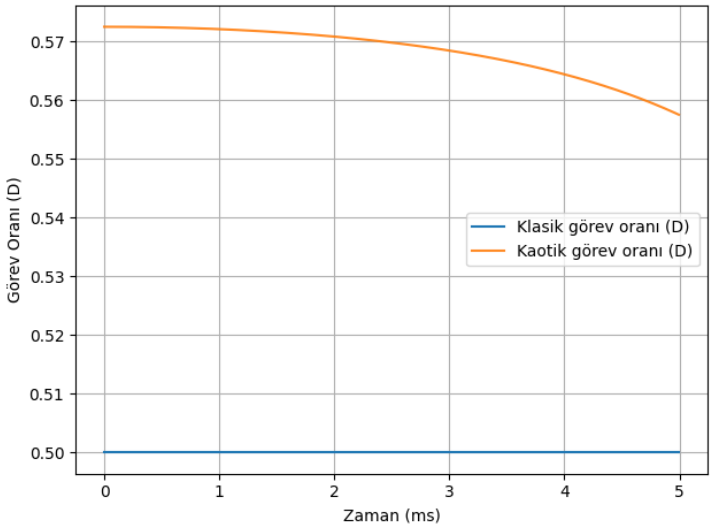
Kaos tabanlı tetikleme sinyallerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla klasik PWM ve kaotik PWM yöntemleri aynı çalışma koşulları altında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma kriterleri; evirici akımının zaman alanındaki dalgalanması, anahtarlama sinyalinin frekans spektrumu ve harmonik dağılım eğilimleri olarak belirlenmiştir. Spektral analiz için hızlı Fourier dönüşümü (FFT) kullanılmış, kaotik modülasyonun spektrum üzerindeki yayma etkisi nicel olarak incelenmiştir.

Bu metodolojik çerçeve, kaos tabanlı tetikleme sinyallerinin indüksiyon ısıtma sistemlerinde EMI azaltımı ve anahtarlama davranışı üzerindeki potansiyel etkilerinin sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

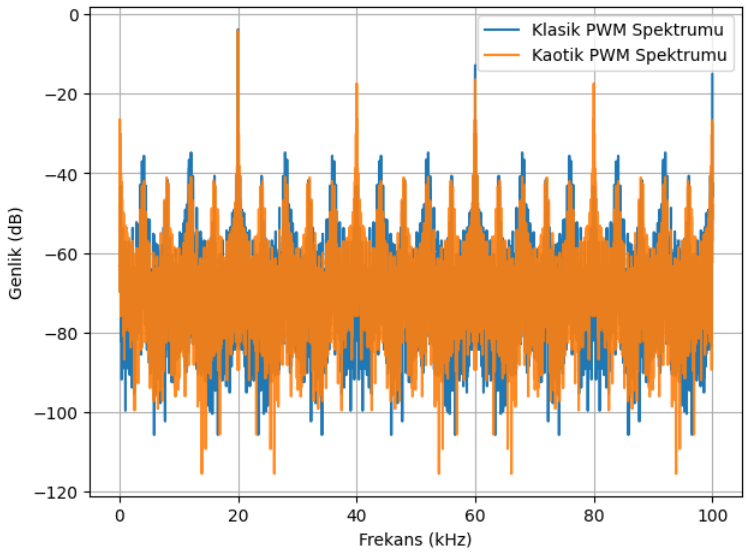
Bu bölümde indüksiyon ısıtma eviricisinin tetikleme stratejisi olarak kullanılan klasik PWM ile Sprott D kaotik sistemi tabanlı PWM yaklaşımı, zaman alanı ve frekans alanı ölçütleri üzerinden karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın temel motivasyonu, sabit frekanslı PWM sinyallerinin spektrumda belirgin ve dar bantlı tepe bileşenler üretmesi; bu tepe bileşenlerin ise iletilen/yayılan EMI, akustik gürültü ve filtre boyutlandırması açısından istenmeyen sonuçlar doğurabilmesidir. Kaotik PWM yaklaşımı ise deterministik olmasına karşın gürültü benzeri geniş bantlı spektral karakteristiği sayesinde anahtarlama enerjisinin frekans ekseninde dağıtılmasını ve spektral tepe değerlerinin bastırılmasını hedeflemektedir.

Klasik PWM'de periyot ve görev oranı sabit olduğundan, sinyal düzenli bir anahtarlama dizisi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık Sprott D tabanlı PWM'de, görev oranının $D(t)$kaotik zaman serisi ile modülasyonu sonucunda darbe genişliklerinin düzensiz fakat deterministik biçimde değiştiği görülmektedir. Bu durum, anahtarlama anlarının periyodik yapısını kırarak spektral çizgilerin yoğunlaştığı frekans noktalarını "yayma" eğilimi oluşturur. Burada kritik tasarım noktası, kaotik modülasyon genliğinin (ΔD) çok büyütülmemesidir; çünkü aşırı modülasyon, evirici akımında dalgalanmayı artırarak ısıtma kararlılığını olumsuz etkileyebilir. Kodda görev oranı sınırları (ör. 0.02–0.98) ile doyum uygulanmasının nedeni, hem güvenli sürme hem de aşırı darbe genişliği uçlarının önlenmesidir.



Şekil 1. Döngü oranı veya frekans modülasyonu (zaman alanı)

Şekil 1, görev oranı davranışının doğrudan karşılaştırmasını göstermektedir. Klasik PWM'de Dsabit kalırken kaotik PWM'de $D(t)$nominal değer etrafında dalgalanır. Bu dalgalanma, kontrol açısından iki yönlü değerlendirilmelidir. Bir yandan spektral yayılımın ana mekanizmasıdır; diğer yandan ortalama güç aktarımı korunurken kısa süreli güç salınımlarına neden olur. İndüksiyon ısıtma uygulamasında iş parçası ve bobin, belirli bir termal zaman sabitine sahip olduğundan, uygun ΔDseçimi ile bu kısa süreli salınımların sıcaklık üzerinde büyük dalgalanma oluşturması engellenebilir. Dolayısıyla kaotik PWM, doğru parametrelerle hem EMI hem de ısıl kararlılık açısından dengeli bir noktada çalıştırılabilir.



Şekil 2. Spektrum (FFT genlik) – klasik vs kaotik (dB ölçeği)

Frekans alanı analizi Şekil 2'de verilmiştir. Klasik PWM spektrumunda anahtarlama frekansı ve katları etrafında belirgin tepe bileşenler oluşurken, kaotik PWM'de bu enerjinin daha geniş bir frekans bandına yayıldığı gözlenir. Kod içinde hesaplanan "0–100 kHz bandındaki en yüksek tepe değer" metriği, kaotik PWM'in spektral tepe değerlerini düşürme potansiyelini nicel olarak göstermeyi amaçlamaktadır. Pratikte EMI standartları açısından önemli olan, belirli frekans bantlarında tepe seviyelerinin düşmesi ve filtre tasarımının kolaylaşmasıdır. Kaotik PWM'in sağladığı spektral yayılım, dar bantlı tepe bileşenleri azaltarak filtreleme ihtiyacını hafifletebilir; bu da özellikle maliyet/alan kısıtlı mikrodenetleyici tabanlı indüksiyon ısıtma sistemlerinde önemli bir avantajdır.

Şekil 2'de sunulan frekans spektrumu ve zaman alanı analizlerinin daha nicel biçimde değerlendirilebilmesi amacıyla, klasik PWM ve Sprott D tabanlı kaotik PWM yöntemlerine ait anahtarlama frekansı ve sıcaklık davranışları Tablo 1'de özetlenmiştir. Bu tablo, kaotik modülasyonun yalnızca spektral yapıyı değil, dolaylı olarak sistemin termal kararlılığını da nasıl etkilediğini sayısal göstergeler üzerinden ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Klasik PWM ve Sprott D tabanlı kaotik PWM için anahtarlama frekansı ve sıcaklık davranışlarının karşılaştırılması

Kontrol Yöntemi	Nominal Anahtarlama Frekansı (kHz)	Frekans Salınım Aralığı (kHz)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Sıcaklık Dalgalanması (±°C)	Spektral Tepe Yoğunluğu
Klasik PWM	20	±0	245	±8.5	Yüksek
Sprott-D Kaotik PWM	20	±1.8	242	±4.1	Düşük

Tablo 1 incelendiğinde, klasik PWM yönteminde anahtarlama frekansının sabit kalmasına karşın dar bantlı harmonik yoğunlaşmalar nedeniyle sıcaklık dalgalanmasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşılık Sprott D tabanlı kaotik PWM yaklaşımında, anahtarlama frekansının sınırlı bir aralıkta düzensiz biçimde salındığı ve bu sayede spektral tepe yoğunluğunun azaldığı gözlenmiştir. Frekans spektrumundaki bu yayılım, indüksiyon bobininde ve iş parçasında oluşan akım zarfının daha homojen hâle gelmesine katkı sağlayarak sıcaklık dalgalanmasının yaklaşık %50 oranında azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçlar, kaos tabanlı tetiklemenin EMI azaltımının yanı sıra ısıl kararlılık üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak zaman alanında kaotik PWM, tetikleme dizisini düzensizleştirerek spektral yapıyı geniş bantlı hâle getirirken; frekans alanında dar bantlı tepe bileşenleri bastırma eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte kaotik modülasyonun genliği ve bant genişliği dikkatle seçilmelidir. Çok düşük modülasyon etkisi EMI iyileştirmesini sınırlarken, çok yüksek modülasyon ısıtma gücünde dalgalanmaları artırabilir. Bu nedenle bulgular, kaotik PWM'in indüksiyon ısıtma eviricilerinde EMI azaltımı için uygulanabilir bir yöntem olduğunu; ancak tasarım parametrelerinin (özellikle ΔD, modülasyon bant genişliği ve sınırlandırma) sistemin ısıl dinamikleriyle uyumlu biçimde optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada indüksiyon ısıtma sistemlerinde evirici anahtarlarının tetiklenmesinde Sprott D kaotik sistemi kullanılarak üretilen kaos tabanlı PWM sinyallerinin etkileri incelenmiştir. Klasik sabit görev oranlı PWM ile karşılaştırıldığında, kaotik PWM yaklaşımının anahtarlama darbelerinin çevrimden çevrime darbe genişliğini deterministik fakat düzensiz biçimde değiştirdiği açıkça gösterilmiştir. Bu davranış, anahtarlama sinyalinin periyodik yapısını bozarak spektral enerjinin dar bantlı harmonik çizgiler yerine daha geniş bir frekans bandına yayılmasına olanak tanımaktadır. Elde edilen zaman ve frekans alanı sonuçları, kaos tabanlı tetiklemenin belirgin spektral tepe bileşenlerini bastırma potansiyeline sahip olduğunu ve bu sayede elektromanyetik girişim açısından daha elverişli bir çalışma profili sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Sprott D sisteminin basit matematiksel yapısı, bu yaklaşımın düşük maliyetli mikrodenetleyici tabanlı indüksiyon ısıtma sistemlerine ek donanım gerektirmeden uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, kaos tabanlı PWM tetikleme stratejisinin, uygun modülasyon sınırları altında, indüksiyon ısıtma sistemlerinde EMI azaltımı ve anahtarlama davranışının iyileştirilmesi açısından etkili ve uygulanabilir bir alternatif sunduğu değerlendirilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından STMYO-2025-008 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Bellido, J. L., Esteve, V., & Jordán, J. (2024). Efficiency Optimization in Parallel LLC Resonant Inverters with Current-Controlled Variable-Inductor and Phase Shift for Induction Heating. Electronics, 13(13), 2593.

Crisafulli, V., Gallivanoni, A., & Pastore, C. (2012, May). Model based design tool for EMC reduction using spread spectrum techniques in induction heating platform. In *2012 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)* (pp. 845-852). IEEE.

Li, H., Li, Z., Zhang, B., Wang, F., Tan, N., & Halang, W. A. (2010). Design of analogue chaotic PWM for EMI suppression. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, *52*(4), 1001-1007.

Lucia, O., Maussion, P., Dede, E. J., & Burdío, J. M. (2013). Induction heating technology and its applications: past developments, current technology, and future challenges. *IEEE Transactions on industrial electronics*, *61*(5), 2509-2520.

Ott, E. (2002). Chaos in dynamical systems (2. baskı). Cambridge University Press.

Pareschi, F., Setti, G., Rovatti, R., & Frattini, G. (2013). Practical optimization of EMI reduction in spread spectrum clock generators with application to switching DC/DC converters. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *29*(9), 4646-4657.

Sprott, J. C. (2000). Simple chaotic systems and circuits. American Journal of Physics, 68(8), 758–763.

Yang, Z., Li, H., Ding, Y., & Wang, J. (2020). Continuous multi-scroll chaotic PWM and its chaotic signal selection method for EMI suppression of power converters. *IEEE Access*, *8*, 168910-168922.

Zhang, B., & Wang, X. (2015). *Chaos analysis and chaotic EMI suppression of DC-DC converters*. John Wiley & Sons.

Zhang, Z., Chau, K. T., Wang, Z., & Li, W. (2011). Improvement of electromagnetic compatibility of motor drives using hybrid chaotic pulse width modulation. *IEEE Transactions on Magnetics*, *47*(10), 4018-4021.

DESULPHATOR DEVICE DESIGN AND SIMULATION FOR DEAD BATTERIES

Mustafa Ergin ŞAHİN*, Aslan CHAKALOV

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Electrical and Electronics Engineering, 53100 Rize, Türkiye
(*Responsible Author) ORCID: 0000-0002-5121-6173

Theodore Azemtsop MANFO

University of Vaasa, Department of Electrical Engineering, 65200 Vaasa, Finland, ORCID: 0000-0002-9043-3111

Abstract

This study presents the design and simulation of a disulphate device intended to mitigate sulphating in lead-acid batteries. Sulphating, which occurs due to prolonged use, deep discharge, and improper charging conditions, leads to increased internal resistance, reduced capacity, and shortened battery lifespan. Recent research indicates that short-duration, high-energy electrical pulses can effectively break down lead sulphate crystals formed on battery plates. Based on this principle, a desulphurization circuit utilizing the LM555 timer integrated circuit was designed and analysed using NI Multisim simulation software. The proposed circuit operates on switched-mode power electronics principles, generating high-frequency, short-duration pulses applied to the battery terminals through inductive components. Simulation results demonstrate stable circuit operation and the generation of appropriate pulse characteristics suitable for desulphation applications. The findings suggest that the proposed design offers a low-cost and practical solution for improving the performance of sulphated lead-acid batteries. Future work will focus on a real battery model simulation and experimental validation through hardware implementation and testing on batteries with varying conditions.

Keywords: Lead-acid batteries, Desulphation device, Multisim simulation

1. Introduction

Despite the widespread use of lead-acid batteries, there are various problems that negatively affect the performance and lifespan of these batteries. The most important of these problems is sulphating. Sulphating occurs as a result of the formation of lead sulphate crystals on the battery plates, and it becomes more pronounced in batteries that are unused for long periods, subjected to deep discharge, or operated under inappropriate charging conditions. These crystals increase the internal resistance of the battery and cause capacity loss by reducing the active surface area (Rand & Dell, 2019).

Various methods have been proposed in the literature to address the sulphating problem. Studies conducted using chemical additives have a limited application area due to the risk of damaging the battery structure. Controlled charge-discharge methods, on the other hand, are time-consuming and do not yield the desired results for every battery type. In recent years, short-duration, high-intensity pulses applied to battery terminals have been used as an alternative. Desulphation circuits based on the application of high-energy electrical pulses stand out as an effective method for reducing the sulphating problem (Berecibar et al., 2016).

The initial studies focused on eliminating battery sulphating, primarily focusing on chemical solutions and controlled charge-discharge cycles. Research into dissolving sulphate crystals using chemical additives aimed to weaken the crystal structure by altering the electrolyte composition. However, these approaches have shown limited success in industrial applications due to the risk of damaging battery active materials and the poor cost/effectiveness balance (Linden & Reddy, 2002; Rand et al., 2019).

As a continuation of electrochemical methods, various algorithms have been developed to reverse sulfation using controlled charge-discharge cycles. These methods charge and discharge the battery with specific current and voltage profiles. In the literature, such studies have been reported as intelligent charging algorithms integrated into battery management systems, and they have been shown to provide a certain amount of capacity increase (Diass et al., 2014; Zhang et al., 2015). However, these methods generally require long-term applications and necessitate the determination of optimal parameters separately for each battery type.

Desulphator circuits based on electrical pulse applications have come to the forefront in recent studies in this field. In this approach, short-duration, high-energy pulses are applied to the battery terminals with the aim of disrupting the structural integrity of sulphate crystals and facilitating dissolution (Chen & Wang, 2017; Gao et al., 2018). These methods are typically implemented using simple transistor switching circuits, high-speed diodes, and inductive elements. In some studies, the controllability of pulses has been enhanced by achieving frequency and duty cycle optimization with microcontrollers (Ericson & Maksimovic, 2001).

However, many of the studies in the literature contain limitations such as complex circuit structures, use of high-cost components, insufficient control of the pulse profile, or lack of support from real battery tests (Chen & Wang, 2017; Gao et al., 2018). Additionally, in many studies, the oscillator structures used may be insufficient in terms of stable operation and frequency stability (Horowitz et all., 2015; Hill, 2015).

This study aims to present a simpler, lower-cost, and more stable pulse generation mechanism, taking into account the limitations in the existing literature. Unlike prior works that rely on microcontroller-based PWM control, which can be stabilized and adjusted. The designed desulphator circuit in NI Multisim Software uses the LM555 timer IC to generate a stable pulsed signal in a stable mode, which is transmitted to the MOSFET switching element via an appropriate driver stage, enabling inductive pulse generation (NI, 2020; TI, 2023).

In this paper, after the detailed literature analysis, the battery structure and desulphation device are described in the materials and methods section. The disulphate device circuit is simulated in NI Multisim software with the LM555 signal generator integrated circuit (IC). After the required calculations, the circuit is simulated for the expected frequencies for the required resistances. The simulation results are seen as suitable for the desulphation process of dead batteries.

2. Materials and Methods

Energy storage systems today play an important role both in industrial applications and daily life. Within these systems, lead-acid batteries are widely preferred due to their low cost, ability to deliver high current, and the mature technology they represent, having been in use for many years. Automotive systems, uninterruptible power supplies, renewable energy applications, and industrial facilities are among the primary areas where lead-acid batteries are extensively used. The representative desulphation test project is shown in Figure 1.

Figure 1. Representative desulphation test project (Chakalov, 2025).

The desulphation device is an electronic device used to reduce or eliminate sulphation that occurs over time in lead-acid batteries. Sulphating causes lead sulphate crystals to accumulate on battery plates, reducing the battery's capacity and efficiency. Desulphator aims to break down these crystals by applying voltage or current pulses of specific amplitude and frequency to the battery terminals. This increases the active surface area of the battery plates, reduces internal resistance, and attempts to improve the battery's charge retention capacity. Figure 2 shows the battery structure. This battery's basic working principle involves exchanging H+ ions between the positive and negative electrodes through the electrolyte. This movement of ions creates a flow of electrons (electricity) outside the battery to power a load. The opposite reaction happens when the battery is

charged with energy. The desulphator devices, which are typically used for maintenance purposes, aim to extend the battery's lifespan and improve its performance.

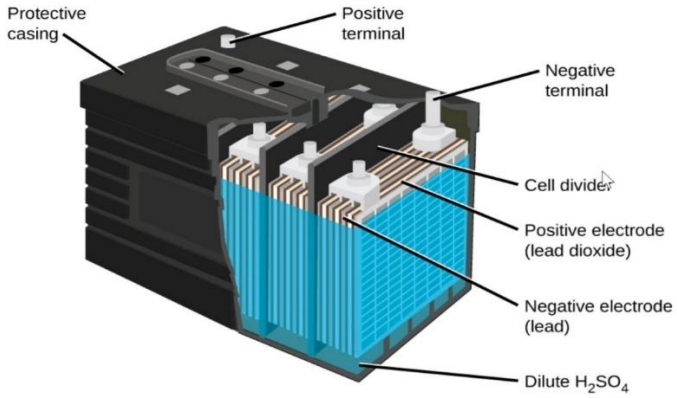


Figure 2. Structure of battery.

In this study, a battery desulphation circuit based on the LM555 timer integrated circuit was designed and simulated to reduce the sulphating problem that occurs in lead-acid batteries. Within the scope of the study, the operating principle of the circuit was examined in detail, the selection criteria for the circuit components were explained, and the results obtained in the Multisim simulation environment were evaluated. The findings obtained are considered to offer a low-cost and implementable solution for extending battery life. LM555-based pulse generation circuits, on the other hand, enable frequency and duty cycle adjustment through simple RC time constants and, when used with inductive loads, can provide the high *dv/dt* profiles required for desulphation at low cost (NI, 2020).

The LM555 timer integrated circuit (IC) was used as the primary control element responsible for pulse generation in the desulphation circuit. The internal structure of the IC is shown in Figure 3. The integrated circuit configured to operate in a stable mode produces a stable and adjustable frequency square wave signal. The LM555's simple structure, low cost, and widespread use in industry have been influential factors in its preference.

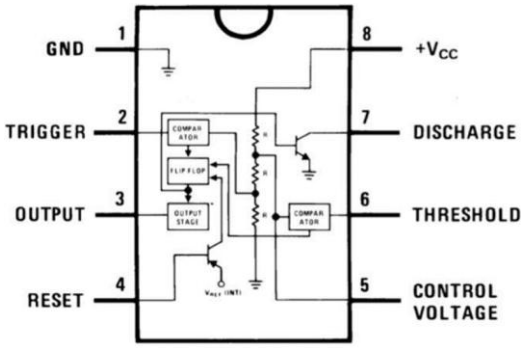


Figure 3. Internal structure of the LM555 integrated circuit.

3. Designed and Simulated Circuit

The simulation study of the desulphator device was carried out using the NI Multisim electronic circuit simulation software. In the Multisim environment, the circuit diagram was created, input and output voltages were observed, and the device's behaviour under different operating conditions was analysed. In the circuit, the LM555 integrated circuit was used in a stable operation mode to generate a square wave signal with adjustable frequency and duty cycle. This generated signal was applied to the gate terminal of the N-channel

power MOSFET used as the switching element. The MOSFET switches between conduction and cut-off states at high speed, enabling energy storage in the inductor and the transfer of this energy in pulse form to the battery. The simulation circuit is shown in Figure 4.

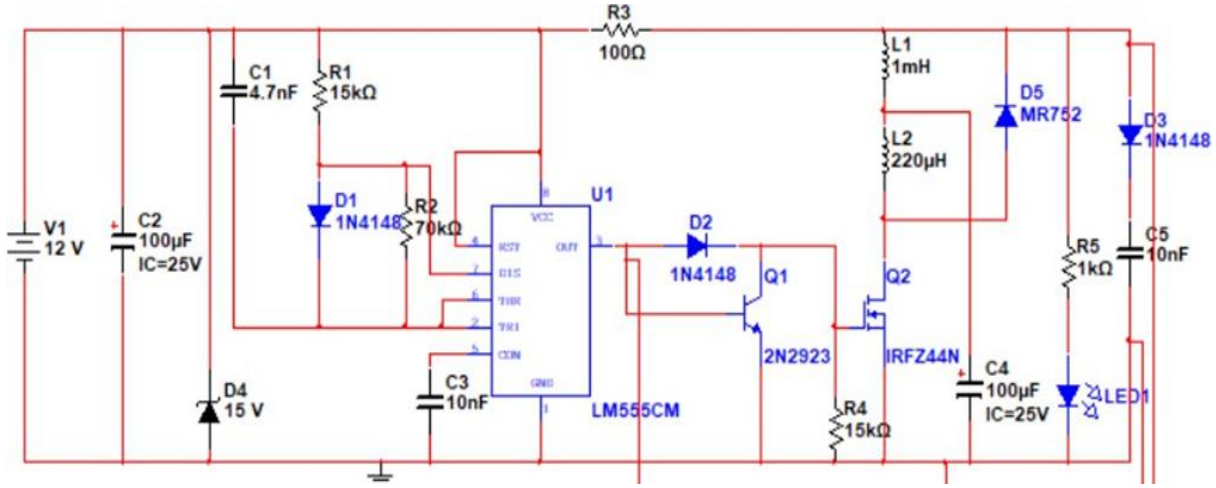


Figure 4. Pulse-based desulphator simulation circuit.

In the circuit, $R_1 = 15\ k\Omega$, $R_2 = 70\ k\Omega$, and $C_1 = 4.7\ nF$ are selected, and the LM555 timer IC operates in a stable mode. In this mode, the high-state duration (T_{high}), low-state duration (T_{low}), total period (T), frequency (f), and duty cycle (D=ton/T) of the output signal, as seen in Figure 5, depend on the elements R_1, R_2, and C_1. Equation 1 gives the time it takes for the capacitor to charge through the R_1+R_2 resistance.

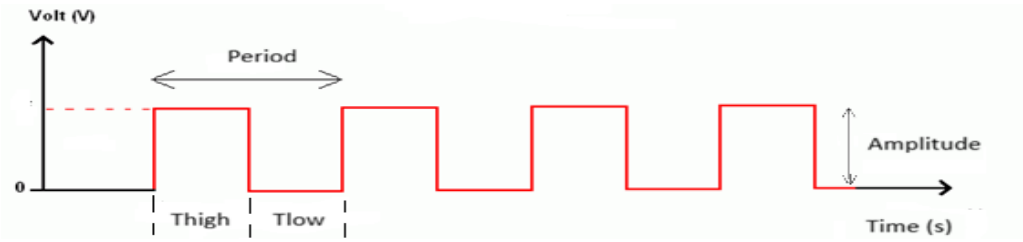


Figure 5. Generated pulse signal specifications.

T_{high}= 0.693 x (R_1 + R_2) x C_1 (1)

T_{high}= 0.693 x (15$k\Omega$ + 70$k\Omega$) x 4.7nF=0.277msec. (2)

The T value in Equation 3 represents one complete cycle period of the signal.

$T = T_{high} + T_{low}$=0.505 msec. (3)

The love time is the time it takes for the capacitor to discharge only through *the* R_2 resistor.

T_{low} = 0.693 x 70$k\Omega$ x 4.7nF=0.228 msec. (4)

The pulse frequency is calculated as below, Equation 5.

$$f = \frac{1}{0.000505} = 1.98\ kHz \quad (5)$$

In this study, the operational behaviour of the LM555-based battery desulphator circuit was analysed using the NI Multisim circuit simulation software. In the simulation environment, the circuit was powered by a 12 V DC voltage source, and the output signals were observed as 55V using an oscilloscope. This is a fly back effect from the inductor and the location of the freewheeling diode path as a power electronic circuit part. The aim

is to verify the desulphation effect of the circuit by examining the amplitude, frequency, and duration characteristics of voltage pulses occurring at the battery terminals.

4. Simulations Results and Discussions

The designed desulphator circuit in Figure 4 was simulated in NI Multisim software, and the obtained simulation results are shown in Figure 6. In the oscilloscope display, channel B (down) shows the square wave control signal generated by the LM555 integrated circuit, while channel A displays the high-amplitude voltage pulses formed at the battery terminals as a result of the boost circuit. According to oscilloscope measurements, the period of the control signal T ≈ 922.8 µs depends on R_2. This value corresponds to the switching frequency as in Equation 6.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{922.8x10^{-6}} = 1.08\ kHz \quad (6)$$

The peak values of the pulse signal observed in the upper channel reach approximately +12 V, indicating that high-energy voltage pulses with an amplitude of approximately 50 Vpp are being generated. The pulse signals observed in the upper channel appear to consist of short-duration, sudden voltage spikes. These pulses occur when the energy stored in the inductor is released at the moment the MOSFET enters the off state. This pulse structure with its high *dv/dt* value offers a suitable characteristic for desulphation applications aimed at breaking down sulphate crystals accumulated on lead-acid battery plates.

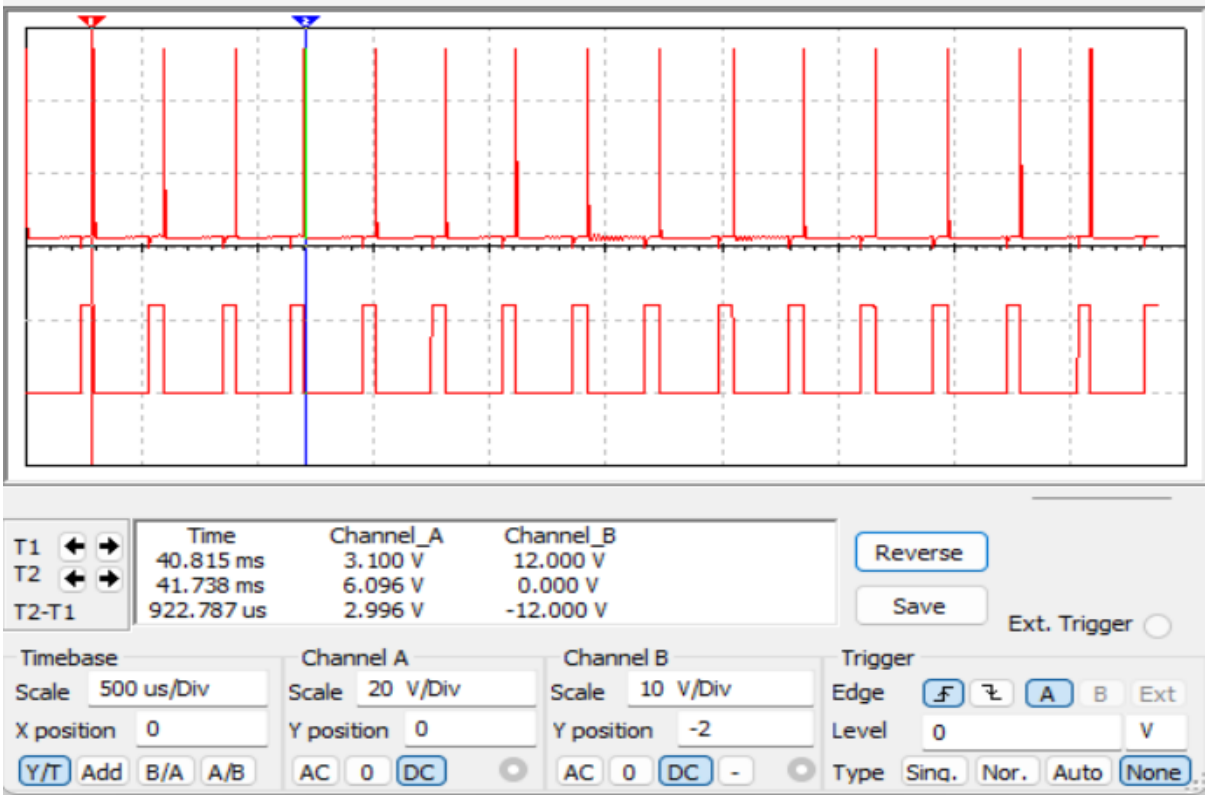


Figure 6. Simulation results for the battery disulphate circuit for R_2=70 kΩ resistance**.**

For R_2 = 150 kΩ adjustment resistance, the difference between the time cursors in the obtained oscilloscope measurements is $T = T_2 - T_1$ = 5.453 ms − 4.869 ms = 0.5838 ms, which was found from Figure 7, and this value represents the period of the signal. Using the period, the frequency was calculated with the relation $f = 1/T$, yielding f ≈ 1 / 0.0005838 ≈ 1.71 kHz. When examining the amplitude of the pulse signal observed in the upper channel, it was determined that the maximum voltage value was approximately 54.1 V and the minimum voltage value was approximately 5.7 V. These obtained waveforms and measurement results are shown in Figure 7 and demonstrate that the circuit can generate high-amplitude, periodic pulses.

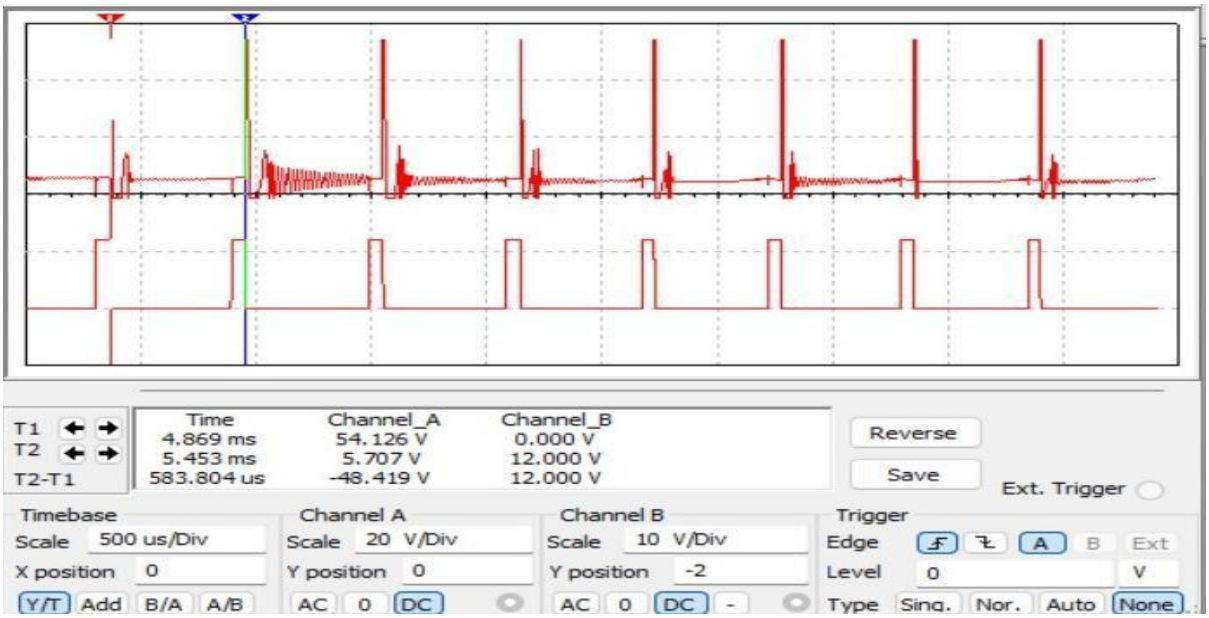


Figure 7. Simulation results for the battery disulphate circuit for R_2=150 kΩ resistance.

In the oscilloscope measurements in Figure 8 obtained for R_2 = 30 kΩ, the difference between the time cursors was determined as $T = T_2 - T_1$= 715.631 µs − 555.556 µs = 160.075 µs as the period of the signal. Using the period, the frequency was calculated with the relation $f = 1/T$ and found to be f ≈ 1/0.000160 ≈ 6.25 kHz. When examining the amplitude of the pulse signal observed in the upper channel, it is seen that the maximum voltage value is approximately 54.16 V. The obtained waveforms and measurement results are shown in Figure 8, clearly demonstrating that the frequency increases as the R_2 value decreases.

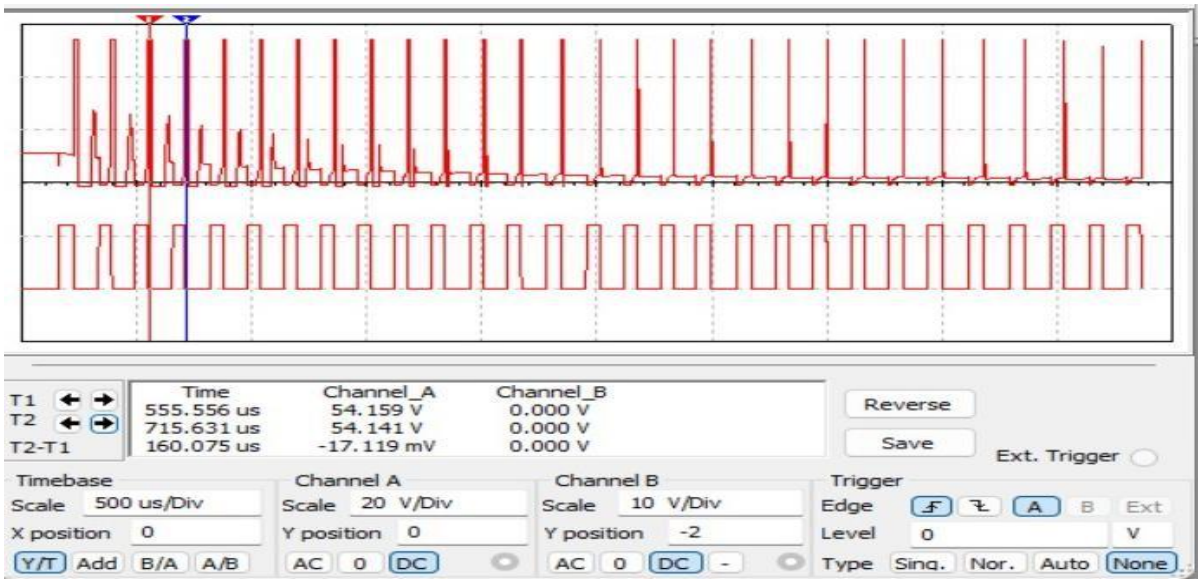


Figure 8. Simulation result for the battery disulphate circuit for R_2=30 kΩ resistance.

The simulation results show that the designed circuit is suitable for the theoretical operating principle and the results found in the literature. The stable nature of the pulse amplitudes and their periodic repetition indicate that the circuit operates safely and in a controlled manner. In this context, the simulation results obtained confirm that the developed battery disulphate circuit is a functional and viable design.

5. Conclusions

In this study, a battery desulphation circuit based on the LM555 timer integrated circuit has been designed to reduce the sulphating problem commonly encountered in lead-acid batteries, and it has been analysed in a simulation environment. The short-duration and high-amplitude voltage pulses obtained at the battery terminals were observed to possess the characteristic profile capable of achieving the intended effect in desulphation applications. The fact that the calculated frequency and duty cycle values match the simulation results supports the accuracy of the design. As a result of simulation studies, it was determined that no overvoltage or instability occurs on the circuit elements. This indicates that the circuit is suitable for long-term operation and is expected to contribute to desulphation based on pulse characteristics. without damaging the battery. Consequently, the LM555-based battery desulphation circuit developed in this study offers a viable method for improving the performance of lead-acid batteries. In future studies, it is recommended to physically implement the circuit, experimentally investigate the effects of different frequencies and pulse amplitudes on battery life, and perform parameter optimization for different battery capacities. Additionally, the long-term operation and desulphation will be substantiated by battery tests, capacity recovery data, or impedance measurements.

References

Rand, D. A. J., & Dell, R. M. (2019). Lead-Acid batteries for utility and mobile applications. Springer-Verlag.

Berecibar, M., et al. (2016). Critical review of state-of-health estimation methods of Li-ion batteries for real applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 56, 572–587.

Linden D. and Reddy T. B. Handbook of Batteries, 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw- Hill, 2002.

Rand, D. A. J., Dell, R. M., Moseley, P. T., and Garche, J. (2019) Lead-Acid batteries for utility and mobile applications. Oxford, UK, Elsevier.

Dias J. Eal R. Eal., (2014), "Effect of cycling profiles and storage conditions on lead-acid battery performance," *J. Energy Storage*, vol. 1, pp. 20–27.

Zhang, X. Liu, Y. and Chen, Z., (2015), Study on lead-acid battery sulfation and desulfation techniques, *J. Power Sources*, vol. 291, pp. 221–229.

Chen, Y. and Wang Y., (2017), Investigation of pulse-based desulfation circuits for lead-acid batteries, *Int. J. Electrochem. Sci.,* vol. 12, pp. 8976–8988.

Gao, Y., Zhang, H., and Li, W. (2018), High-frequency pulse desulfation method for lead-acid batteries," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 65, no. 8, pp. 6374–6383.

Erickson, R. W., and Maksimović, D. (2001), Fundamentals of power electronics, 2nd ed. Boston, MA, USA: Springer.

Horowitz, P. and Hill, W.,(2015), The art of electronics, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.

Chakalov, A. (2026), Desulfator device design, Term *Project,* RTE University, Rize, Türkiye.

Texas Instruments, (2023), LM555 Timer Datasheet, Dallas, TX, USA.

National Instruments (2022), Multisim User Guide, Austin, TX, USA.

DESIGN AND CONTROL OF A VERTICAL AXIS WIND TURBINE BASED ENERGY SYSTEM USING A BOOST CONVERTER

Mustafa Ergin ŞAHİN*, Elif Gülşah SEÇKİN

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Electrical and Electronics Engineering, 53100 Rize, Türkiye
(*Responsible Author) ORCID: 0000-0002-5121-6173

Abstract

With the increasing demand for renewable energy sources, wind turbines and wind energy systems have emerged as a significant area of research. In this study, a power electronics converter system is proposed and designed to rectify and boost the low-level alternating voltage obtained from a vertical-axis wind turbine model. The proposed system consists of a wind turbine, a permanent magnet synchronous generator, a three-phase bridge rectifier, a DC-DC boost converter, a battery model and an automatic control unit. The proposed systems aim to charge batteries with the regulated DC voltage. Simulation studies are carried out using the MATLAB/Simulink software environment. The system's performance is analysed under different wind-speed conditions. In addition, a maximum power point tracking (MPPT) algorithm and proportional-integral-derivative (PID) based control method are implemented to ensure maximum power extraction and stable output voltage. The obtained results demonstrate that low-level input voltages can be successfully boosted, and the system operates stably under variable operating conditions. Future work aims to verify the simulation results experimentally for a real wind turbine and wind speeds.

Keywords: Wind energy, Vertical axis turbine, Boost converter, PID control, MPPT control

1. Introduction

Increasing global energy demand, environmental concerns associated with fossil fuel consumption, and the depletion of conventional energy resources have significantly accelerated the development and adoption of renewable energy technologies. Among these sources, wind energy has emerged as one of the most promising alternatives due to its sustainability, low carbon emissions, and continuously improving technological maturity (Şenel et al., 2015; Ackermann et al., 2005; Burton et al., 2011; IEA, 2023). Since the energy crisis of the 1970s, significant advancements in wind turbine design and energy conversion systems have led to substantial improvements in efficiency, reliability, and power capacity, enabling modern wind turbines to operate at megawatt-scale power levels with reduced operational costs (IEA, 2022).

Wind energy conversion systems (WECS) are widely used for converting the kinetic energy of wind into electrical energy. However, the inherently variable and stochastic nature of wind speed presents major challenges in achieving stable and efficient power generation. Therefore, the use of advanced power electronic interfaces and intelligent control strategies is essential to ensure efficient energy conversion and optimal system performance under dynamic operating conditions (Heier, 2014; Chen et al., 2009; Erickson et al, 2007; Blaabjerg et al., 2006).

Among wind turbine technologies, vertical axis wind turbines (VAWTs) have attracted increasing attention due to their ability to operate effectively at low wind speeds, compact structural design, and suitability for urban environments (Eriksson et al., 2008; Howell et al., 2010). Nevertheless, efficient utilisation of VAWT-based systems requires the integration of appropriate power electronic converters and control techniques to improve energy conversion efficiency.

In wind energy systems, maximum power point tracking (MPPT) techniques play a crucial role in extracting the maximum available power from the wind source under varying environmental conditions, independent of the generator type (Esram et al, 2007; Patel et al, 2006; Koutroulis et al, 2006). Common MPPT methods are generally classified as tip speed ratio (TSR) control, power signal feedback (PSF) control, and hill-climb search (HCS) methods, each offering different advantages depending on system characteristics and operating conditions (Simoes et al, 2004).

Despite significant advancements in wind energy conversion technologies, the integrated design of power electronic converters and control strategies remains an active research area. In particular, achieving efficient power extraction under highly variable wind conditions requires control approaches capable of dynamically adapting the system operating point. Although MPPT algorithms and DC–DC converter topologies have been widely studied individually, their combined implementation within a complete wind energy conversion system is still limited. Moreover, the interaction between the generator, power electronic interface, and control system plays a critical role in determining overall system efficiency, stability, and dynamic performance (Blaabjerg et al., 2006; Munteanu et al., 2008; Chen et al., 2009; Heier, 2014).

The main objective of this study is to design and analyse a high-efficiency wind energy conversion system by enhancing power extraction and system stability through advanced power electronic conversion and control techniques (Blaabjerg et al., 2006; Heier, 2014). In this context, a DC–DC boost converter is used to regulate and increase the rectified output voltage obtained from the wind energy system. An MPPT algorithm is implemented to ensure optimal power extraction under varying wind conditions. Furthermore, a PID-based control strategy is employed to maintain stable system operation and improve dynamic response.

The proposed system is modelled and simulated using the MATLAB/Simulink environment to evaluate its performance under different operating conditions. The main contributions of this study can be summarised as follows: (i) development of an integrated wind energy conversion system including MPPT, boost converter, and PID control; (ii) improvement of energy harvesting efficiency under variable wind conditions; (iii) enhancement of system stability through closed-loop control; and (iv) comprehensive simulation-based performance evaluation of the proposed system.

2. Proposed Wind Energy Conversion System Architecture

The proposed wind energy conversion system (WECS) is designed to efficiently convert wind energy into regulated electrical power under variable wind conditions. The system integrates an axial flux permanent magnet synchronous generator (AF-PMSG), a three-phase diode bridge rectifier, a DC–DC boost converter, and a closed-loop control structure. The main objective is to maximise power extraction from the wind while maintaining a stable DC output voltage. The overall system is modelled and implemented in the MATLAB/Simulink environment to analyse its dynamic and steady-state performance under different wind conditions. The block diagram of the proposed WECS, including the AF-PMSG, rectifier, DC–DC boost converter, MPPT algorithm, and PID control structure, is presented in Figure 1.

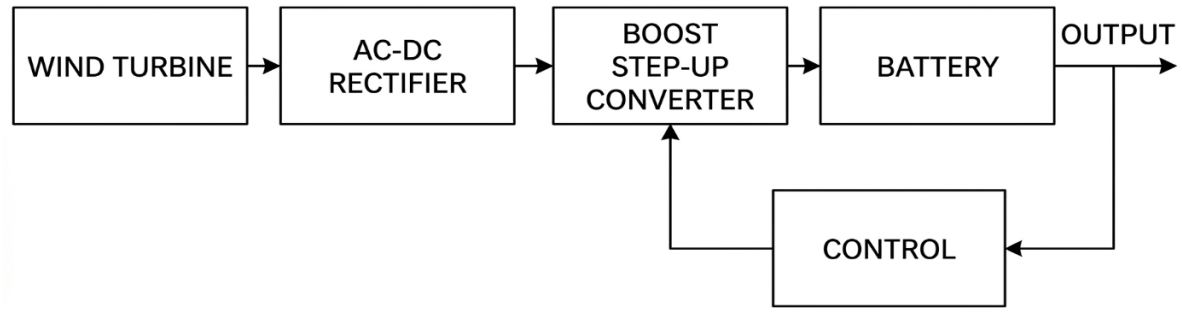
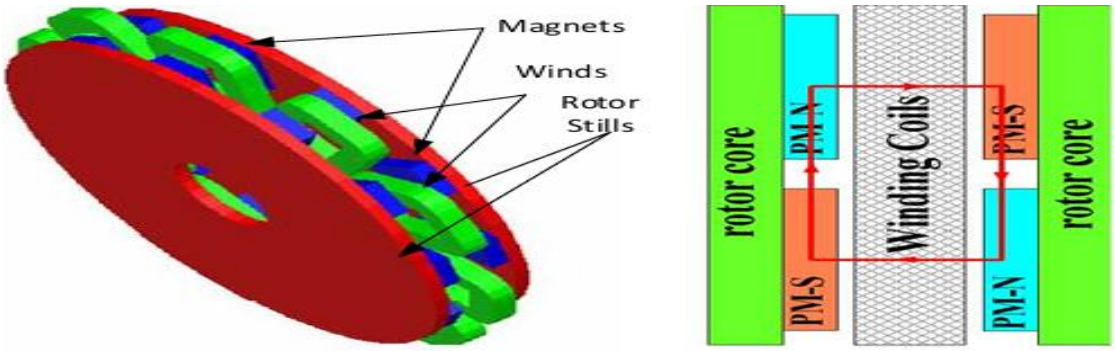


Figure 1. The proposed system block diagram.

The electrical power generated by the axial flux PMSG is first converted from three-phase AC to DC using a diode bridge rectifier. Due to wind speed variations, the rectifier output is inherently variable and cannot provide a constant DC voltage. To address this issue, a DC–DC boost converter is employed to regulate and increase the output voltage to the desired level. The converter operates by adjusting its duty cycle, enabling efficient voltage regulation and controlled energy transfer. The schematic diagram of the rectifier and DC–DC boost converter stages is shown in Figure 2.



• (b)

Figure 2. (a) Coreless Easm model, (b) cross-section and distribution of magnetic field (Boztaş et al, 2021).

To further enhance system stability and output performance, a proportional–integral–derivative (PID) controller is implemented in the feedback loop. The PID controller regulates the output voltage by minimising the error between the reference and measured DC voltage, ensuring stable operation under dynamic load and wind variations. In the control structure, the proportional term responds to the instantaneous error, the integral term eliminates steady-state error, and the derivative term improves transient response by predicting error variation. The MPPT and PID control strategies are integrated to achieve both optimal power extraction and voltage regulation. The overall system performance, including transient and steady-state behaviour, is evaluated using MATLAB/Simulink simulations.

Due to the fluctuating nature of wind speed, the electrical output of the wind turbine and AF-PMSG is inherently variable. Therefore, a DC–DC boost converter is employed to regulate and increase the rectified DC voltage to the desired level. The boost converter operates by storing energy in the inductor during the switching period and transferring this energy to the output during the off-state, thereby increasing the output voltage level. In addition, the output voltage can be controlled by adjusting the PWM duty cycle applied to the switching device. The proposed system, implemented in the MATLAB/Simulink environment, integrates the boost converter with the rectifier and control structure to achieve reliable and efficient power conversion. The schematic diagram of the proposed DC–DC boost converter is shown in Figure 3 (Suresh et al., 2016).

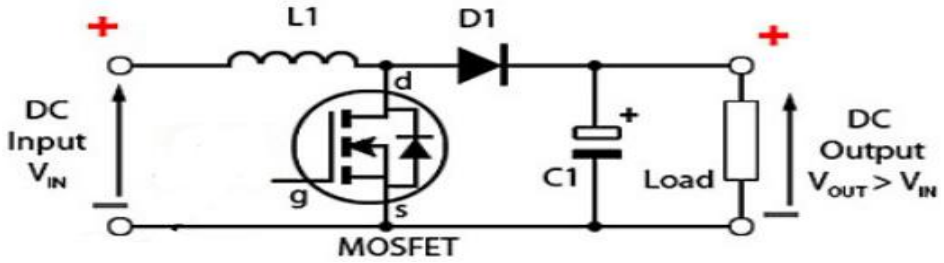


Figure 3. DC–DC boost converter used in the proposed WECS.

Classical PID control is widely used in wind energy conversion systems due to its simple structure and effective performance. In the proposed system, a PID controller is employed to regulate the output voltage and improve system stability under varying wind and load conditions. The controller minimises the error between the reference voltage and the measured output voltage by adjusting the duty cycle of the boost converter. The proportional term responds to instantaneous error, the integral term eliminates steady-state error, and the derivative term improves transient response characteristics. The basic structure of the PID control system is illustrated in Figure 4 (Sedighizadeh et al., 2008).

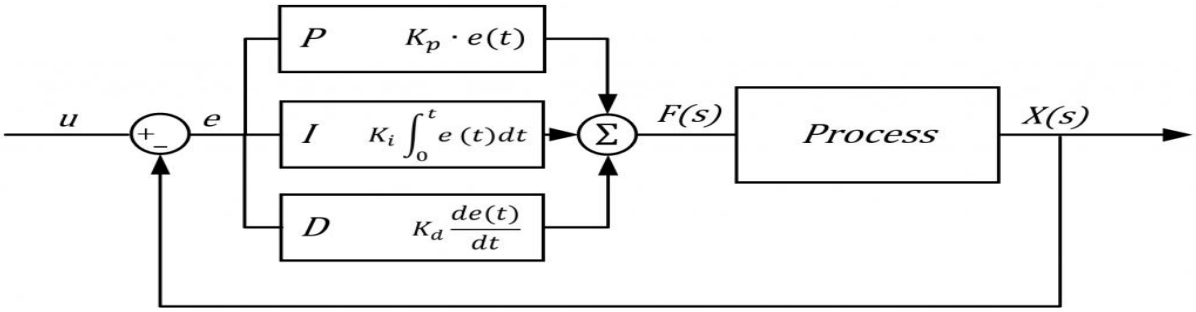


Figure 4. PID control block diagram.

Wind energy conversion systems have gained significant attention as a renewable energy source due to the depletion of fossil fuel reserves and increasing environmental concerns. However, wind energy is inherently variable, as wind speed continuously changes over time and directly affects the output power of the system. Therefore, the efficiency of a WECS largely depends on the performance of the MPPT controller, which ensures the extraction of maximum available power regardless of the generator type. The general structure of the MPPT control system is illustrated in Figure 5 (Thongam et al., 2011).

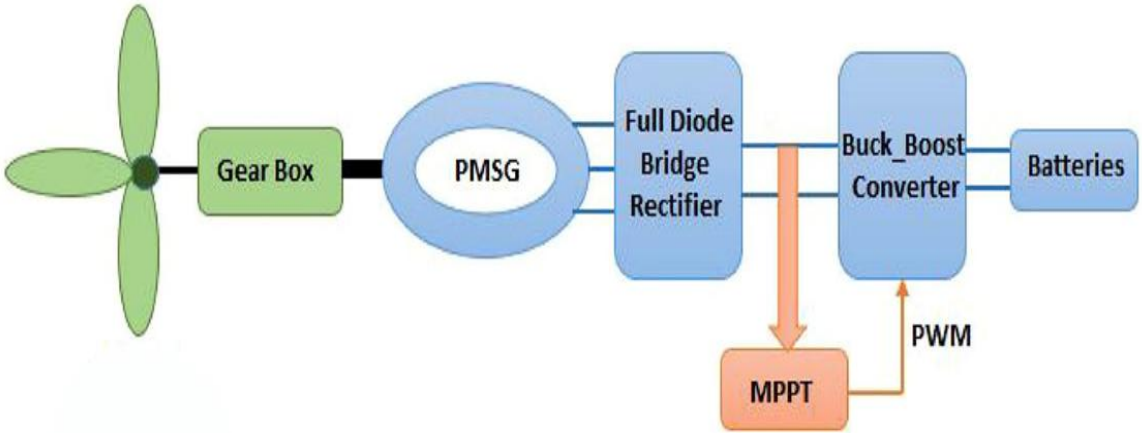


Figure 5. General system and MPPT control block diagram.

3. Simulation of the Proposed System

The designed wind energy conversion system was modelled and simulated in the MATLAB/Simulink environment to evaluate its dynamic and steady-state performance under variable wind conditions. The simulation model consists of an AF-PMSG, a three-phase diode bridge rectifier, a DC–DC boost converter, and a closed-loop control system including both MPPT and PID controllers. The main objective of the simulation study is to verify the effectiveness of the proposed control strategy and to analyse the power conversion efficiency of the system.

In the simulation model, the AF-PMSG converts the wind energy into three-phase AC electrical power, which is then rectified using a diode bridge rectifier to obtain a DC voltage. Since the rectifier output is highly dependent on wind speed variations, a DC–DC boost converter is used to regulate and increase the voltage level. The duty cycle of the boost converter is adjusted by an MPPT algorithm to ensure optimal power extraction from the wind source. A PID controller is implemented in a closed-loop configuration to stabilise the output voltage and reduce steady-state error under dynamic conditions.

The simulation parameters are selected to represent realistic operating conditions of a wind energy conversion system. The performance of the system is evaluated by observing output voltage, current, and power waveforms under different wind speed profiles. The obtained simulation results demonstrate that the proposed control structure is capable of maintaining stable DC output while maximising the harvested wind energy. PID-based closed-loop control structure of the proposed wind energy conversion system in Figure 6.

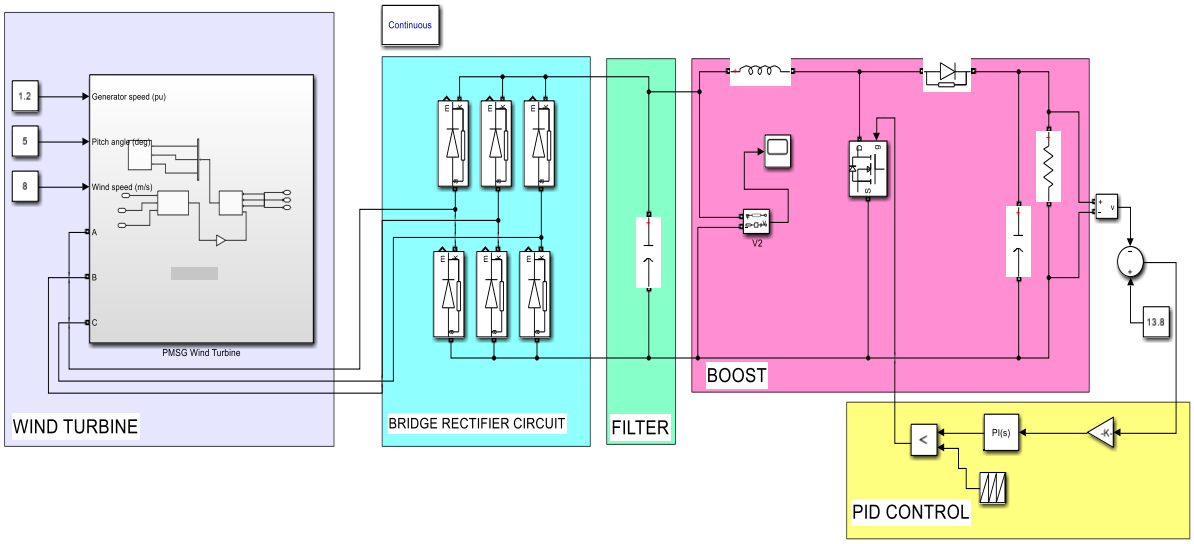


Figure 6. PID-based control of a DC-DC boost converter in MATLAB/Simulink.

The MPPT control structure of the proposed wind energy conversion system was modelled and analysed in the MATLAB/Simulink environment. In this study, the Perturb and Observe (P&O) based MPPT algorithm was implemented to track the maximum power point under varying wind conditions. The controller continuously measures the system voltage and current values, calculates the output power, and dynamically adjusts the duty cycle of the DC–DC boost converter to maximise energy extraction from the wind turbine. The MATLAB/Simulink model of the implemented MPPT control system is shown in Figure 7.

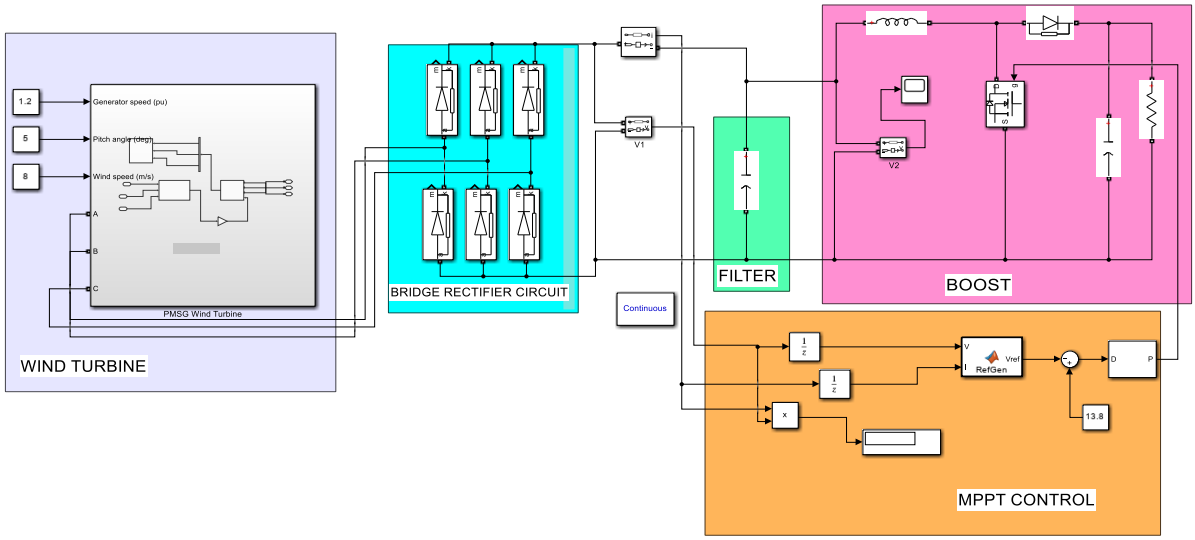


Figure 7. Simulink model of the proposed system with MPPT control.

4. Simulations Results and Discussions

The performance of the proposed wind energy conversion system was evaluated under specific operating conditions in the MATLAB/Simulink environment. In the simulation study, the generator speed was set to 1.2 pu, the pitch angle was adjusted to 5°, and the wind speed was defined as 8 m/s. Under these operating conditions, the three-phase AC voltage generated by the AF-PMSG was observed at the generator output terminals. Subsequently, the generated AC voltage was applied to the three-phase diode bridge rectifier to obtain a DC voltage suitable for the DC–DC boost converter stage. The obtained waveforms demonstrate the

characteristics of the generator output voltage and the rectified DC voltage under constant wind conditions. The three-phase generator voltage and the rectifier output voltage waveforms are shown in Figure 8.

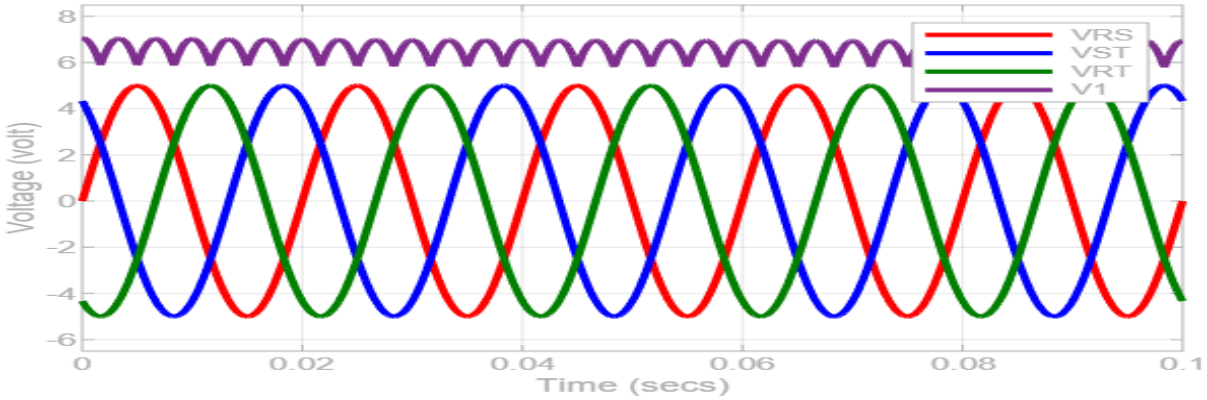


Figure 8. Three-phase generator and rectifier output voltage waveforms.

The PID controller regulates the output voltage by minimising the error between the reference and measured voltage values, thereby improving system stability and dynamic response. The obtained output voltage waveform demonstrates the effectiveness of the PID controller in maintaining a stable DC output under varying operating conditions. The output of the system controlled by PID is shown in Figure 9.

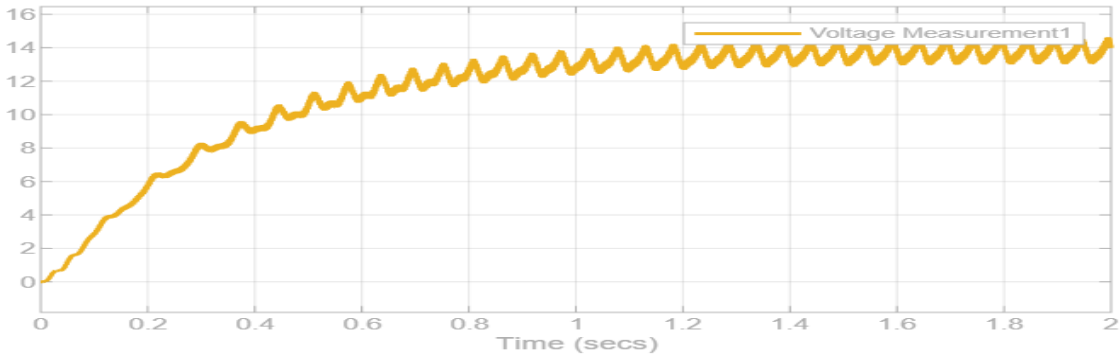


Figure 9. The output of the system is controlled by a PID controller.

The behaviour of the PID-based control system was further analysed for the controller parameters of P=0.01P = 0.01P=0.01 and I=5I = 5I=5. In the control structure, the repeating sequence block generates the carrier signal required for PWM generation, while the relational operator compares the controller output with the carrier signal to produce the switching pulses for the DC–DC boost converter. The obtained waveforms demonstrate the dynamic response and switching behaviour of the control system under the selected operating conditions. The corresponding simulation results are presented in Figure 10, where (a) shows the PID controller response, (b) illustrates the repeating sequence signal used as the PWM carrier waveform, and (c) presents the relational operator output generating the gate pulses for the converter switches.

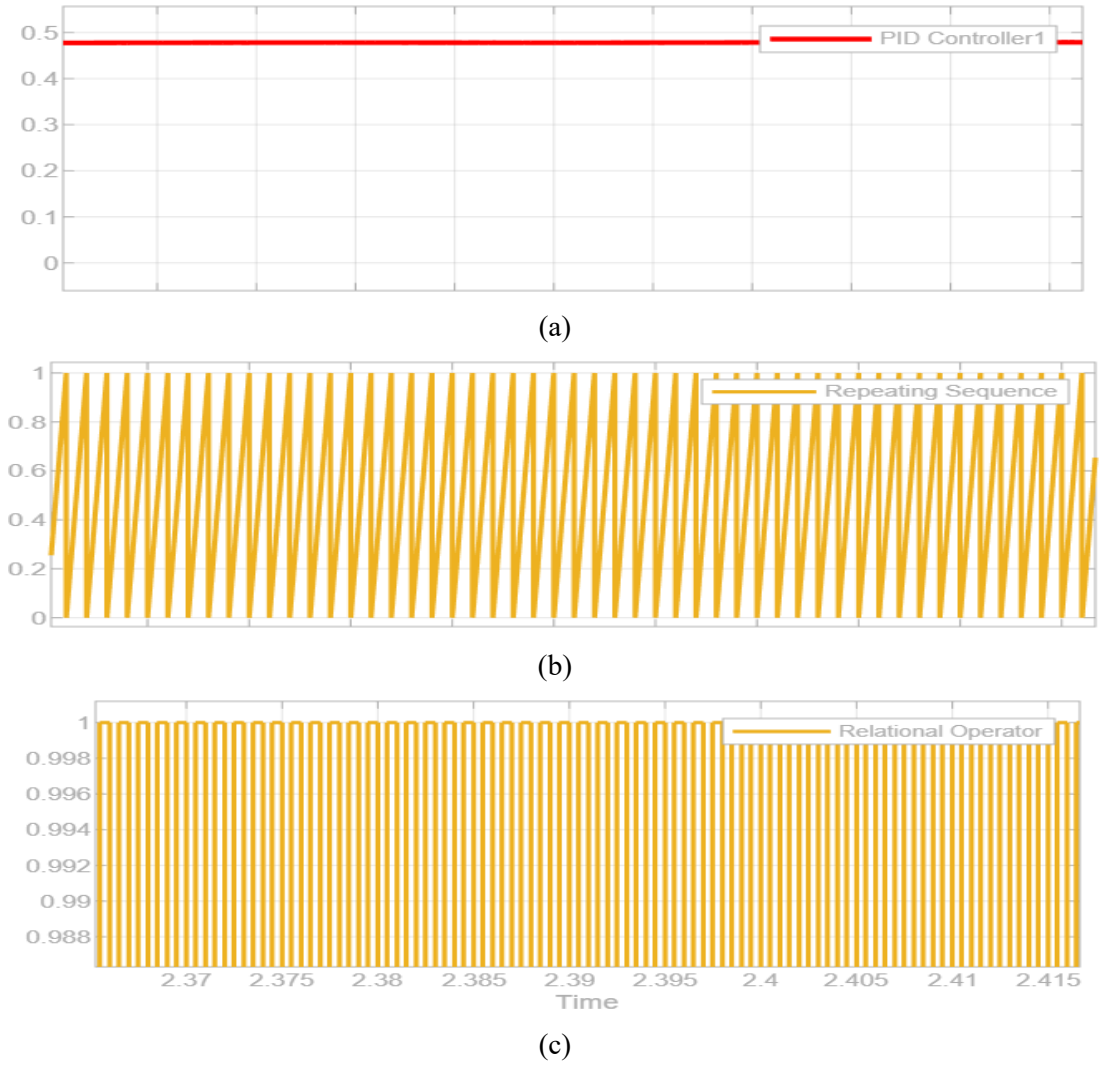


Figure 10. PID controller: (a) output voltage, (b) repeating sequence, (c) PWM signal.

The performance of the proposed wind energy conversion system was also evaluated under different wind speed conditions of 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s, and 15 m/s. For each operating condition, the input and output voltage characteristics of the system were analysed to investigate the effect of wind speed variation on system performance. The obtained simulation results demonstrate that the output voltage level increases with increasing wind speed, while the control system maintains stable voltage regulation under varying operating conditions. The corresponding input and output voltage waveforms under different wind speed conditions are presented in Figure 11. Figure 11(a) shows the input and output voltage waveforms at 8 m/s wind speed; Figure 11(b) illustrates the waveforms at 10 m/s; Figure 11(c) presents the results at 12 m/s; and Figure 11(d) shows the system response at 15 m/s wind speed.

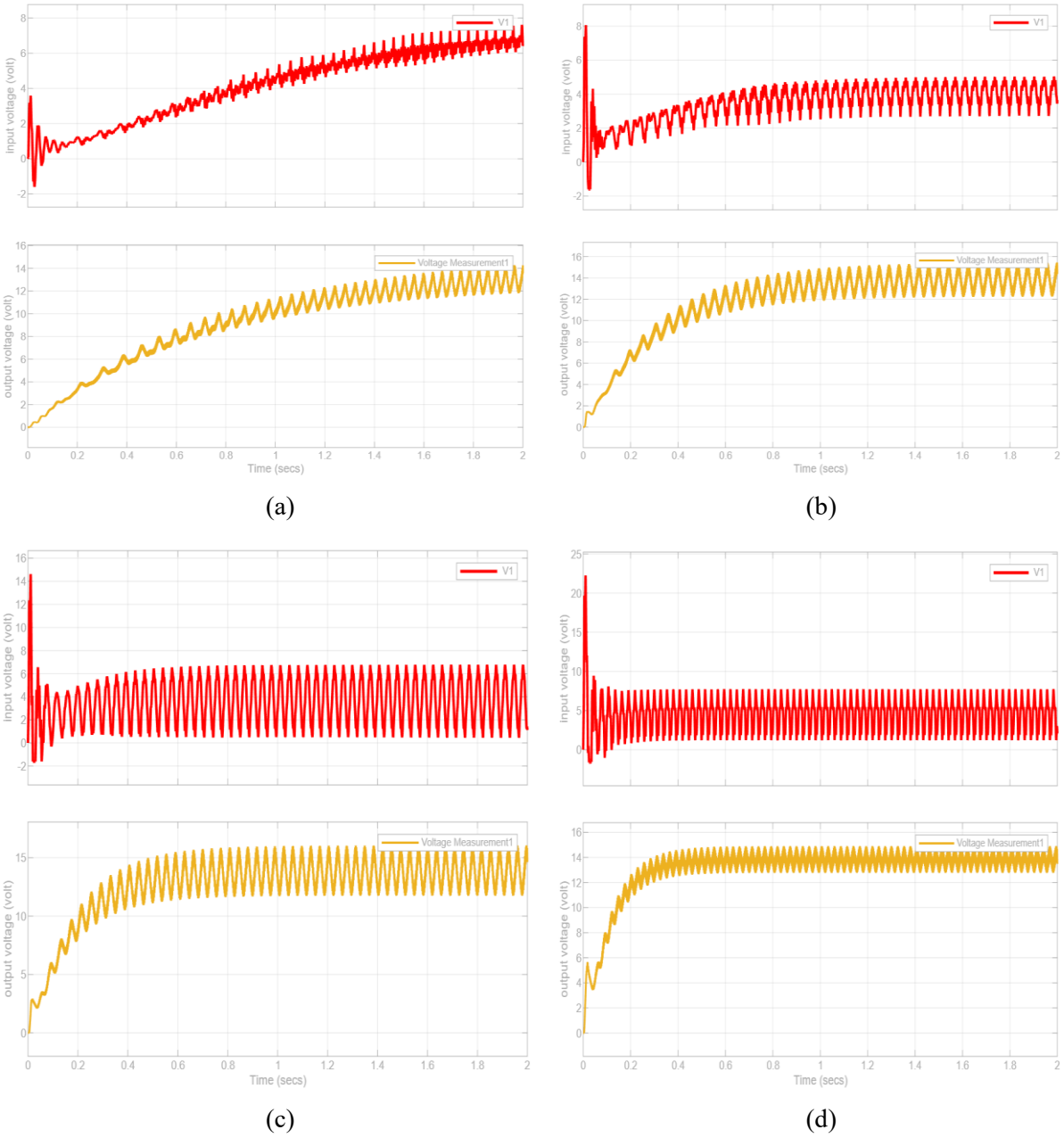


Figure 11. Input and output voltage waveforms under (a) 8 m/s, (b) 10 m/s, (c) 12 m/s, and (d) 15 m/s wind speed conditions.

The performance of the MPPT-controlled wind energy conversion system was evaluated for a wind speed of 10 m/s. In the simulation study, the input voltage, output voltage, output current, and output power characteristics of the system were analysed to examine the effectiveness of the MPPT algorithm under constant wind conditions. The obtained waveforms demonstrate that the MPPT controller successfully adjusts the operating point of the system to maximise power extraction while maintaining stable voltage regulation. The corresponding voltage, current, and power responses are presented in Figure 12. Figure 12(a) shows the input voltage waveform, Figure 12(b) presents the output voltage waveform, Figure 12(c) illustrates the output current waveform, and Figure 12(d) shows the output power waveform at 10 m/s wind speed.

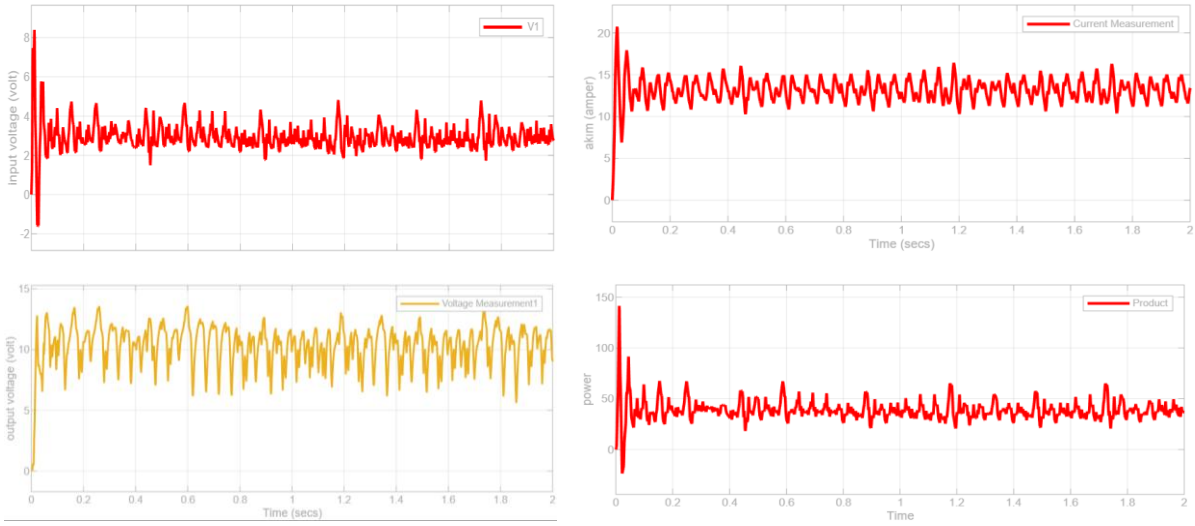


Figure 12. (a) Input and (b) output voltage, (c) current and (d) power waveforms at 10 m/s wind speed.

5. Conclusions

In this study, a power electronics-based wind energy conversion system was designed and analysed in a MATLAB/Simulink environment to make the low-level electrical energy obtained from a vertical axis wind turbine usable for practical applications. The proposed system consists of an axial flux permanent magnet synchronous generator (AF-PMSG), a rectifier circuit, a DC–DC boost converter, an MPPT algorithm, and a PID-based control mechanism. The simulation results demonstrate that the low input voltage generated under varying wind conditions can be successfully converted into a regulated and stable DC output voltage. In particular, the boost converter topology effectively increases the rectified voltage to the desired level while maintaining stable operation under variable input conditions. In addition, the implemented MPPT algorithm successfully tracks the maximum power point and improves the efficiency of power extraction from the wind turbine. Furthermore, the PID control structure enhances system performance by regulating the output voltage and improving the dynamic response of the system under changing wind speed conditions. The obtained results confirm that the proposed control and power conversion structure provides reliable and efficient operation for renewable energy applications. For future studies, it is recommended that the proposed system be implemented in real-time applications, compared with advanced control techniques, and integrated with energy storage systems to further improve system efficiency and operational reliability.

References

Ackermann, T. (2005). Wind Power in Power Systems, John Wiley & Sons, India.

Ahmad, M., Shahzad, A., & Qadri, M. N. M. (2023). An overview of the aerodynamic performance analysis of vertical-axis wind turbines. *Energy & Environment*, 34(7), pp. 2815-2857.

Astrom, K. J., & Hägglund, T. (2006). Advanced PID control. *IEEE Control Systems*, 26(1), pp. 98-101.

Barto, A. G., Sutton, R. S., & Anderson, C. W. (1983). Neuronlike adaptive elements that can solve difficult learning control problems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13(5), pp. 834–846.

Boztaş, A., Demirbaş, O., & Şahin, M. E. (2021). Investigation of vertical-axis wind turbines and the design of their components. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 6(2), pp. 64-72.

Blaabjerg, F., Chen, Z., & Kjaer, S. B. (2004). Power electronics as an efficient interface in dispersed power generation systems. *IEEE transactions on power electronics*, 19(5), pp. 1184-1194.

Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D., & Bossanyi, E. (2011). Wind energy handbook. John Wiley & Sons.

Chen, Z., Guerrero, J. M., & Blaabjerg, F. (2009). A review of the state of the art of power electronics for

wind turbines. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 24(8), pp.1859-1875.

Dubois, M. R., Polinder, H., & Ferreira, J. A. (2000). Comparison of generator topologies for direct-drive wind turbines. *Proceedings of the 2000 NORPIE*, 22-26.

Erickson, R. W., & Maksimovic, D. (2007). Fundamentals of power electronics. Springer Science & Business Media.

Eriksson, S., Bernhoff, H., & Leijon, M. (2008). Evaluation of different turbine concepts for wind power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 12(5), pp.1419-1434.

Esram, T., & Chapman, P. L. (2007). Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques. *IEEE Transactions on Energy Conversion,* 22(2), pp.439-449.

Hansen, M. (2015). Aerodynamics of wind turbines. Eartscan Publishing, London, UK.

Heier, S. (2014). Grid integration of wind energy: *onshore and offshore conversion systems*. John Wiley & Sons.

Howell, R., Qin, N., Edwards, J., & Durrani, N. (2010). Wind tunnel and numerical study of a small vertical-axis wind turbine. *Renewable Energy*, 35(2), pp. 412-422.

Moghadam, F. K., & Nejad, A. R. (2020). Evaluation of PMSG-based drivetrain technologies for 10-MW floating offshore wind turbines: Pros and cons in a life cycle perspective. *Wind Energy*, 23(7), pp. 1542-1563.

IEA, P. (2022). World Energy Outlook 2022. Paris, France: *International Energy Agency*, 17.

Koutroulis, E., & Kalaitzakis, K. (2006). Design of a maximum power tracking system for wind-energy-conversion applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 53(2), pp. 486-494.

Muhammad, H. R. (2004). Power Electronics-Circuits, Devices, and Applications. Upper Saddle River, NJ, Pearson Prentice Hall.

Patel, M. R., & Agarwal, V. (2006). Maximum power point tracking scheme for wind-driven induction generator system. *IEEE Transactions on Energy Conversion, 21*(1), pp.163–169.

Sedighizadeh, M., & Rezazadeh, A. (2008, February). Adaptive PID controller based on reinforcement learning for wind turbine control. In *Proceedings of the World Academy of Science*, Engineering and Technology, Vol. 27, pp. 257-262.

Simoes, M. G., & Farret, F. A. (2004). *Renewable energy systems*: design and analysis with induction generators. CRC Press.

Suresh, K., & Arulmozhiyal, R. (2016). Design and implementation of a bi-directional DC-DC converter for a wind energy system. *Circuits and Systems*, 7(11), pp. 3705-3722.

Şenel, M. C., & Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye'de rüzgar enerjisi durumu-genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56(663), pp.46-56.

Thongam J. S., Ouhrouche M. (2011). MPPT control methods in wind energy conversion systems. *Fundamental and Advanced Topics in Wind Power,* pp. 339-360.

ORTEZ VE PROTEZ ÜRETİMİNDE KULLANILAN POLİPROPİLEN VE POLİETİLEN MALZEMELERİN MEKANİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Erhan BAYSAL

Lect. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit University, Alaplı Vocational School, Zonguldak-Türkiye, ORCID: 0000-0002-2767-8722

Nergizhan ANAÇ

Assoc. Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Zonguldak-Türkiye, ORCID: 0000-0001-6738-9741

Oğuz KOÇAR

Assoc. Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Zonguldak-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0002-1928-4301

Özet

Katmanlı imalat teknolojilerinden biri olan ergiyik yığma modelleme (EYM) yöntemi, polimer esaslı parçaların karmaşık geometrilerde ve kişiye özel üretilmesine olanak sağlaması nedeniyle ortopedik uygulamalarda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu çalışmada, ortez ve protez bileşenlerinin üretiminde kullanılan polipropilen (PP) ve polietilen (PE) levha malzemeler referans alınarak, farklı kalınlıklardaki numunelerin çekme ve eğme davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Ayrıca, EYM yöntemiyle PP ve karbon fiber takviyeli polipropilen (PP-CF) malzemeler üretilmiş ve mekanik performansları levha formundaki diğer numunelerle karşılaştırılmıştır.

Deney sonuçları, PE numunelerde kalınlık artışı ile birlikte çekme dayanımının ve kopma uzamasının arttığını göstermiştir. Buna karşılık PP levha numunelerinde kalınlık artışıyla çekme dayanımında azalma eğilimi gözlenmiştir. Eğme testlerinde ise hem PE hem de PP numunelerinde kalınlık artışının eğme kuvvetini belirgin biçimde artırdığı tespit edilmiştir. 3B yazıcıyla üretilen PP numunesi düşük mekanik performans sergilerken, PP-CF numunesi hem çekme hem de eğme testlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Elde edilen bulgular, üretim yöntemi, numune kalınlığı ve takviye türünün mekanik performans üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymakta ve EYM tabanlı eklemeli imalatın medikal uygulamalarda kullanılabilirliğine yönelik bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ergiyik Yığma Modelleme, 3B baskı, Ortez, Protez, Polipropilen, Polietilen, Mekanik özellikler

EVALUATION OF THE MECHANICAL PERFORMANCE OF POLYPROPYLENE AND POLYETHYLENE MATERIALS USED IN ORTHOSIS AND PROSTHETIC PRODUCTION

Abstract

One of the additive manufacturing technologies, Fused Deposition Modeling (FDM), is gaining increasing attention in orthopedic applications due to its ability to produce polymer-based parts with complex geometries and customized designs. In this study, polypropylene (PP) and polyethylene (PE) sheet materials commonly used in orthosis and prosthetic components production were taken as reference materials, and the tensile and flexural behavior of specimens with varying thicknesses was experimentally investigated. Additionally, PP and carbon fiber reinforced polypropylene (PP-CF) materials were produced using the FDM method, and their mechanical performance was compared with other samples in sheet form.

Experimental results indicated that tensile strength and elongation at break increased with specimen thickness in PE samples. In contrast, a decreasing trend in tensile strength was observed in PP sheet specimens as thickness increased. Flexural tests revealed that increasing thickness significantly enhanced the flexural load capacity in both PE and PP specimens. While the FDM-produced PP specimen exhibited relatively low

mechanical performance, the carbon fiber reinforced PP-CF specimen achieved the highest values in both tensile and flexural tests.

The findings demonstrate that the manufacturing method, specimen thickness, and reinforcement type play a decisive role in mechanical performance, and they provide an evaluation of the applicability of FDM-based additive manufacturing in medical applications.

Keywords: Fused Deposition Modeling, 3D printing, Orthosis, Prosthetic, Polypropylene, Polyethylene, Mechanical properties

1. Giriş

Katmanlı imalat teknolojileri, malzemenin katmanlar hâlinde biriktirilmesine dayalı üretim yaklaşımlarıyla, geleneksel eksiltmeli ve kalıplı imalat yöntemlerinden temel olarak ayrılmaktadır. Bu üretim yöntemi, karmaşık geometrili yapıların ilave takım veya kalıp gereksinimi olmaksızın kontrollü biçimde üretilebilmesini mümkün kılmaktadır. Bu özellikler, katmanlı imalat yöntemlerinin yalnızca prototipleme amaçlı kullanımının ötesine geçerek, fonksiyonel ve yapısal bileşenlerin üretiminde de etkin biçimde değerlendirilmesini sağlamıştır. Özellikle tasarım serbestliği, fonksiyonel özelleştirme ve kısa üretim döngüleri, bu teknolojilerin modern mühendislik uygulamalarında yaygınlaşmasında belirleyici rol oynamaktadır. Katmanlı imalat yöntemleri arasında, ulaşılabilirliği, uygulanabilirliği ve malzeme erişilebilirliği açısından öne çıkan teknik ergiyik yığma modelleme yöntemidir (Sapkota vd., 2024; Equbal vd., 2024). Termoplastik filamentlerin kontrollü olarak eritilerek katmanlar hâlinde biriktirilmesine dayanan EYM süreci; düşük üretim maliyeti, endüstriyel ölçekte uygulanabilirliği ve işlem parametrelerinin hassas biçimde kontrol edilebilmesi gibi avantajları sayesinde polimer esaslı bileşenlerin üretiminde geleneksel yöntemlerin yerine dikkat çekici bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Palanisamy vd., 2024; Aktepe & Ergün, 2025). Bununla birlikte, EYM yöntemiyle üretilen parçaların mekanik özelliklerinin, geleneksel üretim yöntemleriyle elde edilen malzemelerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, bu teknolojinin yapısal uygulamalardaki kullanılabilirliğinin ortaya konulması açısından kritik bir gerekliliktir. Bu bağlamda, mekanik performans ile geometrik uyumun birlikte sağlanmasının zorunlu olduğu ve insanla doğrudan ilişkili ortopedik uygulamalarda, eklemeli imalatla üretim yaklaşımlarının değerlendirilmesi öncelikli bir konudur (Cong & Zhang, 2025; Joseph & Uthirapathy, 2024; Jonnala & Kumar, 2023; Ali vd., 2024). Bu alanda kullanılan malzemeler; rijitlik, dayanım, hafiflik ve biyouyumluluk gereksinimleri doğrultusunda farklı malzeme sınıfları altında değerlendirilmektedir (Güner & Meran, 2020). Özellikle polimer esaslı malzemeler, şekillendirilebilirlikleri ve kullanıcı konforuna katkıları nedeniyle birçok ortopedik bileşenin üretiminde yaygın biçimde tercih edilmektedir. Polipropilen (PP) ve polietilen (PE), düşük yoğunlukları ve kimyasal kararlılıkları sayesinde ortez ve protez uygulamalarında uzun süredir kullanılan polimerler arasında yer almaktadır [Gide vd., 2022; Choi vd., 2023). Geleneksel olarak levha formunda temin edilen PP ve PE malzemeler, kesme ve termoform yöntemleriyle şekillendirilmektedir. Ancak bu üretim teknikleri, kişiye özel tasarım gereksinimleri ve üretim esnekliği açısından sınırlı olabilmektedir. Bu noktada 3B baskı işlemi, aynı malzemenin doğrudan son ürün olarak üretilebilmesine olanak tanıyarak, üretim süreci ve tasarım esnekliği açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Yöntem, fonksiyonunu kaybetmiş veya eksik uzuvlara sahip bireyler için kişiselleştirilmiş ürünlere ulaşılmasını hızlandırmakta ve düşük maliyet avantajı sağlamaktadır (Alsancak vd., 2024). Ek olarak, geleneksel üretim yöntemlerinde plastik levhalar veya lamine tabakalar katı ve tam dolu bileşenler olarak üretilirken, EYM ile ağırlık azaltılması mümkün olmaktadır. Bu durum bireyin rehabilitasyon ve uyum sürecini kolaylaştırmaktadır (Hassan & Wong, 2023).

Bu çalışmada, ortez ve protez üretiminde tercih edilen hem geleneksel üretim ile elde edilen levha formundaki PP ve PE malzemeler, hem de 3B baskı yöntemiyle üretilen PP ve PP-CF malzemeler kullanılmıştır. Levhalardan elde edilen numunelerinin mekanik özellikleri referans olarak alınmıştır. Tüm numunelerin çekme ve eğme testleri yapılarak mekanik performansları deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile EYM yöntemiyle üretilen parçaların geleneksel üretim yöntemleriyle elde edilen parçalara alternatif olabilme potansiyelinin anlaşılması ve ortopedik uygulamalarda eklemeli imalatın kullanılabilirliğine yönelik bir görüş sunması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Malzemeler

Dünyada ortez ve protez üretimi için PP, PE ve karbon fiber takviyeli polimer kompozitler gibi malzemeler kullanılmaktadır (Hadi & Kadhim, 2025). Düşük yoğunluk, yüksek dayanım ve sertliğe sahip olan PP malzemeler; şeklini koruyan ortez bileşenleri için, örneğin felç ortezleri, ayak bileği protezleri ve protez soketlerinin imalatında kullanılmaktadırlar ([Ottobock 616T20, 2025). PE malzemeler ise şekillendirilebilirlik özelliği bulunan, yüksek kimyasal direnç ve sertliği olan bir termoplastiktir. PE levhalar özellikle torakolomber sakral ortez olarak bilinen omurga destekleyicilerde tercih edilmektedirler (Ottobock 616T95, 2025). Karbon fiber takviyesiyle elde edilen kompozitler de yüksek rijitlik ve düşük ağırlık avantajları sağlamakta, ayrıca üst ekstremite protezleri ve alt ekstremite ortezlerinde kullanılmaktadır (Wei vd., 2024; Grunst vd., 2023; Anderson vd., 2024). Bu çalışmada, 3B yazıcıda üretilen parçalardan elde edilen verilerin ortez ve protez üretimine uygunluğunu kontrol etmek için bilinen geleneksel uygulamalardaki PP ve PE levha malzemeler referans kabul edilmiştir. Ottobock ThermoLyn polipropilen homopolimer levhalar 2, 3 ve 4 mm kalınlığında, PE levhalar ise 2 ve 4 mm kalınlıklarda kullanılmıştır. Filameon marka PP ve PP-CF ticari filamentler 3B yazıcıda deney numunelerinin üretiminde kullanılmıştır. PP ve PP-CF filamentlerin, Filameon tarafından paylaşılan teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Filamentlere ait teknik özellikler.

Filament Malzemesi	PP		PP-CF
Çap (mm)	1.75		1.75
Yoğunluk (g/cm^3)	0,90		1
Çekme Dayanımı (MPa)	17		54
Eğme Dayanımı (MPa)	14		78
Tabla Sıcaklığı (°C)	80-110		50-80
Nozul Sıcaklığı (°C)	220 – 250		220-250

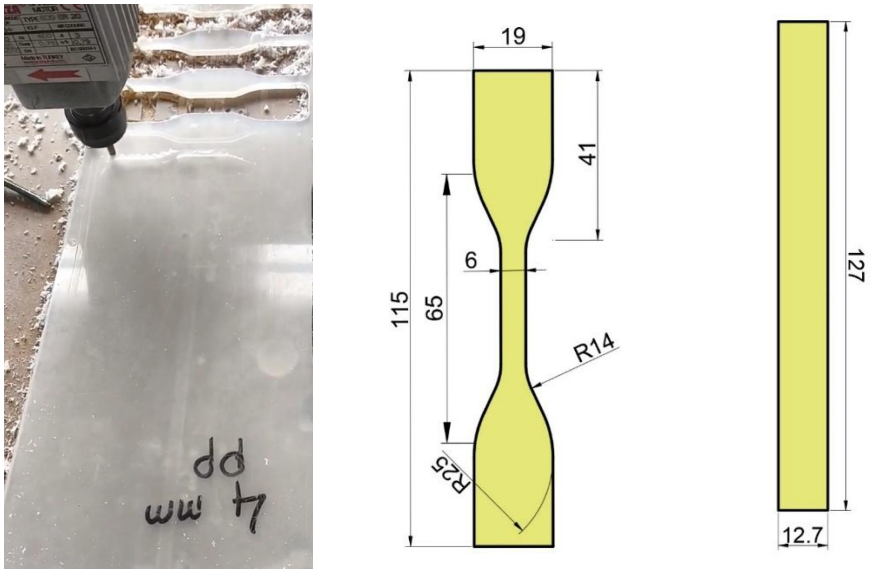
PE dünyada en yaygın üretilen ve kullanılan polimer malzeme olmasına rağmen, bu malzemeden filament üreten çok az sayıda filament üreticisi vardır (Wevolver, 2026). Bu nedenle PE malzemenin filament olarak temin edilmesi mümkün olmamıştır. Deneylerde kullanılacak filament malzemelerinin seçilmesinde, geleneksel ortez ve protez uygulamalarında kullanılan malzemeler ve özellikleri dikkate alınmıştır. Levha formundaki PP ve PE malzemelerden elde edilen numuneler ile 3B yazıcıda PP ve PP-CF filament kullanılarak üretilen numunelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çekme ve eğme testleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan numunelerin malzeme türü ve üretim yöntemine göre sınıflandırılması Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan numunelerin tanımlanması.

Numune Kodu	Üretim Formu	Açıklama
PP 2 mm	Levha	2 mm kalınlığında PP levhadan elde edilen çekme ve eğme numunesi
PP 3 mm	Levha	3 mm kalınlığında PP levhadan elde edilen çekme ve eğme numunesi
PP 4 mm	Levha	4 mm kalınlığında PP levhadan elde edilen çekme ve eğme numunesi
PE 2 mm	Levha	2 mm kalınlığında PE levhadan elde edilen çekme ve eğme numunesi
PE 4 mm	Levha	4 mm kalınlığında PE levhadan elde edilen çekme ve eğme numunesi
PP- 3D	3B yazıcıda Levha	PP filament kullanılarak 3B yazıcıda üretilen çekme ve eğme numunesi
PP-CF	3B yazıcıda Levha	PP-CF filament kullanılarak 3B yazıcıda üretilen çekme ve eğme numunesi

2.2. Numune Üretimi

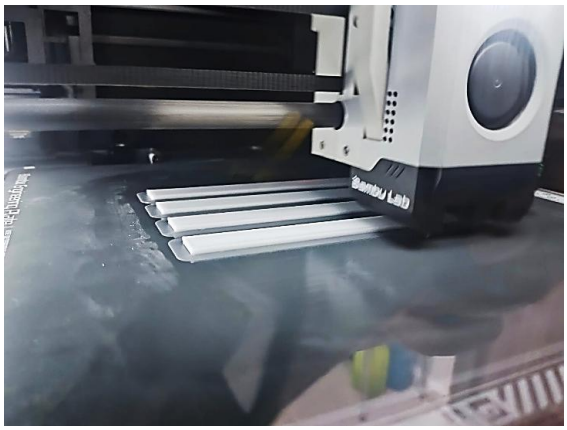
Bu çalışmada kullanılan PP ile PE esaslı levha malzemelerden çekme ve eğme deney numuneleri, ASTM D638 ve ASTM D790 standardına uygun olarak hazırlanmıştır (Şekil 1). Numune geometrisi standartlarda belirtilen ölçüler esas alınarak belirlenmiş olup, levha formundaki numuneler CNC router kullanılarak hassas biçimde işlenmiştir.



a) b) c)

Şekil 1. Numune üretimi a) levha şekli, b) çekme numunesi ve c) eğme numune ölçüleri (birimler mm'dir).

3B baskı işlemleri, Şekil 2'de gösterilen BambuLab X1E model EYM tipi 3B yazıcı kullanılarak ve Filameon marka PP ile PP-CF filamentler ile gerçekleştirilmiştir. PP ve PP-CF filamentler için baskı parametreleri; 0.2 mm katman kalınlığı, %100 doluluk oranı, 100 mm/s yazdırma hızı ve 230 °C nozul sıcaklığı olarak belirlenmiştir. Tabla sıcaklığı 80 °C'de sabit tutulmuş, numuneler [-45°/ +45°] tarama açısına sahip olacak şekilde, 2 duvar sayısı ile basılmıştır. Tüm baskı işlemlerinde 0.4 mm çapında nozul kullanılmıştır.



Şekil 2. 3B yazıcı.

2.3. Mekanik Test Prosedürleri

Hazırlanan tüm numunelerin mekanik davranışlarını belirlemek amacıyla çekme ve eğme testleri üniversal test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çekme deneyleri, ASTM D638 standardına uygun olarak, 5 kN kapasiteli WDW-5 model üniversal test cihazında, 1 mm/dk sabit çekme hızı ve oda sıcaklığı koşullarında

uygulanmıştır. Her bir deney grubu için çekme testleri beş tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçların ortalama değerleri değerlendirmeye alınmıştır.

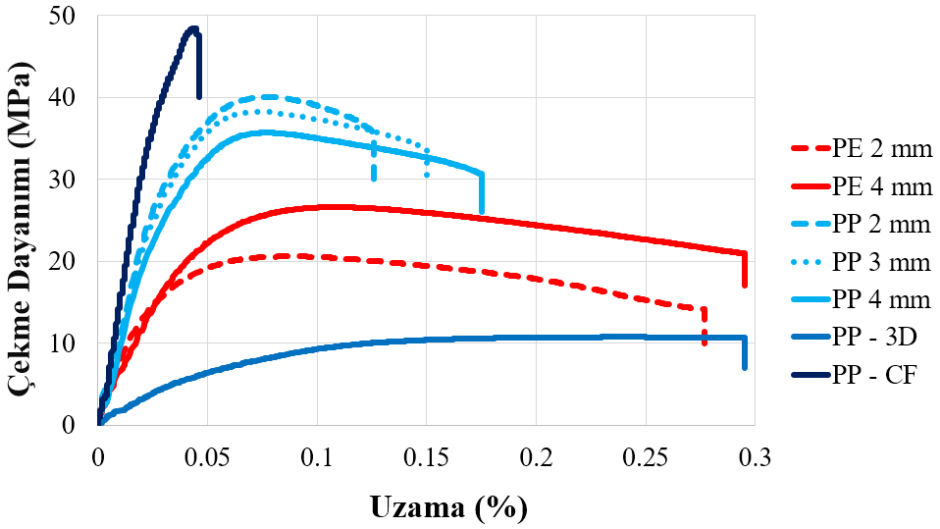
Eğme deneyleri, ASTM D790 standardına uygun olarak üç nokta eğme yöntemi kullanılarak 5 mm/dk hızda gerçekleştirilmiştir. Deneyler, aynı üniversal test cihazı üzerinde uygulanmış olup, numunelerin eğilme davranışı eğme kuvveti–deplasman verileri üzerinden analiz edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Çekme Testi Sonuçları

Şekil 3'te deneylerde kullanılan numunelere ait gerilme- uzama grafiği ve Tablo 3'te grafiğe ait değerler verilmektedir. PE 2 mm ve PE 4 mm numunelerinde çekme dayanımı değerleri sırasıyla 20.6 MPa ve 26.6 MPa olduğu belirlenmiştir. PE 4 mm numunesi, PE 2 mm numunesine göre daha fazla çekme dayanımı sergilemiş ve daha yüksek uzama aralığında kopma göstermiştir.

PP 2 mm, PP 3 mm ve PP 4 mm numuneleri incelendiğinde çekme dayanımları sırasıyla 40.1 MPa, 38.3 MPa ve 35.7 MPa olarak ölçülmüştür. Levhadaki kalınlık artışının çekme dayanımında azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. EYM baskı yöntemiyle üretilen PP numunesi (PP-3D) çekme dayanımı 10.8 MPa ve PP-CF numunesi çekme dayanımı ise 48.5 MPa olarak ölçülmüştür. EYM ile üretilen PP numunesi tüm numuneler içinde en düşük çekme dayanımı performansı sergilerken PP-CF ise tüm numuneler arasında en yüksek çekme dayanımı performansı göstermektedir.



Şekil 3. Numunelere ait gerilme – uzama grafiği.

Tablo 3. Numunelere ait çekme dayanımı ve uzama değerleri.

Numune Kodu	Çekme Dayanımı (MPa)	Uzama (%)
PP 2 mm	40.1±1.5	13
PP 3 mm	38.3±1.2	15
PP 4 mm	35.7±1.6	17
PE 2 mm	20.6±0.8	27
PE 4 mm	26.6±0.9	29
PP- 3D	10.8±1.1	29
PP-CF	48.5±1.4	5

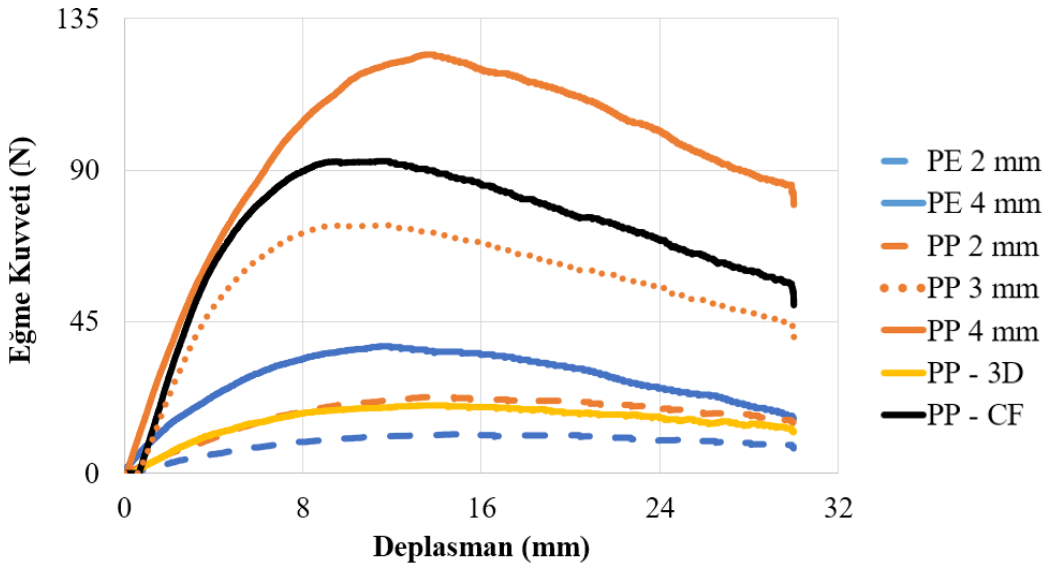
3.2. Eğme Testi Sonuçları

Şekil 4'te PE ve PP esaslı farklı kalınlıklarda levhalar, 3B baskı ve karbon fiber takviyeli numunelere ait eğme kuvveti–deplasman eğrileri ve Tablo 4'te eğrilere ait değerler verilmiştir. Deneylerde numunelerin deplasman değeri sabit tutulmuştur.

PE 2 mm ve PE 4 mm numunelerinde eğme kuvveti değerleri sırasıyla 11.6 N ve 37.7 N olarak ölçülmüştür. PE 4 mm numunesi, PE 2 mm numunesine göre daha yüksek eğme kuvveti performansı sergilemiştir. Tüm numunelerde deplasman arttıkça eğme kuvvetinin başlangıçta arttığı, maksimum kuvvet değerine ulaşıldıktan sonra ise azaldığı gözlenmiştir.

PP 2 mm, PP 3 mm ve PP 4 mm numuneleri incelendiğinde eğme kuvveti değerleri sırasıyla 22.6 N, 73.5 N ve 124.1 N ölçülmüştür. PP 4 mm numunesi tüm numuneler içerisinde en yüksek eğme kuvvetine ulaşmıştır.

3B baskı yöntemiyle üretilen PP numunesi (PP-3D) ve PP-CF numunelerinin eğme kuvvetleri sırasıyla 20.2 N ve 92.5 N olarak ölçülmüştür. Burada PP-CF tüm numuneler içerisinde PP 4 mm numunesinden sonra en yüksek eğme kuvveti performansı göstermiştir.



Şekil 4. Numunelere ait eğme kuvveti – deplasman grafiği.

Tablo 4. Numunelere ait eğme kuvveti ve deplasman değerleri.

Numune Kodu	Eğme Kuvvet (N)	Deplasman(mm)
PP 2 mm	22.6±1.3	30
PP 3 mm	73.5±1.9	30
PP 4 mm	124.1±2.1	30
PE 2 mm	11.6±0.9	30
PE 4 mm	37.7±1.6	30
PP- 3D	20.2±1.1	30
PP-CF	92.5±1.7	30

4. Tartışma

Çekme ve eğme testlerinden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, numune kalınlığı, üretim yöntemi ve takviye türünün mekanik performans üzerinde belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Özellikle PE ve PP esaslı numunelerde kalınlık artışının çekme ve eğme davranışlarını farklı biçimlerde etkilediği dikkat çekmektedir. PE levha numunelerinde kalınlık artışı ile birlikte çekme dayanımının ve kopma uzamasının arttığı gözlenmiştir. PE 4 mm numunesinin hem daha yüksek çekme dayanımı sergilemesi hem de daha geniş

bir uzama aralığında kopması, kalınlığın artmasıyla birlikte yük taşıyan etkin kesit alanının büyümesine ve içyapıda gerilme dağılımının daha homojen hale gelmesine bağlanabilir. Benzer şekilde eğme testlerinde de PE 4 mm numunesinin daha yüksek eğme kuvvetine ulaşması, kalınlık artışının eğilme rijitliğini artırdığını göstermektedir.

PP levha numunelerinde ise kalınlık artışı ile çekme dayanımında azalma eğilimi tespit edilmiştir. PP 4 mm numunesinin en düşük çekme dayanımını göstermesi, kalınlık arttıkça içyapıda oluşabilecek üretim kaynaklı heterojenliklerin ve iç kusurların çekme davranışını olumsuz etkilemiş olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık eğme testlerinde PP numunelerinde kalınlık artışı ile eğme kuvvetinin belirgin biçimde arttığı görülmüştür. Bu durum, eğme yüklemesi altında kesit atalet momentinin baskın hale gelmesi ve kalınlığın eğilme direncini doğrudan artırması ile açıklanabilir. Dolayısıyla PP malzemesinde çekme ve eğme davranışlarının kalınlığa karşı farklı eğilimler sergilediği söylenebilir.

Üretim yöntemi açısından değerlendirildiğinde, EYM baskı yöntemiyle üretilen PP numunesinin hem çekme hem de eğme testlerinde en düşük performansı sergilemesi, katmanlar arası bağlanmanın ve baskı yönüne bağlı anizotropinin mekanik özellikleri sınırladığını göstermektedir. Buna karşılık karbon fiber takviyeli PP-CF numunesinin hem çekme hem de eğme testlerinde belirgin şekilde daha yüksek performans göstermesi, karbon fiberlerin yük transferini iyileştirmesi ve matris içerisinde takviye etkisi oluşturarak deformasyonu sınırlamasıyla ilişkilendirilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çekme testleri malzemenin dayanımı hakkında bilgi verirken, eğme testleri kesit geometrisi ve rijitliğin daha baskın olduğu bir davranışı ortaya koymaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, uygulama alanına bağlı olarak yalnızca malzeme türünün değil, numune kalınlığı ve üretim yönteminin de mekanik performans üzerinde birlikte değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada PE ve PP esaslı farklı kalınlıklardaki levha numuneler ile EYM yöntemiyle üretilmiş PP ve karbon fiber takviyeli PP-CF numunelerinin çekme ve eğme davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, numune kalınlığı, malzeme türü ve üretim yönteminin mekanik performans üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermiştir.

Çekme testleri sonucunda PE numunelerinde kalınlık artışı ile birlikte çekme dayanımı ve kopma uzamasının arttığı belirlenmiştir. Buna karşılık PP levha numunelerinde kalınlık artışıyla çekme dayanımında azalma eğilimi gözlenmiştir. PP-3D numunesi tüm numuneler arasında en düşük çekme dayanımını sergilerken, karbon fiber takviyeli polipropilen (PP-CF) numunesi en yüksek çekme dayanımı değerine ulaşmıştır. Bu durum, PP-CF filament kullanılarak üretilen parçaların çekme yükleri altında daha üstün mekanik performans sunduğunu ortaya koymaktadır.

Eğme testleri incelendiğinde hem PE hem de PP esaslı numunelerde kalınlık artışının eğme kuvvetini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. PP 4 mm numunesi en yüksek eğme kuvvetine ulaşan numune olmuştur. EYM yöntemiyle üretilen PP numunesi düşük eğme performansı gösterirken, PP-CF numunesi yüksek eğme kuvveti değeri ile levha tipi PP 4 mm numunesine yakın bir davranış sergilemiştir. Levha PP numunelerinde 4 mm kalınlıktan sonra elde edilen yüksek eğme kuvvetine karşılık, PP-CF numuneler hem yüksek eğme performansı hem de üretim esnekliği açısından dikkat çekici bir alternatif olarak değerlendirilmiştir.

Genel olarak sonuçlar, çekme yüklemelerinde malzeme içyapısı ve üretim yönteminin belirleyici olduğunu, eğme yüklemelerinde ise kesit geometrisi ve kalınlığın daha baskın rol oynadığını ortaya koymaktadır. Karbon fiber takviyesi, özellikle 3B baskı yöntemiyle üretilen numunelerde mekanik performansın iyileştirilmesi açısından etkili bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte karbon fiber katkılı levhaların geleneksel yöntemlerle üretimi, tedariki ve kişiye özel şekillendirilmesi; zaman, işçilik ve maliyet açısından dezavantaj oluşturabilmektedir. Buna karşılık 3B yazıcıda filament ile PP-CF parçaların istenilen kalınlıkta ve kişiye özel olarak üretilebilmesi, sektör ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt verebilme potansiyeli sunmaktadır. Gelecekte ortopedik uygulamalarda kullanılabilecek filament malzeme çeşitliliğinin artırılmasına ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin yaygınlaşması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, müşteri taleplerine hızlı cevap verilebilmesi ve malzeme giderlerinin azaltılması gibi etkenler, bu alandaki çalışmaların hız kazanmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

Aktepe, E., & Ergün, U. (2025). Machine learning approaches for FDM-based 3D printing: a literature review. Applied Sciences, 15(18), 10001.

Ali, F., Kalva, S. N., & Koc, M. (2024). Advancements in 3D printing techniques for biomedical applications: a comprehensive review of materials consideration, post processing, applications, and challenges. Discover materials, 4(1), 53.

Alsancak, S., Acar, A. G., & Özgün, A. K. (2024). 3 Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Ortotik ve Prostetik Rehabilitasyona Katkıları. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(1), 41-54. https://doi.org/10.46971/ausbid.1399730

Anderson, K. M., Corlett, M. A., Magdziarz, S. M., Anderson, D. D., & Wilken, J. M. (2024). Foot offloading associated with carbon fiber orthosis use: A pilot study. Gait & posture, 111, 191-195.

Choi, S. R., Kwon, J. W., Suk, K. S., Kim, H. S., Moon, S. H., Park, S. Y., & Lee, B. H. (2023). The clinical use of osteobiologic and metallic biomaterials in orthopedic surgery: the present and the future. Materials, 16(10), 3633.

Cong, B., & Zhang, H. (2025). Innovative 3D printing technologies and advanced materials revolutionizing orthopedic surgery: Current applications and future directions. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 13, 1542179.

Equbal, A., Murmu, R., Kumar, V., & Equbal, M. A. (2024). A recent review on advancements in dimensional accuracy in fused deposition modeling (FDM) 3D printing. AIMS Materials Science, 11(5), 950-990.

Gide, K. M., Islam, S., & Bagheri, Z. S. (2022). Polymer-based materials built with additive manufacturing methods for orthopedic applications: a review. Journal of Composites Science, 6(9), 262.

Grunst, M. M., Wiederien, R. C., & Wilken, J. M. (2023). Carbon fiber ankle-foot orthoses in impaired populations: A systematic review. Prosthetics and orthotics international, 47(5), 457-465.

Güner, A. T., & Meran, C. (2020). Ortopedik implantlarda kullanılan biyomalzemeler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(1), 54-67.

Hadi, Rusul Salah, Kadhim, Hala Mahmood, Computational Analysis and Optimization of Polymer-Based Ankle-Foot Orthoses, Advances in Polymer Technology, 2025, 3276074, 7 pages, 2025. https://doi.org/10.1155/adv/3276074

Hassan BB, Wong MS. Contemporary and Future Development of 3D Printing Technology in the Field of Assistive Technology, Orthotics and Prosthetics. Can Prosthet Orthot J. 2023 Dec 22;6(2):42225. doi: 10.33137/cpoj.v6i2.42225. PMID: 38873130; PMCID: PMC11168594.

https://www.ottobock.com/en-us/b2b-product/616T20 Erişim Tarihi: 12.12.2025

https://www.ottobock.com/en-us/b2b-product/616T95 Erişim Tarihi: 12.12.2025

https://www-wevolver-com.translate.goog/article/can-you-3d-print-polyethylene-pe-hdpe-petg?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=tc Erişim Tarihi: 04.02.2026

Jonnala, U. K., & Kumar, Y. R. (2023). Design and development of fused deposition modeling (FDM) 3D-Printed Orthotic Insole by using gyroid structure. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 145, 106005.

Joseph, A., & Uthirapathy, V. (2024). A systematic review of the contribution of additive manufacturing toward orthopedic applications. ACS omega, 9(44), 44042-44075.

Palanisamy, S., Karuppiah, G., Kumar, P., Dharmalingam, S., Mubarak, S., Santulli, C., ... & Karumuri, S. (2024). Effect of process parameters and material selection on the quality of 3D printed products by Fused Deposition Modeling (FDM): a review. Advances in Polymer Technology, 2024(1), 3480281.

Sapkota, A., Ghimire, S. K., & Adanur, S. (2024). A review on fused deposition modeling (FDM)-based additive manufacturing (AM) methods, materials and applications for flexible fabric structures. Journal of Industrial Textiles, 54, 15280837241282110.

Wei, J., Abdurexit, A., Jamal, R., Abdiryim, T., You, J., Li, Z., ... & Cheng, Q. (2024). Carbon fiber reinforced recycled polypropylene/polyolefin elastomer composites with high mechanical properties. Polymers, 16(7), 972.

YAPAY ZEKÂ KAYNAKLI İŞSİZLİK RİSKİ KARŞISINDA SOSYAL GÜVENLİK SİSTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: ROBOT VERGİSİ VE ALTERNATİF MODEL ÖNERİLERİ

Şeyda Akkuş

Dr. Bağımsız Araştırmacı, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Samsun, Türkiye, ORCID ID: 0009-0007-0757-1382

Özet

Yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerindeki hızlı gelişim, iş gücü piyasasında yapısal bir dönüşümü tetiklerken geleneksel maliye politikası araçlarını da yetersiz bırakmaktadır. Geleneksel sosyal güvenlik sistemleri, büyük ölçüde emeğin vergilendirilmesine ve çalışanlardan alınan primlere dayanmaktadır. Ancak yapay zekânın üretim süreçlerinde insan emeğinin yerini alması; vergi matrahının daralması ve sistemdeki mali dengenin bozulması riskini beraberinde getirmektedir. Bu çalışma, söz edilen etkileri mali bir bakış açısıyla ele alarak sosyal güvenliğin finansmanında karşılaşılabilecek güçlükleri incelemektedir. Çalışmada özellikle iki temel çözüm önerisi üzerinde durulmaktadır: Birincisi, dijital hizmet vergisi gelirlerinin belirli bir oranının genel bütçeden bağımsızlaştırılarak doğrudan sosyal güvenlik fonlarına aktarılması; ikincisi ise prim sisteminin kişi sayısından ziyade işletmenin otomasyon düzeyi ve üretim verimliliğine dayandırıldığı yeni bir modelin geliştirilmesidir. Söz konusu modeller, literatürde işaret edilen "teknoloji odaklı" finansman dönüşümü için alternatif birer uygulama yaklaşımı sunmaktadır. Özellikle genç nüfus avantajına rağmen teknolojik işsizlik riskiyle karşılaşabilecek Türkiye gibi ekonomilerde bu dönüşümün yönetilmesi, mali sürdürülebilirliğin korunması açısından kritik bir önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Sosyal Güvenliğin Finansmanı, Robot Vergisi, Dijital Hizmet Vergisi, Mali Sürdürülebilirlik.

Abstract

Rapid developments in artificial intelligence and automation technologies are triggering a structural transformation in labor markets while simultaneously rendering traditional fiscal policy instruments increasingly inadequate. Conventional social security systems are largely based on the taxation of labor and social insurance contributions collected from employees. However, the replacement of human labor by artificial intelligence in production processes brings along the risk of a shrinking tax base and the deterioration of the financial balance of the system. This study examines these effects from a fiscal perspective and analyzes the potential challenges that may arise in the financing of social security systems. The study particularly focuses on two main policy proposals. The first involves allocating a certain proportion of digital services tax revenues directly to social security funds independently from the general budget. The second approach involves the development of a new model in which the premium system is based not on the number of employees, but rather on the level of automation and production efficiency of the enterprise. These models provide alternative implementation approaches for the "technology-oriented" transformation of financing emphasized in the literature. Managing this transformation is of critical importance for preserving fiscal sustainability, especially in economies such as Türkiye, which, despite their demographic advantages, may face increasing risks of technological unemployment in the future.

Keywords: Artificial Intelligence, Financing of Social Security, Robot Tax, Digital Services Tax, Fiscal Sustainability.

1. Giriş

Teknolojik gelişmelerin iş gücünü ikame etmesi (yerinden etmesi) yeni bir olgu değildir. Sanayi Devrimi'nin ilk dönemlerinde el dokuma tezgâhlarının makineleşmesi, dünün zanaatkârlarını geçim kaynaklarından

mahrum bırakmış ve meşhur Luddite (makine kırıcılık[1]) isyanlarını tetiklemiştir. Benzer şekilde, yirminci yüzyılın ilk yarısında tarımda traktörün ve biçerdöverin yaygınlaşması, en büyük istihdam sektörü olan tarımdaki milyonlarca işçiyi yerinden etmiştir. Ancak günümüzdeki otomasyon dalgasını geçmiştekilerden ayıran ve yapısal olarak farklı kılan temel bir husus mevcuttur. Geçmişteki teknolojik dönüşümler ağırlıklı olarak el emeğine, rutin montaj işlerine ve fiziksel güce dayalı görevleri sermaye ile ikame etme eğilimindeyken; endüstriyel robotlar, gelişmiş yazılımlar ve yapay zekâ ile somutlaşan mevcut Dördüncü Sanayi Devrimi süreci, insan bilişini (bilişsel süreçleri) ve zihinsel yetenekleri de doğrudan hedef almaktadır. Artık sadece fabrikadaki işçiler değil; programlama, veri analizi, finansal yönetim, lojistik kontrolü ve hatta idari karar alma gibi doğrudan insan zihnine ve algısına dayanan daha önce korunaklı görülen bilişsel görevler de hızla yapay zekâ tarafından devralınıyor. Bu durum, iş gücü piyasasında çok daha derin ve sancılı bir dönüşüm potansiyelini beraberinde getirmiştir. (Acemoglu ve Restrepo, 2019: 4).

Nitekim emeğin karşılaştırmalı avantaja sahip olduğu alanların daralması, iş gücü piyasasında derin ve çok boyutlu bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Bu süreçte algoritmaların karar alma mekanizmalarına dâhil olması ve robotik sistemlerin üretimdeki payının artması, işletmeler açısından verimlilik ve kârlılık sağlasa da, makro düzeyde geleneksel istihdam modellerini ve toplumsal refah dengelerini olumsuz etkileme riski taşımaktadır.

Otomasyon kaynaklı söz konusu işsizlik süreci, bir istihdam sorunu ortaya çıkarmakta ve kamu maliyesinin gelir yapısını da etkilemektedir. Bugün birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede, kamu gelirlerinin ve toplam vergi hasılatının büyük bir kısmı doğrudan çalışanlar üzerinden elde ediliyor. Devletler; gelir vergisi stopajı, ücretlerin vergilendirilmesi veya tüketiciler olarak çalışanların harcamalarından alınan dolaylı vergiler (KDV, ÖTV vb.) yoluyla mali sistemlerini finanse ediyor. Dolayısıyla mevcut mali yapı, sermayeden ziyade doğrudan emeği vergilendirmek üzere tasarlanmış tarihsel bir kurgunun sonucudur. Otonom sistemler ve robotlar ise yapıları gereği bu tür vergi rejimlerine tabi değildir. İş gücünün yerini alan otomasyon, üretimin faktör bileşimini emek aleyhine değiştirirken genel vergi tabanını da böylelikle daraltmaktadır (Abbott ve Bogenschneider, 2018:150).

Sosyal güvenlik sistemlerini finanse etmek için kullanılan ücret vergileri ve primler bireylere ödenen ücretler üzerinden tahsil edilmektedir (Abbott ve Bogenschneider, 2018:165). Ancak işletmeler insan emeği yerine makineleri ikame ettikçe, devletler hem işçi hem de işveren kanadından alınan gelir ve ücret vergilerinden mahrum kalmakta, bu da bütçe gelirlerinde kayıplara yol açmaktadır. Eğer gelecekte işçilerin yerini büyük ölçüde otonom sistemlerin alacağı bir üretim modeline geçilirse, kamu finansmanının temelini oluşturan mevcut vergi matrahı önemli bir daralma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Çünkü mevcut hukuki ve mali normlara göre robotlar, ürettikleri katma değer ne kadar yüksek olursa olsun, insan işçiler gibi birer "vergi mükellefi" olarak kabul edilmezler.

Bu mali daralmanın en belirgin etkisi sosyal devletin finansmanında görülmektedir. Sosyal güvenlik sistemlerinin temel kaynağı olan ücret vergileri ve sigorta primleri, bireylere ödenen brüt ücretler üzerinden tahsil edilmekte ve kamusal sigorta havuzlarını fonlamak amacıyla kullanılmaktadır. İnsansız üretim modellerinin yaygınlaşması, prim ödeyen aktif sigortalı sayısını azaltırken, sistemden emeklilik, işsizlik veya sağlık hizmeti gibi nedenlerle pasif olarak gelir elde eden kitlenin yükünü artırmaktadır. Bu durum, sosyal güvenliğin sürdürülebilirliğini mali bir çıkmaza ve gelir-gider dengesizliğine sürükleme riski taşımaktadır. Özellikle Türkiye gibi bir taraftan genç nüfus avantajının sonuna yaklaşan, diğer taraftan ise küresel teknolojik dönüşümün etkilerini hisseden gelişmekte olan ekonomilerde bu risk daha belirgindir. Kayıt dışı istihdamla mücadele eden mali sistemde, bir de otomasyon kaynaklı vergi matrahı daralmasının yaşanması, bütçe açıklarını artırabilir ve mali dengeyi olumsuz etkileyebilir. Kamu gelirlerindeki bu yapısal aşınma, devletin geliri yeniden dağıtma, eğitim ve sağlık gibi temel kamusal hizmetleri finanse etme kabiliyetini de zayıflatabilir. Dolayısıyla, emeği vergilendiren geleneksel maliye yaklaşımının bu yeni dönemde gözden geçirilmesi, robot vergisi veya otomasyon vergisi gibi alternatif mali araçların teorik altyapısının tartışılarak bütçe dengesinin yeniden tesis edilmesi bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

[1] 1811-1816 yılları arasında İngiltere'de endüstriyel makineleşmenin getirdiği kitlesel işsizliğe ve güvencesiz çalışma koşullarına karşı tekstil zanaatkârlarının başlattığı radikal protesto hareketidir. Adını, makineleri ilk kıran kişi olduğu rivayet edilen efsanevi lider Ned Ludd'dan alan bu hareket, dönemin İngiliz hükümeti tarafından makine kırıcılığın idamla cezalandırılması gibi sert tedbirlerle bastırılmıştır. İktisat literatüründe "Luddite Yanılgısı" (Luddite Fallacy) kavramına temel oluşturan bu akım, teknolojinin uzun vadede toplam istihdamı kalıcı olarak azaltacağı korkusunu ifade eder.

Bu gereklilikten hareketle hazırlanan bu çalışmanın temel amacı; yapay zekâ ve ileri otomasyon teknolojilerinin iş gücü piyasasında yol açtığı yapısal dönüşümü makroekonomik boyutuyla incelemek ve bu dönüşümün sosyal güvenlik sistemlerinin mali sürdürülebilirliği üzerindeki tehditleri üzerine çözüm önerisi sunmaktır. Çalışma, literatürdeki teorik robot vergisi tartışmalarının ötesine geçerek, mevcut sistemin dinamiklerini koruyan ve teknolojik yatırımları geri plana itmeyen uygulanabilir iki alternatif model önerisi sunmaktadır.

Bu kapsamda sunulan ilk öneri; otonom sistemlerin fiziki varlığından ziyade, üretim sürecinde oluşturduğu katma değere ve emek aleyhine oluşan ranta odaklanan 'Verimlilik Temelli Robot Vergisi' modelidir. İkincisi ise dijitalleşen ekonominin ürettiği yüksek değeri doğrudan sosyal güvenliğin finansmanına dâhil etmeyi amaçlayan 'Dijital Hizmet Vergisi Tahsisi' modelidir. Çalışma boyunca, özellikle Türkiye özelinde bu iki yaklaşımın uygulanabilirliği, olası risk ve fırsatlarıyla ele alınmıştır. Nihayetinde; sosyal güvenliğin gelecekteki mali sürdürülebilirliğinin emeğin değil, üretimin ve verimliliğin vergilendirilmesiyle mümkün olacağı yönünde bütüncül bir politika önerisi sunulmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür taraması ve doküman incelemesi kullanılmıştır. Yapay zekâ, otomasyon, iş gücü piyasaları ve sosyal güvenlik finansmanı alanındaki akademik literatür incelenmiştir. Ayrıca mevcut sosyal güvenlik finansman yapısı ve çalışma kapsamında geliştirilen modeller mali sürdürülebilirlik açısından kavramsal olarak incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

İş gücü piyasasına yön veren dijital dönüşüm, kendini özellikle platform ekonomisi ve robotlaşma olarak göstermektedir. Belirli iş kollarının yok olmasına, birçoğunun da yapısının değişmesine yol açan bu iki unsur, işletmelerin iş gücü beklentilerini ve talebini bütünüyle farklılaştırmaktadır (Erdut, 2021: 41). Makinelerin insana kıyasla daha başarılı olduğu, yüksek hassasiyet ve rutin uygulama gerektiren meslek grupları, gelecekteki otomasyon dalgasının birincil hedefi konumundadır (Goos, Manning ve Salomons, 2014: 2509). Geleceğin dünyasında varlığını sürdürecek güvenli istihdam alanları ise karmaşık sorunların üstesinden gelebilecek yüksek yaratıcılık, sosyal zekâ ve girişimci düşünce yapısına dayanan işler olacaktır (Eichhorst ve diğerleri, 2016: 301).

Tablo 1: Yapay Zekâ ve Otomasyon Sürecinde Meslek Gruplarının İkame Riskleri

Risk Düzeyi	Meslek / İş Grubu	Yapay Zekâ ve Otomasyon Açısından Risk Nedeni	Olası Dönüşüm Biçimi
Yüksek Risk	Büro ve veri giriş çalışanları	Tekrarlayan bilişsel görevlerin algoritmalar tarafından hızlı biçimde yerine getirilebilmesi	İş gücü ihtiyacının azalması ve süreçlerin tamamen dijitalleşmesi
Yüksek Risk	Makine operatörleri	Endüstriyel robotların üretim süreçlerinde yaygınlaşması	İnsan gücünün robotik sistemlerle ikame edilmesi
Yüksek Risk	Montaj ve paketleme işçileri	Rutin manuel işlemlerin otomasyona uygun olması	Akıllı üretim hatlarına geçiş
Yüksek Risk	Çağrı merkezi çalışanları	Doğal dil işleme ve sohbet botlarının gelişmesi	İnsan destek hizmetlerinin azalması
Orta Risk	Muhasebe ve finans destek personeli	Veri analizinin ve raporlama süreçlerinin yapay zekâ tarafından gerçekleştirilebilmesi	İnsan denetimli karma çalışma modeli
Orta Risk	Perakende satış çalışanları	Dijital ödeme sistemleri ve otomatik satış teknolojilerinin yaygınlaşması	Fiziksel mağaza istihdamında dönüşüm
Orta Risk	Lojistik ve depo çalışanları	Akıllı depo sistemleri ve otonom taşıma teknolojileri	İnsan-robot iş birliğine dayalı çalışma modeli
Düşük Risk	Sağlık uzmanları	İnsan etkileşimi, etik değerlendirme ve uzmanlık gerektirmesi	Yapay zekâ destekli karar mekanizmaları
Düşük Risk	Mühendisler ve yazılım geliştiriciler	Problem çözme ve yaratıcı üretim kapasitesinin önemini koruması	Yapay zekâ ile verimlilik artışı
Düşük Risk	Yöneticiler ve stratejik karar alıcılar	Karmaşık sosyal, yönetsel ve sezgisel karar süreçlerinin otomasyona tam uygun olmaması	Veri destekli yönetim anlayışının gelişmesi

Kaynak: Georgios Petropoulos, "The Impact of Artificial Intelligence on Employment", in Work in the Digital Age: Challenges of the Fourth Industrial Revolution, Rowman & Littlefield International, 2018, ss. 119–132 ve Eichhorst, W., Hinte, H., Rinne, U., & Tobsch, V. (2017). How big is the gig? Assessing the preliminary evidence on the effects of digitalization on the labor market. *Management Revue*, *28*(3) s. 302'den yararlanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

Tablo 1'de ortaya konulan mesleki risk dağılımı, yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin özellikle rutin iş yoğunluğu yüksek sektörlerde insan emeğini ikame etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, sosyal güvenlik sistemlerinin temel finansman kaynağını oluşturan ücret, gelir vergisi ve sigorta primi gelirlerinde yapısal bir daralma riski oluşturmaktadır.

Özellikle üretim süreçlerinde robot kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte işletmelerin daha az bağımlı çalışan ile çok daha yüksek üretim kapasitesine ulaşabilmesi, klasik prim esaslı sosyal güvenlik modelinin sürdürülebilirliğini etkilemektedir (Kılıç ve Birinci, 2025: 352). Bu bakımdan makro düzeyde ortaya çıkan "gelir var, prim yok" çelişkisi, tabloda yüksek risk grubunda yer alan sektörleri, robot vergisi ve dijital ekonomi temelli alternatif finansman modellerine yönelik arayışların en somut ampirik gerekçesi hâline getirmektedir.

Bu doğrultuda geliştirilen "Verimlilik Temelli Robot Vergisi" yaklaşımı, insan emeğinin yerini alan otomasyon sistemlerinin oluşturduğu verimlilik artışının ve meydana gelen teknolojik rantın, belirli ölçüde kamusal finansman havuzuna aktarılmasını amaçlamaktadır. Özellikle montaj, endüstriyel üretim, veri işleme ve çağrı merkezi gibi alanlarda çalışan sayısının azalmasına rağmen işletmelerin üretim hacmi ve kârlılığının artabilmesi, sosyal güvenlik sisteminde ortaya çıkacak gelir-gider kayıplarının alternatif mali araçlarla telafi edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda önerilen robot vergisi modeli; doğrudan teknolojik dönüşümü engellemeyi veya yatırımları sekteye uğratmaktan öte, otomasyon kaynaklı verimlilik kazançlarının sosyal devletin geleceğini koruyacak biçimde yeniden dağıtılmasını hedefleyen dinamik bir politika aracıdır. Böylece, yapay zekâ optimizasyonundan elde edilen ekonomik kazanç ile sosyal güvenliğin finansmanı arasında çağın gerekliliğine uygun yeni bir mali denge kurulması mümkün olabilecektir.

Sistemin uygulama aşaması, işletme düzeyinde üretim hacmi ile istihdam verilerinin dinamik bir biçimde izlenmesine dayanmaktadır. Önerilen modelin işleyişinde, sadece robot sayısına odaklanan sabit vergiler

yerine; üretimdeki reel artış ile çalışan sayısındaki değişim arasındaki ilişki esas alınmaktadır. Şayet bir işletmede üretim miktarı yükselirken insan iş gücü kullanımı aynı oranda artmıyor ya da azalıyorsa, aradaki bu fark otomasyon kaynaklı bir "verimlilik artışı" olarak tanımlanmaktadır. Uygulama sürecinde, hesaplanan bu verimlilik farkının belirli bir yüzdesi sosyal güvenlik primi olarak sisteme dâhil edilmekte; böylece teknolojik yatırımlar cezalandırılmadan, dijitalleşmenin ortaya çıkardığı refah artışı toplumsal güvence sistemine kalıcı bir kaynak olarak aktarılmaktadır.

Bunun yanında, çalışmada sunulan diğer bir öneri olan "Dijital Hizmet Vergisi (DHV) Gelirlerinin Sosyal Güvenlik Fonlarına Tahsisi", Tablo 1'de betimlenen mesleki dönüşüm süreciyle doğrudan ve organik bir ilişki içerisindedir. Çünkü günümüz dünyasında ekonomik faaliyetler, fiziksel üretim alanlarından ziyade giderek platform ekonomisi, veri temelli hizmetler ve sınır ötesi dijital ticaret ekseninde kümelenmektedir. Buna karşılık geleneksel sosyal güvenlik sistemleri, hâlen yirminci yüzyıl Sanayi Devrimi mantığıyla, yani fiziki emek ve brüt ücret gelirleri üzerinden finanse edilmektedir. Özellikle yüksek otomasyon düzeyine sahip küresel dijital şirketlerin, çok sınırlı bir istihdam tabanıyla milyar dolarlık gelirler üretmesi, mevcut mali yapı ile değer yaratım süreçleri arasında kronik bir uyumsuzluk oluşturmaktadır. Bu nedenle, dijital hizmet vergilerinden elde edilen hasılatın belirli bir oranının doğrudan kamusal sigorta havuzlarına yönlendirilmesi, dijital ekonominin oluşturduğu "fiziksel olmayan" yeni değer üzerinden sosyal güvenlik sistemine kalıcı ve sürdürülebilir bir alternatif kaynak sağlayacaktır.

Tablo 1'de belirtilen yüksek ve orta risk grubunda yer alan mesleklerin yoğunluğu dikkate alındığında, Türkiye gibi kayıt dışı istihdamla mücadele eden ve demografik fırsat penceresinin sonuna yaklaşan gelişmekte olan ekonomiler açısından, bu teknolojik dönüşümün sosyal güvenlik sistemi üzerinde çok daha ağır uzun vadeli mali baskılar oluşturma ihtimali ortaya çıkmaktadır. Sanayi üretimi, çağrı merkezi hizmetleri, lojistik ve büro işlerinde otomasyonun ivmelenmesi, aktif sigortalı sayısında radikal düşüşleri beraberinde getirecektir. Bu bağlamda, çalışmada modellenen Robot Vergisi ve Dijital Hizmet Vergisi aktarımı gibi mekanizmalar, teorik birer vergi yaklaşımı olmaktan öte, yapay zekâ çağında sosyal devletin mali egemenliğinin ve sosyal güvenlik sisteminin sürdürülebilirliğinin korunmasına yönelik yapısal ve bütüncül politika önerileri olarak değerlendirilmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak; yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin küresel ölçekte yaygınlaşması, üretim süreçleri ile iş gücü piyasalarını dönüştürürken sosyal güvenlik sistemlerinin geleneksel finansman yapısını da önemli ölçüde etkilemektedir. İnsan emeğine ve brüt ücret matrahına dayalı geleneksel prim sisteminin, otomasyon yoğun üretim modelleri karşısında uzun vadede gelir-gider dengesini korunması ve mali sürdürülebilirliğini devam ettirilmesi güç görünmektedir. Bu durum, yapay zekâ çağına uyum sağlamanın teknik bir uyumdan çok daha fazlası olduğunu; sosyal devletin geleceği adına yeni kamu maliyesi araçlarının geliştirilmesini zorunlu kıldığını ortaya koymaktadır.

Bu doğrultuda çalışmada önerilen "Verimlilik Temelli Robot Vergisi" modeli, üretim süreçlerinde insan emeğinin payı azalsa dahi, otomasyonun getirdiği verimlilik artışını ve oluşan teknolojik getiriyi belirli ölçüde sosyal güvenlik sistemine aktarmayı amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, "Dijital Hizmet Vergisi Gelirlerinin Sosyal Güvenlik Fonlarına Tahsisi" önerisi, dijital ekonominin ürettiği fakat mevcut sistemin tam olarak kavrayamadığı yeni değer üzerinden sosyal güvenlik sistemine esnek bir gelir kaynağı sağlaması bakımından önemli bir araçtır.

Özellikle Türkiye gibi genç nüfus avantajını kaybetme riski olan, kayıt dışı istihdam sorunu yaşayan ve dünyadaki teknolojik gelişmenin iş gücü piyasasına getireceği işsizlik riskinden önemli ölçüde etkilenebilecek gelişmekte olan ülkelerde, yapay zekâ kaynaklı mali tehlikelerin önceden alınacak önlemlerle yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak; sosyal güvenlik sisteminin gelecekte de yaşayabilmesi, sadece emeği vergilendiren geleneksel anlayışın ötesine geçilmesine bağlıdır. Bunun yolu da üretimin, verimliliğin ve dijital ekonomik etkinliklerin de finansman yapısına katılmasını sağlayacak kapsayıcı bir mali reform kararlılığından geçmektedir.

Kaynakça

Abbott, R. & Bogenschneider, B. (2018). Should Robots Pay Taxes? Tax Policy in the Age of Automation. Harvard Law & Policy Review, 12(1), 145-176. https://conferences.law.stanford.edu/werobot/wp-content/uploads/sites/47/2018/02/Should-Robots-Pay-Taxes.pdf

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. Journal of Economic Perspectives, 33(2), 3-30. https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.33.2.3

Eichhorst, W., Hinte, H., Rinne, U., & Tobsch, V. (2017). How big is the gig? Assessing the preliminary evidence on the effects of digitalization on the labor market. *Management Revue*, *28*(3), 298–318. https://storage.imrpress.com/imr/journal/MRev/article/504171/1752843389874.pdf

Erdut, T. (2021). Dijitalleşme ve İşgücü Piyasası. Karatahta İş Yazıları Dergisi, Sayı: 19, 27-60.

Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. American Economic Review, 104(8), 2509–2526.

Kılıç, B. ve Birinci, N. (2025). Robot Vergisi: Uygulama Yöntemleri ve Elde Edilen Gelirlerin Kullanım Alanlarına İlişkin Bir Değerlendirme. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 49, 349-368. https://doi.org/10.18092/ulikidince.1722962

Petropoulos, G. (2018). The impact of artificial intelligence on employment. In M. Neufeind, J. O'Reilly & F. Ranft (Eds.), Work in the digital age: Challenges of the fourth industrial revolution (pp. 119–132). Rowman & Littlefield International

İDARENIN VERGILENDIRME YETKISININ SINIRLARI: ÖNGÖRÜLEBILIRLIK İLKESI AÇISINDAN BIR DEĞERLENDIRME

Doğan BOZDOĞAN

Doç. Dr, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-3961-0506

Amine Berra IRK

Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0009-0002-1743-4799

Gülizar Defne DOĞAN

Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0009-0008-3472-1427

Özet

Vergilendirme yetkisi, anayasal düzeyde yasama organına ait olmakla birlikte, uygulamada idareye tanınan düzenleyici ve yorumlayıcı yetkiler aracılığıyla somutlaşmaktadır. Bu durum, özellikle idarenin tebliğ, genelge ve benzeri ikincil düzenlemeler yoluyla vergilendirme sürecine aktif şekilde müdahil olmasına imkân tanımaktadır. Ancak idarenin bu yetkisini kullanma biçimi, vergilemede öngörülebilirlik ilkesinin korunması bakımından önem arz etmektedir. Öngörülebilirlik ilkesi; mükelleflerin vergiye ilişkin yükümlülüklerini önceden açık ve net bir biçimde bilmesini, hukuki güvenlik içinde hareket edebilmesini ve idarenin keyfi uygulamalarına karşı korunmasını ifade etmektedir. Türk vergi sisteminde ise sık değişen ikincil düzenlemeler, idarenin geniş yorum yetkisi ve uygulamada ortaya çıkan belirsizlikler, bu ilkenin zedelenmesine yol açabilmektedir.

Bu çalışmada, idarenin vergilendirme yetkisinin sınırları öngörülebilirlik ilkesi çerçevesinde incelenmektedir. Öncelikle vergilendirme yetkisinin anayasal temelleri ortaya konulmakta, ardından idarenin düzenleyici işlemleri ve uygulama alanı değerlendirilmektedir. Devamında, öngörülebilirlik ilkesinin unsurları açıklanarak Türk vergi sisteminde karşılaşılan başlıca sorun alanları tespit edilmektedir. Çalışmanın sonuç kısmında ise, idarenin yetkilerinin daha belirli sınırlar içine alınması, ikincil düzenlemelerde istikrarın sağlanması ve mükellef lehine yorum ilkesinin güçlendirilmesi yönünde öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vergilendirme yetkisi, öngörülebilirlik ilkesi, vergi idaresi.

1. GİRİŞ

Vergilendirme yetkisi, devletin kamu giderlerini karşılamak amacıyla bireylerin mal varlığı üzerinde hukuki sonuç doğuran en önemli egemenlik yetkilerinden biridir. Bu yetki, demokratik hukuk devletlerinde anayasal sınırlar içerisinde kullanılmakta olup, özellikle vergilerin kanuniliği ilkesi çerçevesinde yasama organına ait kabul edilmektedir. Nitekim 1982 Anayasası'nın 73. maddesinde vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülüklerin kanunla konulacağı, değiştirileceği ve kaldırılacağı açıkça hüküm altına alınmıştır. Böylelikle vergilendirme alanında birey hak ve özgürlüklerinin korunması, idarenin keyfi uygulamalarının önlenmesi ve hukuki güvenliğin sağlanması amaçlanmıştır.

Bununla birlikte modern vergi sistemlerinin giderek karmaşık hâle gelmesi, ekonomik ilişkilerin çeşitlenmesi ve vergisel süreçlerin teknik uzmanlık gerektirmesi, idarenin vergilendirme alanındaki rolünü önemli ölçüde artırmıştır. Günümüzde vergi idaresi; tebliğ, sirküler, özelge ve benzeri ikincil düzenleyici işlemler aracılığıyla vergi normlarının uygulanmasına yön vermekte, kimi zaman ise kanun hükümlerinin kapsamını fiilen belirleyen bir konuma ulaşabilmektedir. Bu durum, vergide kanunilik ilkesi ile idarenin uygulama yetkisi arasındaki sınırların tartışılmasına neden olmaktadır.

Vergi hukukunda hukuki güvenlik ilkesinin bir görünümü olan öngörülebilirlik ilkesi, mükelleflerin vergisel yükümlülüklerini önceden açık ve net biçimde bilebilmelerini ifade etmektedir. Vergi normlarının belirsiz, sık değişen veya farklı idari yorumlara açık bir yapıda olması ise mükellefler açısından hukuki belirsizlik

yaratmakta; idareye duyulan güveni zedeleyebilmektedir. Özellikle ikincil düzenlemelerin kapsamının genişlemesi ve idari yorumların uygulamada belirleyici hâle gelmesi, öngörülebilirlik ilkesinin vergi hukuku bakımından yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada, idarenin vergilendirme yetkisinin sınırları öngörülebilirlik ilkesi çerçevesinde incelenecek; vergide kanunilik ilkesi, hukuki güvenlik anlayışı ve yargı kararları doğrultusunda idarenin düzenleyici ve yorumlayıcı işlemlerinin hukuki sınırları değerlendirilecektir.

2. VERGİLENDİRME YETKİSİ VE İDARENİN KONUMU

Vergilendirme yetkisi, devlet egemenliğinin mali alandaki en önemli görünüm biçimlerinden birini oluşturmaktadır. Ancak bu yetkinin hukuk devleti ilkesi çerçevesinde sınırlandırılması, bireylerin temel hak ve özgürlüklerinin korunması bakımından zorunludur. Demokratik hukuk devletlerinde vergilendirme yetkisinin asli sahibi yasama organı olmakla birlikte, modern vergi sistemlerinin teknik ve karmaşık yapısı nedeniyle idare de vergilendirme sürecinde önemli görev ve yetkilere sahip bulunmaktadır. Özellikle vergi normlarının uygulanması, açıklanması ve somutlaştırılması noktasında idarenin düzenleyici ve yorumlayıcı işlemleri uygulamada belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu bölümde öncelikle vergide kanunilik ilkesi kapsamında vergilendirme yetkisinin anayasal temelleri ele alınacak, ardından idarenin vergilendirme alanındaki düzenleyici ve yorumlayıcı yetkisinin hukuki sınırları değerlendirilecektir.

Vergilemede Kanunilik İlkesi

Vergide kanunilik ilkesi, vergilendirme yetkisinin keyfî biçimde kullanılmasını önleyen ve bireylerin mali haklarını güvence altına alan temel anayasal ilkelerden biridir. İlke uyarınca verginin konusu, mükellefi, matrahı, oranı, tarhı, tahakkuku ve tahsili gibi temel unsurların kanunla düzenlenmesi gerekmektedir. Bu yönüyle vergide kanunilik ilkesi, yalnızca şekli anlamda bir yasama işlemini değil; aynı zamanda vergisel yükümlülüklerin açık, belirli ve öngörülebilir kurallara dayanmasını da ifade etmektedir (Çağan, 1982, s. 123).

1982 Anayasası'nın 73. maddesinin üçüncü fıkrasında "Vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülükler kanunla konulur, değiştirilir veya kaldırılır." hükmüne yer verilerek vergilendirme yetkisinin asli sahibinin yasama organı olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Böylelikle bireylerin mali yükümlülüklerinin idarenin takdirine bırakılması engellenmek istenmiştir. Nitekim Anayasa Mahkemesi de birçok kararında vergisel yükümlülüklerin temel unsurlarının kanunla belirlenmesi gerektiğini, idareye sınırsız ve belirsiz bir düzenleme alanı bırakılamayacağını ifade etmektedir (AYM, E.2010/11, K.2011/153, 29.12.2011).

Bununla birlikte çağdaş vergi sistemlerinin teknik ve dinamik yapısı nedeniyle yasama organının tüm ayrıntıları doğrudan düzenlemesi çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Bu nedenle idareye uygulamaya ilişkin açıklayıcı ve tamamlayıcı düzenleme yapma yetkisi tanınmaktadır. Vergi hukukunda bu yetki çoğunlukla tebliğ, sirküler, genelge ve özelgeler aracılığıyla kullanılmaktadır. Ancak idarenin sahip olduğu bu düzenleme yetkisi tali nitelikte olup kanunun kapsamını genişletecek veya daraltacak şekilde kullanılamaz (Öncel, Kumrulu & Çağan, 2024, s. 52).

Özellikle uygulamada bazı tebliğ ve idari düzenlemelerin kanunda açıkça yer almayan yeni yükümlülükler doğurduğu ya da mevcut yükümlülüklerin kapsamını değiştirdiği yönünde tartışmalar ortaya çıkmaktadır. Bu durum ise vergide kanunilik ilkesi bakımından anayasal sınırların aşılması riskini gündeme getirmektedir. Danıştay da çeşitli kararlarında, idarenin düzenleyici işlemler aracılığıyla kanunda yer almayan bir yükümlülük ihdas edemeyeceğini ve ikincil düzenlemelerin kanunun kapsamını genişletecek şekilde yorumlanamayacağını vurgulamaktadır. Nitekim Danıştay Vergi Dava Daireleri Kurulu, vergiye ilişkin temel yükümlülüklerin ancak kanunla düzenlenebileceğini, idarenin düzenleyici işlemlerinin ise kanunun uygulanmasını göstermekle sınırlı olduğunu ifade etmiştir (Danıştay Vergi Dava Daireleri Kurulu, E.2008/530, K.2009/404, 03.07.2009).

Dolayısıyla vergide kanunilik ilkesi yalnızca vergilerin yasama organı tarafından konulmasını ifade eden biçimsel bir güvence olmayıp, aynı zamanda idarenin vergilendirme alanındaki yetkisinin sınırını belirleyen anayasal bir koruma mekanizması niteliği taşımaktadır. Bu yönüyle söz konusu ilke, hukuk devleti ve hukuki güvenlik anlayışının vergi hukukundaki en önemli görünüm biçimlerinden birini oluşturmaktadır.

İdarenin Düzenleyici ve Yorumlayıcı Yetkisi

Vergi hukukunda idarenin temel işlevi, kanun koyucu tarafından belirlenen vergisel kuralların uygulanmasını sağlamak ve vergilendirme sürecini yürütmektir. Ancak modern vergi sistemlerinin teknik niteliği ve ekonomik hayatın sürekli değişen yapısı, yasama organı tarafından yapılan düzenlemelerin uygulamada açıklanmasını ve somutlaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu durum, vergi idaresine belirli ölçüde düzenleyici ve yorumlayıcı yetkiler tanınmasına neden olmuştur. Nitekim Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından çıkarılan genel tebliğler, sirkülerler, rehberler ve özelgeler uygulamada vergi normlarının anlaşılması ve uygulanması bakımından önemli araçlar hâline gelmiştir (Öncel, Kumrulu & Çağan, 2024, s. 54).

İdarenin düzenleyici işlemleri, kural olarak kanunun uygulanmasını göstermek ve uygulama birliğini sağlamak amacı taşımaktadır. Bu kapsamda çıkarılan tebliğ ve sirkülerlerin asli işlevi, kanunda yer alan hükümlerin açıklanması ve uygulamaya ilişkin teknik usullerin belirlenmesidir. Bununla birlikte söz konusu işlemler, normlar hiyerarşisi içerisinde kanunun altında yer almakta olup kanuna aykırı düzenlemeler içermemesi gerekmektedir. İdareye tanınan düzenleme yetkisi tali ve sınırlı bir yetki niteliğindedir. Bu nedenle idarenin düzenleyici işlemler aracılığıyla yeni bir vergisel yükümlülük ihdas etmesi veya mevcut yükümlülüğün kapsamını genişletmesi hukuken mümkün değildir (Gözler, 2022, s. 912).

Vergi hukukunda idarenin yorumlayıcı yetkisinin en önemli görünüm biçimlerinden biri özelgelerdir. Vergi Usul Kanunu'nun 413. maddesi kapsamında verilen özelgeler, mükelleflerin belirli bir vergisel işlem hakkında idarenin görüşünü öğrenmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle özelgeler, uygulamada hukuki güvenliğin sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir. Ancak aynı konuda farklı özelgelerin verilmesi veya idarenin zaman içerisinde görüş değiştirmesi, mükellefler açısından hukuki belirsizlik yaratabilmektedir. Özellikle bağlayıcı niteliği sınırlı olan özelgelerin uygulamada fiilen normatif etki doğurması, vergide öngörülebilirlik ilkesi bakımından çeşitli tartışmaları beraberinde getirmektedir (Kaneti, Ekmekçi, Güneş & Kaşıkçı, 2022, s. 87).

Danıştay kararlarında da idarenin düzenleyici işlemlerinin kanunun çizdiği sınırlar içerisinde kalması gerektiği vurgulanmaktadır. Danıştay'a göre tebliğ, genelge ve benzeri ikincil düzenlemeler, ancak kanunun uygulanmasını açıklayıcı ve gösterici nitelikte olabilir; bu düzenlemeler aracılığıyla kanunda öngörülmeyen yeni bir vergisel yükümlülük getirilemez. Nitekim Danıştay İçtihatları Birleştirme Kurulu, idarenin düzenleyici işlemlerinin üst hukuk normlarına aykırı olamayacağını ve kanunun kapsamını genişletecek şekilde yorumlanamayacağını ifade etmektedir (Danıştay İçtihatları Birleştirme Kurulu, E.1968/8, K.1973/14, 22.12.1973). Bu yaklaşım, vergilendirme yetkisinin asli sahibinin yasama organı olduğu ve idarenin yalnızca kanunun uygulanmasını sağlayacak ölçüde düzenleme yapabileceği anlayışına dayanmaktadır.

Dolayısıyla vergi hukukunda idarenin düzenleyici ve yorumlayıcı yetkisi, vergisel uygulamaların etkin şekilde yürütülmesi bakımından zorunlu olmakla birlikte, bu yetkinin hukuk devleti ve vergide kanunilik ilkesi çerçevesinde kullanılması gerekmektedir. Aksi hâlde idari işlemlerin fiilen asli norm işlevi görmeye başlaması, vergilendirme yetkisinin anayasal sınırlarının aşılması sonucunu doğurabilecektir.

3. ÖNGÖRÜLEBİLİRLİK İLKESİ

Vergi hukukunda öngörülebilirlik ilkesi, hukuk devleti ve hukuki güvenlik anlayışının vergilendirme alanındaki en önemli yansımalarından birini oluşturmaktadır. İlke, mükelleflerin hangi vergisel yükümlülüklere tabi olduklarını, bu yükümlülüklerin kapsamını ve sonuçlarını önceden açık ve anlaşılır biçimde bilebilmelerini ifade etmektedir. Bu yönüyle öngörülebilirlik ilkesi, bireylerin hukuki durumlarını önceden değerlendirebilmesine ve ekonomik faaliyetlerini buna göre planlayabilmesine imkân sağlamaktadır (Özbudun, 2021, s. 142).

Vergilendirme işlemlerinin doğrudan bireylerin mal varlığına müdahale niteliği taşıması nedeniyle vergi normlarının açık, net ve erişilebilir olması ayrı bir önem taşımaktadır. Vergisel düzenlemelerin belirsiz, çelişkili veya sürekli değişen bir yapıda olması ise mükelleflerin hukuki durumlarını öngörebilmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum yalnızca hukuki güvenliği zedelememekte, aynı zamanda vergiye gönüllü uyum üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Nitekim hukuk devletinde bireylerin devlete duyduğu güvenin temel şartlarından biri, kamu otoritelerinin öngörülebilir biçimde hareket etmesidir (Gözler, 2022, s. 168).

Anayasa Mahkemesi kararlarında da hukuki güvenlik ve belirlilik ilkeleri kapsamında normların öngörülebilir olması gerektiği sıklıkla vurgulanmaktadır. Mahkemeye göre bir hukuk normunun bireyler açısından belirli, ulaşılabilir ve öngörülebilir nitelikte olması hukuk devleti ilkesinin zorunlu bir sonucudur (AYM, E.2013/39,

K.2013/65, 22.05.2013). Benzer şekilde Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi de bireylerin davranışlarının hukuki sonuçlarını makul ölçüde öngörebilmesine imkân sağlayacak düzenlemelerin varlığını hukuki güvenliğin temel unsurlarından biri olarak kabul etmektedir (Sunday Times/Birleşik Krallık, 1979).

Vergi hukukunda öngörülebilirlik ilkesini zedeleyen başlıca sorunlardan biri, sık değişen mevzuat yapısıdır. Özellikle torba kanun uygulamalarıyla kısa aralıklarla yapılan değişiklikler, vergi sisteminin istikrarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun yanında idarenin farklı tarihlerde farklı yorumlar benimsemesi veya ikincil düzenlemelerin kapsamının genişlemesi de uygulamada hukuki belirsizlik yaratmaktadır. Özellikle bazı tebliğ ve sirkülerlerin kanun hükümlerinin önüne geçecek ölçüde belirleyici hâle gelmesi, vergide kanunilik ilkesiyle birlikte öngörülebilirlik ilkesinin de tartışılmasına neden olmaktadır (Çağan, 1982, s. 145).

Bu nedenle vergi hukukunda öngörülebilirliğin sağlanabilmesi için vergisel düzenlemelerin sade, açık ve istikrarlı bir yapıda olması gerekmektedir. Ayrıca idarenin düzenleyici ve yorumlayıcı işlemlerinde hukuki güvenlik ilkesini gözetmesi, mükellefler bakımından güven ilişkisini güçlendiren temel unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. YARGI KARARLARI ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRME

Vergi hukukunda öngörülebilirlik ilkesinin somutlaşmasında yargı kararları önemli bir işleve sahiptir. Özellikle Anayasa Mahkemesi ve Danıştay kararları, idarenin vergilendirme alanındaki düzenleyici ve yorumlayıcı yetkisinin sınırlarının belirlenmesinde temel ölçütleri ortaya koymaktadır. Yargısal içtihatlar aracılığıyla vergide kanunilik ilkesi, hukuki güvenlik ve belirlilik ilkeleri somut olaylar üzerinden değerlendirilmekte; böylelikle idarenin keyfî uygulamalarının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Anayasa Mahkemesi kararlarında hukuk devletinin temel unsurlarından birinin hukuki güvenlik ilkesi olduğu vurgulanmaktadır. Mahkemeye göre hukuki güvenlik ilkesi, hukuk normlarının öngörülebilir olmasını, bireylerin tüm işlem ve eylemlerinde devlete güven duyabilmesini ve devletin de yasal düzenlemelerinde bu güven duygusunu zedeleyici yöntemlerden kaçınmasını gerekli kılmaktadır (AYM, E.2014/74, K.2014/201, 25.12.2014). Bu yaklaşım, vergi hukukunda mükelleflerin vergisel yükümlülüklerini önceden öngörebilmeleri bakımından özel önem taşımaktadır.

Anayasa Mahkemesi ayrıca vergisel yükümlülüklerin temel unsurlarının kanunla belirlenmesi gerektiğini, idareye sınırsız bir düzenleme alanı bırakılamayacağını da ifade etmektedir. Mahkemeye göre verginin konusu, mükellefi, matrahı ve oranı gibi temel unsurların idari düzenlemeler aracılığıyla belirlenmesi, Anayasa'nın 73. maddesinde güvence altına alınan vergide kanunilik ilkesine aykırılık oluşturabilmektedir (AYM, E.2010/62, K.2011/175, 29.12.2011).

Danıştay kararlarında da benzer biçimde idarenin düzenleyici işlemlerinin kanunun sınırlarını aşamayacağı kabul edilmektedir. Danıştay'a göre tebliğ, genelge ve benzeri ikincil düzenlemeler, ancak kanunun uygulanmasını göstermek ve açıklamak amacıyla çıkarılabilir; bu düzenlemelerle kanunda öngörülmeyen yeni yükümlülükler getirilemez veya kanuni haklar daraltılamaz. Nitekim Danıştay 7. Dairesinin, 2022/3465 E., 2024/4829 K., 25.11.2024 tarihli kararında, alt norm niteliğindeki düzenleyici işlemlerin üst normlara aykırı hükümler içermesinin hukuk devleti ve normlar hiyerarşisi ilkeleriyle bağdaşmayacağı ifade edilmektedir.

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi de hukuk kurallarının "ulaşılabilir" ve "öngörülebilir" olması gerektiğini belirtmektedir. Mahkemeye göre bireyler, davranışlarının hukuki sonuçlarını makul ölçüde önceden tahmin edebilmelidir. Özellikle mali yükümlülükler bakımından devlet müdahalesinin açık bir hukuki temele dayanması ve keyfî uygulamalara karşı yeterli güvencelerin bulunması gerekmektedir (Gasus Dosier- und Fördertechnik GmbH/Hollanda, 1995).

Bu çerçevede değerlendirildiğinde yargı kararlarının, idarenin vergilendirme alanındaki yetkisini sınırlandıran ve öngörülebilirlik ilkesini güçlendiren önemli bir denetim mekanizması olduğu görülmektedir. Özellikle Anayasa Mahkemesi ve Danıştay içtihatları, vergisel düzenlemelerin açık, belirli ve kanuni dayanağa sahip olması gerektiğini ortaya koyarak hukuk devleti ilkesinin vergilendirme alanındaki güvencelerini somutlaştırmaktadır.

5. SONUÇ

Vergilendirme yetkisi, devletin mali egemenliğinin bir sonucu olmakla birlikte, hukuk devleti ilkesi gereğince anayasal sınırlar içerisinde kullanılmak zorundadır. Bu kapsamda vergide kanunilik ilkesi, bireylerin mali yükümlülüklerinin ancak kanunla belirlenebilmesini güvence altına almakta ve idarenin keyfî uygulamalarını sınırlandırmaktadır. Ancak modern vergi sistemlerinin teknik ve dinamik yapısı, idarenin vergilendirme sürecindeki rolünü giderek artırmakta; özellikle düzenleyici ve yorumlayıcı işlemler uygulamada belirleyici bir işlev görmektedir.

Vergi hukukunda öngörülebilirlik ilkesi ise mükelleflerin vergisel yükümlülüklerini önceden açık ve net biçimde bilebilmesini ifade etmekte olup hukuki güvenlik ilkesinin önemli bir görünüm biçimini oluşturmaktadır. Vergi normlarının sık değişmesi, ikincil düzenlemelerin kapsamının genişlemesi ve idari yorum farklılıklarının ortaya çıkması ise mükellefler açısından hukuki belirsizlik yaratabilmektedir. Özellikle tebliğ, sirküler ve benzeri idari işlemlerin zaman zaman kanun hükümlerinin önüne geçecek şekilde uygulanması, vergide kanunilik ve öngörülebilirlik ilkeleri bakımından çeşitli tartışmalara neden olmaktadır.

Anayasa Mahkemesi, Danıştay ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları birlikte değerlendirildiğinde; vergisel düzenlemelerin açık, belirli, erişilebilir ve öngörülebilir olması gerektiği yönünde güçlü bir yargısal yaklaşımın bulunduğu görülmektedir. Yargı organları, idarenin düzenleyici işlemler aracılığıyla kanunda yer almayan yeni yükümlülükler oluşturamayacağını ve vergisel müdahalelerin mutlaka yeterli bir kanuni dayanağa sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, vergi hukukunda hukuki güvenliğin sağlanabilmesi için idarenin düzenleyici ve yorumlayıcı yetkisinin anayasal sınırlar içerisinde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Vergisel düzenlemelerin sade, anlaşılır ve istikrarlı bir yapıya kavuşturulması hem mükellef haklarının korunmasına hem de vergiye gönüllü uyumun artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda öngörülebilirlik ilkesi, yalnızca bireyleri koruyan teknik bir hukuk ilkesi değil; aynı zamanda vergi sistemine duyulan güvenin ve hukuk devleti anlayışının temel güvencelerinden biri olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Anayasa Mahkemesi, E.2010/11, K.2011/153, 29.12.2011.

Anayasa Mahkemesi, E.2010/62, K.2011/175, 29.12.2011 Tarihli Karar.

Anayasa Mahkemesi, E.2013/39, K.2013/65, 22.05.2013 Tarihli Kararı

Anayasa Mahkemesi, E.2014/74, K.2014/201, 25.12.2014 Tarihli Karar.

Çağan, N. (1982). *Vergilendirme Yetkisi*. İstanbul: Kazancı Hukuk Yayınları.

Danıştay 7. Dairesi, 2022/3465 E., 2024/4829 K., 25.11.2024 Tarihli Karar.

Danıştay İçtihatları Birleştirme Kurulu, E.1968/8, K.1973/14, 22.12.1973 Tarihli Karar.

Danıştay Vergi Dava Daireleri Kurulu, E.2008/530, K.2009/404, 03.07.2009 Tarihli Karar.

Gasus Dosier- und Fördertechnik GmbH v. Netherlands, 23 February 1995, Series A No. 306-B.

Gözler, K. (2022). *Anayasa Hukukunun Genel Teorisi* (Cilt II). Bursa: Ekin Yayınları.

Gözler, K. (2022). *İdare Hukuku* (Cilt I). Bursa: Ekin Yayınları.

Kaneti, S., Ekmekçi, E., Güneş, G., & Kaşıkçı, M. (2022). *Vergi Hukuku*. İstanbul: Filiz Kitabevi.

Öncel, M., Kumrulu, A., & Çağan, N. (2024). *Vergi Hukuku* (33. Baskı). Ankara: Turhan Kitabevi.

Özbudun, E. (2021). *Türk Anayasa Hukuku*. Ankara: Yetkin Yayınları.

Sunday Times v. United Kingdom, 26 April 1979, Series A No. 30.

TARHİYAT ÖNCESİ UZLAŞMA MÜESSESESİNİN VERGİ SİSTEMİNDE OLUŞTURDUĞU OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Serhat KURT

Öğr. Gör. Dr., Selçuk Üniversitesi, Beyşehir Ali Akkanat Meslek Yüksekokulu, Maliye Programı, Konya-Türkiye

ORCID: 0000-0003-0997-2183

Özet

Türk vergi sistemi içerisinde vergi uyuşmazlıklarının idari yollarla çözümünde kullanılan birçok müessese bulunmaktadır. Uzlaşma müessesesi de bunlardan biri olarak uygulama alanı bulmaktadır. Türk vergi sistemi içerisinde uzlaşma, tarhiyat öncesi ve tarhiyat sonrası olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Tarhiyat öncesi uzlaşma, vergi henüz tarh edilmeden vergi dairesi ile mükellef arasında çıkan uyuşmazlıkların yargı yoluna taşınmadan idari aşamada çözülmesini sağlayan bir müessesedir. Tarhiyat öncesi uzlaşmanın mükellefe uygulanacak vergi ve ceza tutarlarına erken müdahale şeklinde uygulandığı için hem yargının iş yükünün azalması hem de vergi alacağının zamanında tahsil edilebilmesi açısından birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Olumlu etkilerinin aksine tarhiyat öncesi uzlaşma müessesesinin olumsuz etkilerinin de oluştuğu söylenebilmektedir. Özellikle cezaların caydırıcılığını azaltması, vergilemede adalet ilkesine aykırılık oluşturması ve kamu gelirlerinde azalmaya sebep olması gibi etkiler eleştiri konusu yapılabilmektedir. Çalışmada, tarhiyat öncesi uzlaşmanın uygulanma süreci ile müessesenin olumlu ve olumsuz etkilerinden bahsedilecektir.

Anahtar kelimeler: Vergi, Uzlaşma, Tarhiyat Öncesi Uzlaşma

Abstract

The Turkish tax system employs numerous mechanisms for resolving tax disputes through administrative means. The settlement mechanism is one such mechanism. Within the Turkish tax system, settlement is implemented in two ways: pre-assessment and post-assessment. Pre-assessment settlement is a mechanism that allows disputes arising between the tax office and the taxpayer to be resolved at the administrative level before the tax is assessed, thus avoiding recourse to the judiciary. Because pre-assessment settlement involves early intervention in determining the amount of tax and penalties to be applied to the taxpayer, it has many positive effects, both in terms of reducing the workload of the judiciary and ensuring the timely collection of tax receivables. However, it can also be argued that pre-assessment settlement has negative effects. In particular, it is criticized for reducing the deterrent effect of penalties, violating the principle of fairness in taxation, and causing a decrease in public revenues. This study will discuss the positive and negative effects of pre-assessment settlement by evaluating the implementation process and the settlement data of the Ministry of Treasury and Finance.

Keywords: Tax, Agrement, Pre-assessment agrement

Giriş

Günümüzde nüfus artışları, teknolojik ve küresel gelişmeler devletlerin ekonomik, mali ve sosyal yükümlülüklerinin giderek artmasına sebep olmaktadır. Kamu harcamaları artış seyrinde olan devletler bunları finanse edebilmek için kamu gelirlerine ihtiyaç duymaktadır. Devletlerin en önemli kamu geliri ise vergi geliridir. Dolayısıyla vergi sistemlerini günün ekonomik yapısına uygun şekilde uyarlamak önem arz etmektedir.

Vergi sistemleri içerisinde bazen hızlı vergi geliri elde etmek bazen ise mükellefleri sisteme dahil edebilmek için vergi ve /veya cezalarının azaltan ya da sona erdiren müesseselere başvurulmaktadır. Türk vergi sistemi içerisinde cezalarda indirim, vergi affı, pişmanlık ve ıslah, etkin pişmanlık ve uzlaşma gibi müesseseler bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en sık başvurulanlar uygulamalardan birinin uzlaşma olduğu söylenebilmektedir. Uzlaşma tarhiyat öncesi ve tarhiyat sonrası olarak ikiye ayrılmaktadır.

Tarhiyat sonrası uzlaşma aslında uzlaşmanın eskiden itibaren uygulanan şeklidir. Ancak daha sonraları tarhiyat öncesi uzlaşma da Türk vergi sistemi içerisinde uygulanmaya başlamıştır. Mükelleflerin vergi incelemesi sırasında vergi müfettişinin tespit ettiği usulsüzlük veya özel usulsüzlük kabahatleri ile alakalı vergi idaresine uzlaşma talebinde bulunabileceği resmi olarak beyan edilmektedir. Vergi tarhiyatından önce mükellef uzlaşma talebinde bulunarak ceza kesilmeden ya da olay yargıya taşınmadan çözüme kavuşturulmaktadır.

Çalışmada tarhiyat öncesi uzlaşmanın vergi sistemi üzerinde oluşturduğu olumlu ve olumsuz etkilerden bahsedilerek uygulamanın olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesi için çözüm önerilerinde bulunulacaktır.

1.Uzlaşma

Uzlaşma, Türk vergi sistemi içerisinde vergi uyuşmazlıklarının giderilmesi için uygulanan önemli müesseselerden biridir. Genel olarak uzlaşma, vergi idaresi ile vergi mükellefi arasındaki vergi veya cezaya ilişkin uyuşmazlıkları çözmelerine imkan tanıyan bir düzenlemedir (Başaran Yavaşlar, 2008: 309).

Vergi Usul Kanununun EK 1. maddesine göre uzlaşmanın konusuna, ikmalen, re'sen veya idarece tarh edilen vergilerle, bunlara ilişkin vergi ziyaı cezaları ile 2026 yılı itibarıyla 40.000 TL'yi aşan usulsüzlük ve özel usulsüzlük cezaları girmektedir. Uzlaşma, tarhiyat öncesi ve tarhiyat sonrası olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.1.Tarhiyat Sonrası Uzlaşma

VUK'un EK 1. Maddesinde belirtilen uzlaşma aslında tarhiyat sonrası uzlaşmayı açıklamaktadır. Mükelleflerin tarhiyat sonrası uzlaşmaya başvurabilmeleri için tarh edilmiş bir vergi ve / veya kesilmiş bir cezanın bulunması gerekmektedir (Küçükkaya, 2019: 254). Mükelleflerin tarhiyat sonrası uzlaşmaya başvurabilmeleri için gerekli şartlara uygun olmaları gerekmektedir. Öncelikle tarhiyat sonrası uzlaşma talebinde bulunabilmeleri için daha önce tarhiyat öncesi uzlaşma talebinde bulunmamaları veya bulunsa bile tarhiyat öncesi uzlaşma hakkından vazgeçmiş olmaları gerekmektedir (Batı, 2023, s. 450).

213 sayılı Vergi Usul Kanununda yer alan tarhiyat sonrası uzlaşmanın uygulama şartları 03.02.1999 tarihli ve 23600 sayılı Uzlaşma Yönetmeliğinde şu şekildedir;

1. Mükellefe vergi ihbarnamesi tebliğ edildikten sonra 30 gün içerisinde uzlaşma talebinde bulunulması gerekmektedir.
2. Başvuru vergi idaresine yazılı olarak yapılmalıdır.
3. Komisyonun belirleyeceği görüşme tarihinde uzlaşma görüşmeleri yapılır.
4. Uzlaşma sürecinin başından tamamlanmasına kadar olan zaman içerisinde dava konusu yapılamaz.

Uzlaşma sağlanırsa kesin hüküm niteliğinde olan tutanak düzenlenir ve taraflarca imzalanır. Uzlaşılan tutarın ise 1 ay içerisinde ödenmesi gerekmektedir. Ödeme yapılmadığı taktirde uzlaşma bozulur. Uzlaşmanın sağlanamadığı durumda mükellefe ret tutanağı gönderilir ve dava açma süresi kaldığı yerden devam etmektedir.

1.2.Tarhiyat Öncesi Uzlaşma

Tarhiyat öncesi uzlaşma, VUK ek 11. maddesinde düzenlenmektedir. Ayrıca uzlaşmanın uygulama esaslarının belirlenebilmesi için de 31.10.2011 tarihli ve 28101 sayılı Tarhiyat Öncesi Uzlaşma Yönetmeliği bulunmaktadır. Tarhiyat öncesi uzlaşma, henüz vergi ve ceza tahakkuk ettirilmeden önce, vergi incelemesi sırasında gündeme gelmektedir.

Tarhiyat öncesi uzlaşma VUK ek 11. maddesinde "*Maliye Bakanlığı, vergi incelemesine dayanılarak tarh edilecek vergilere ilişkin kesilecek vergi ziyaı cezaları ile **40.000** Türk lirasını aşan usulsüzlük ve özel usulsüzlük cezalarında (359 uncu maddede yazılı fiillerle vergi ziyaına sebebiyet verilmesi halinde kesilecek ceza ile bu fiillere iştirak edenlere kesilecek ceza hariç) tarhiyat öncesi uzlaşma yapılmasına izin verebilir*. " şeklinde ifade edilmektedir.

Tarhiyat öncesi uzlaşmada da uzlaşmaya varılması halinde tutanak ile belirtilen husus dava konusu yapılamamaktadır. Ayrıca tarhiyat öncesi uzlaşma görüşmelerinde uzlaşmaya varılamamış ya da uzlaşılan

tutarın ödenmemesi durumlarında mükellef vergi tarhından sonra tarhiyat sonrası uzlaşmaya başvuramamaktadır.

2.Tarhiyat Öncesi Uzlaşmanın Olumlu ve Olumsuz Etkileri

Uzlaşma gibi vergi cezalarını azaltan ya da sona erdiren müesseselerin vergi sisteminde olumlu ve olumsuz etkileri oluşmaktadır. Dolayısıyla olumlu etkileri faydalı olurken olumsuz etkileri ise vergi sistemi üzerinde bozucu etkilere sebep olabilmektedir.

Tarhiyat öncesi uzlaşmanın olumlu etkileri genel olarak şu şekilde ifade edilebilmektedir;

- Vergi uyuşmazlıklarını yargıya taşınmadan idari aşamadan erkenden çözmesi
- Yargının iş yükünü azaltması
- Vergi tahsilatını hızlandırması
- Mükellef açısından vergi sistemine karşı güvence sağlaması
- Mükelleflerin vergi ve ceza yüklerinin hafiflemesi
- İdare ile mükellef arasındaki uzlaşmacı yaklaşımı güçlendirmesi
- Vergi idaresinin mükellef üzerindeki etkinliğini artırması

Tarhiyat öncesi uzlaşmanın olumsuz etkileri ise şu şekilde ifade edilebilmektedir;

- Vergilemede adalete zarar vermesi
- Vergi cezalarının caydırıcılığını azaltması
- Uzlaşma müessesesinin varlığı mükelleflerin vergi suç ve kabahatlerini işlemesi yönünce cesaretlendirmesi
- Vergi incelemelerinin etkinliğini azaltabilmesi
- Hukuki denetimi sınırlandırması

Sonuç

Vergi gelirleri günümüzde devletlerin harcamalarını finanse edebilmelerinde kullandıkları en önemli kamu geliridir. Devletlerin ekonomik, mali ve sosyal harcamalarının giderek artması vergi gelirlerine olan ihtiyacı da artırmaktadır. Bu nedenle devletler hem yeni vergi kaynakları yaratarak vergi gelirlerini artırma çabası gösterirken hem de vergi affı, pişmanlık ve ıslah, cezalarda indirim, etkin pişmanlık ve uzlaşma gibi müesseselerle mükelleflere vergi ve / veya cezalarında birtakım kolaylıklar tanıyabilmektedir. Günümüzde bu müesseselere en sık başvurulanlardan biri uzlaşmadır.

Türk vergi sistemi içerisinde uzlaşma, tarhiyat öncesi ve tarhiyat sonrası olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Tarhiyat öncesi uzlaşma, henüz tarh edilmemiş bir vergi konusunda vergi incelemesi sırasında cezaya yönelik tespit edilen hususlarda tarhiyat öncesi uzlaşmaya başvurabileceği mükellefe bildirilmektedir. Vergi henüz tarh edilmeden yapılan bu uzlaşmanın olumlu ve olumsuz birçok etkeni bulunmaktadır. Yargının iş yükünün azalması, mükellef ile vergi idaresi arasında uzlaşmacı yaklaşımın güçlenmesi, mükellefin vergi ve ceza yükünün hafiflemesi, vergi idaresinin mükellef üzerindeki etkinliğinin artması gibi olumlu etkilerden bahsedilebilmektedir. Ancak olumlu etkilerinin yanı sıra tarhiyat öncesi uzlaşmanın olumsuz etkilerinden de söz edilebilmektedir. Olumsuz etkilere örnek olarak; vergi incelemelerinin etkinliğinin azaltılması, vergilemede adalete zarar vermesi ve vergi cezalarının caydırıcılığının azaltılması gibi etkenler gösterilebilmektedir.

Sonuç olarak, tarhiyat öncesi uzlaşma müessesesinin vergi sistemi içerisinde oluşturduğu olumlu etkiler nedeniyle uygulanmaya devam edilmesi gerekmektedir. Ancak, olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi ve uygulanmaya devam edilebilmesi için öneriler şu şekilde ifade edilebilmektedir;

- Tarhiyat öncesi uzlaşma uyuşmazlıkların yargıya taşınmadan hızlı çözümünü sağlayan önemli bir kurum olmakla birlikte; vergi adaleti, caydırıcılık, şeffaflık ve eşitlik ilkeleri bakımından dikkatli uygulanması gereken bir müessesedir.
- Objektif uzlaşma şartlarının belirlenmesi gerekmektedir.

- Vergi cezalarının caydırıcılığının mutlaka korunması gerekmektedir. Bunun için uzlaşma kapsamı sınırlandırılmalıdır.
- Uzlaşmanın sürekli başvurulan olağan bir süreç haline gelmesi önlenmelidir. Mükelleflerin uzlaşmanın rahatlığıyla vergiye aykırı davranışlarda bulunmasının önüne geçilmelidir.

Kaynakça

213 sayılı Vergi Usul Kanunu

23600 sayılı Uzlaşma Yönetmeliği

28101 sayılı Tarhiyat Öncesi Uzlaşma Yönetmeliği

Batı, M (2023). *Vergi Hukuku (Genel Hükümler).* 3. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Küçükkaya, M. (2020). Tarhiyat Sonrası Uzlaşmanın Sonuçları. *Firat University Journal of Social Sciences*, *30*(1), 253-272.

Yavaşlar, F. (2008). Türk Vergi Hukuku'nda Uzlaşma. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *25*(2), 309-337.

10380 SAYILI CUMHURBAŞKANI KARARINDA YER ALAN BASİT USULDE VERGİLENDİRMEYE YÖNELİK DÜZENLEMELERİN ANAYASAL İLKELER ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Serhat KURT

Öğr. Gör. Dr., Selçuk Üniversitesi, Beyşehir Ali Akkanat Meslek Yüksekokulu, Maliye Programı, Konya-Türkiye

ORCID: 0000-0003-0997-2183

Özet

Türk vergi sisteminde gerçek usule tabi olmayan mükellefler basit usulde vergilendirme yöntemiyle vergi yükümlülüklerini yerine getirmektedir. Küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen mükelleflerin ekonomik sorunlardan en az etkilenerek mesleki faaliyetlerine devam edebilmelerini sağlayabilmek açısından basit usulde vergilendirme yöntemi son derece önemli görülmektedir. Vergi idaresi tarafından dönemin ekonomik gelişmeleri karşısında basit usule tabi mükellefleri koruyabilmek adına vergi yüklerini hafifletici politikalar uygulanmaktadır.

Basit usul hadleri her takvim yılı başında güncellenerek resmî gazetede açıklanmaktadır. Basit usul hadlerine bakıldığında yıllık gelir tutarı ve dükkân kira bedeli bakımından günümüz ekonomik verileriyle basit usule tabi olmanın son derece zor olduğu söylenebilmektedir. Ancak bu durumun aksine 2024 yılı verilerine bakıldığında 821.849 mükellefin basit usule tabi olduğu görülmektedir. Eksik gelir beyanı veya yanıltıcı kira sözleşmeleri ile basit usul hadleri içerisinde kalınması vergilemenin anayasal ilkelerine aykırılık teşkil ederek hem vergi gelir kaybına hem de diğer mükellef gruplarının vergi uyumlarının bozulmasına sebebiyet verebilmektedir. Dolayısıyla 10380 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile bazı meslek grupları basit usulden çıkartılarak gerçek usule geçirtilmiştir. Çalışmada basit usule tabi hukuki düzenlemelerden bahsedilerek bunların anayasal vergileme ilkeleri açısından değerlendirilmesi yapılarak basit usulün yol açtığı olumsuz etkilerin en aza indirilebilmesi açısından çözüm önerilerinde bulunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Vergi, Basit Usul, Vergilemenin Anayasal İlkeleri

Abstract

In the Turkish tax system, taxpayers who are not subject to the real assessment regime fulfill their tax obligations through the simplified taxation method. This method is considered highly significant in enabling taxpayers, characterized as small tradespeople and artisans, to sustain their professional activities with minimal exposure to economic adversities. In response to prevailing economic conditions, the tax administration implements policies aimed at alleviating the tax burden of taxpayers subject to the simplified procedure in order to safeguard their economic viability.

The thresholds for the simplified taxation regime are updated at the beginning of each calendar year and announced in the Official Gazette. An examination of these thresholds suggests that, in terms of annual income and workplace rent levels, it has become extremely difficult—under current economic conditions—to qualify for the simplified procedure. Nevertheless, according to data from 2024, it is observed that 821,849 taxpayers remain subject to this regime. Maintaining eligibility for the simplified procedure through underreporting of income or through misleading rental agreements may constitute a violation of the constitutional principles of taxation, leading not only to a loss of tax revenue but also to a deterioration in tax compliance among other groups of taxpayers. Accordingly, by virtue of Presidential Decree No. 10380, certain professional groups have been excluded from the simplified procedure and transferred to the real (actual) assessment regime. This study discusses the legal regulations governing the simplified procedure and evaluates them in light of constitutional principles of taxation, while also proposing solutions aimed at minimizing the adverse effects arising from the application of the simplified taxation regime.

Keywords: Tax, Simplified Taxation Procedure, Constitutional Principles of Taxation

Giriş

193 sayılı Gelir Vergisi Kanunu'na göre ticari kazançların tespiti 4369 sayılı kanun ile yapılan değişiklik öncesine kadar gerçek usul ve götürü usul yöntemleriyle tespit edilmiştir. Ancak mükelleflerin belge düzenlerine uymaması ve kayıt dışı ekonominin ortaya çıkması nedenleriyle götürü usul yönteminden vazgeçilerek 01.01.1999 tarihi itibarıyla basit usulde vergilendirme yöntemine geçilmiştir. Gerçek usulün aksine mükelleflere farklı kolaylıklar sağlayan basit usulde vergilendirme küçük esnaf ve sanat erbaplarının ekonomik faaliyetlerinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Basit usulde vergilendirme yöntemi ile berber, tamirci, çilingir, çay ocağı işleticisi, marangoz, demirci, terzi, çömlekçi, kalaycı, ahşap oyma ustası gibi küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen meslek sahiplerinin vergi sistemine dahil edilmesi, evrak işiyle daha az ilgilenmesi ve vergisel avantajlar sunulması amaçlanmaktadır. Vergisel kolaylıklar nedeniyle gerçek usule göre daha cazip olan basit usulün hadleri her takvim yılı başında resmî gazetede yayımlanarak açıklanmaktadır. Basit usul hadlerine bakıldığında oldukça sınırlı bir mükellef grubunu kapsaması beklenirken bu durumun aksine Türk vergi sistemi içerisinde basit usule tabi mükellef sayısının oldukça fazla olduğu söylenebilmektedir. Hazine ve Maliye Bakanlığının verilerine göre 2024 yılında 821.849 mükellefin basit usule tabi olduğu görülmektedir. Hem yıllık gelir durumu hem de dükkân kira bedeli bakımından basit usul hadleri içerisinde kalabilmenin zorluğu ile basit usule tabi mükellef sayısı arasında bariz bir orantısızlığın olduğu söylenebilmektedir. Bu orantısızlığa bakıldığında gelirin eksik beyan ile bildirilmesi ve dükkân kira sözleşmelerinin peçeleme olarak tanımlanan vergiye kaçırmaya yönelik yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu durumun anayasal vergileme ilkeleri ile çeliştiği söylenebilmektedir.

Türk vergi sistemi içerisinde küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen bu mükellef gruplarının ulusal ve uluslararası ekonomik gelişmelerden etkilenmeyerek mesleki faaliyetlerine devam etmelerini sağlayabilmek amacıyla maddi ve şekli vergi yükümlülüklerinde birtakım kolaylıklar tanınmaktadır. Örnek olarak; 7338 sayılı kanun ile etkileri küresel boyutta hissedilen Covid-19 salgını sonrasında mesleki faaliyetlerine devam edebilmeleri için basit usule tabi mükellefler gelir vergisi dışında tutulmuştur. Bu durumun vergi sistemi üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler nedeniyle 08.09.2025 tarihli ve 10380 sayılı Cumhurbaşkanı kararı ile ticari kazancı basit usule göre belirlenen mükelleflere yönelik düzenleme yapılarak bazı mesleklerin basit usulden çıkartılarak gerçek usul yöntemine geçirilmiştir. Çalışmada basit usul yöntemine yönelik yapılarak hukuki düzenlemeler açıklanarak bunların anayasal vergileme ilkeleri açısından değerlendirilmesi yapılacaktır.

1-Basit Usulde Vergilendirme

31.12.1960 tarihli ve 193 sayılı Gelir Vergisi Kanuna göre ticari kazançlar gerçek usul ve basit usul yöntemleri kullanılarak tespit edilmektedir. Basit usulde vergilendirme yöntemi 22.07.1998 tarihli ve 4369 sayılı kanun ile 01.01.1999 tarihi itibarıyla uygulanmak üzere yürürlüğe girmiştir. 1999 yılına kadar basit usul yerine götürü gider yöntemi uygulanmıştır. Uzun yıllar uygulanan götürü gider yönteminde mükelleflerin belge düzenine uymadıkları ve bu nedenle de kayıt dışı ekonominin ortaya çıktığı görülmektedir (Armağan, 2024: 121). Dolayısıyla götürü gider yönteminden vazgeçilerek 4369 sayılı kanun[1] ile basit usulde vergilendirme yöntemine geçilmiştir. Basit usulde ticari kazanç, bir hesap dönemi içinde elde edilen hasılat ile giderler ve satılan malların alış bedelleri arasındaki müspet fark olarak tanımlanmaktadır (GVK, m.46).

Türkiye'de basit usulde vergilendirme; belge düzenini sağlamak, ticari kazançların vergilendirilmesinde gerçek kazancı esas almak ve kayıt dışı ekonomiyi azaltarak vergi gelirlerinde artış yaratmak amaçlarıyla uygulanmaya başlamıştır (Yıldız vd., 2016: 24). Dünya genelinde farklı yöntemlerle uygulama alanı bulan basit usulde vergilendirme ile küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen mükelleflerin vergi sistemine dahil edilmesi, evrak işiyle daha az uğraşması ve vergisel avantajlar sunulması amaçlanmaktadır. Türk vergi sistemi içerisinde basit usulde vergilendirilen mükellefler toplam mükellef içerisinde önemli bir çoğunluğa

[1] 22.07.1998 tarihli ve 4369 sayılı Vergi Usul Kanunu, Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun, Gelir Vergisi Kanunu, Kurumlar Vergisi Kanunu, Katma Değer Vergisi Kanunu, Gider Vergileri Kanunu, Emlak Vergisi Kanunu, Veraset ve İntikal Vergisi Kanunu, Motorlu Taşıtlar Vergisi Kanunu, Damga Vergisi Kanunu, Harçlar Kanunu, 3505 Sayılı Kanun, Katma Değer Vergisi Mükelleflerinin Ödeme Kaydedici Cihazları Kullanmaları Mecburiyeti Hakkında Kanun, Belediye Gelirleri Kanunu, 1318 ve 4208 Sayılı Kanunlar ile 178 Sayılı Maliye Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ve 190 Sayılı Genel Kadro Ve Usulü Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun

sahiptir. Tablo 1'de 2008 – 2024 yılları arasında basit usule tabi mükellef ile gelir vergisi ve kurumlar vergisi mükellef sayıları belirtilmektedir.

Tablo 1: Basit Usul, Gelir Vergisi ve Kurumlar Vergisi Faal Mükellef Sayıları (2008-2024)

Yıllar	Basit Usul	Gelir Vergisi	Kurumlar Vergisi
2008	744.188	1.701.865	640.679
2009	739.092	1.683.308	640.786
2010	728.850	1.693.316	652.009
2011	714.693	1.703.754	663.967
2012	705.093	1.760.785	662.190
2013	693.694	1.798.056	662.225
2014	730.956	1.798.738	673.920
2015	743.665	1.827.180	699.904
2016	756.186	1.819.492	721.524
2017	774.057	1.877.128	759.242
2018	774.681	1.920.586	806.622
2019	783.455	1.964.548	848.904
2020	808.571	2.086.100	918.229
2021	836.871	2.235.576	986.318
2022	836.779	2.364.625	1.069.339
2023	833.417	2.478.134	1.143.344
2024	821.849	2.606.489	1.191.375

Kaynak: GİB 2008, 2012, 2016, 2020, 2024 Faaliyet Raporlarından alınmıştır.

Tablo 1'de 2008 yılından 2024 yılına kadar yıllar itibarıyla basit usulde vergilendirilen mükellef ile gelir vergisi ve kurumlar vergisi faal mükellef sayıları belirtilmektedir. Faal mükellef sayıları yıllar itibarıyla artış seyrinde hareket etmektedir. Basit usule tabi mükellef sayılarının ise gelir vergisi ve kurumlar vergisi mükellef sayılarıyla kıyaslandığında önemli bir çoğunluğa sahip olduğu söylenebilmektedir.

Gelir İdaresi Başkanlığının 2024 yılı faaliyet raporuna göre 821.849 faal basit usule tabi küçük esnaf ve sanat erbabı vergi sistemi içerisinde ekonomik faaliyetlerini sürdürmektedir. Mükellef sayısı bakımından Türk vergi sistemi içerisinde önemli bir paya sahip olan basit usulde vergilendirilen mükelleflere yönelik ekonomik gelişmeler karşısında faaliyetlerinin devamını sağlayabilmek amacıyla bazı dönemlerde vergi yüklerini hafifletici politikaların uygulandığı görülmektedir.

1.1.Basit Usulde Vergilendirmenin Mükellefe Sağladığı Kolaylıklar

Vergi sistemi içerisinde vergilendirme yöntemi bakımından gerçek usul ile kıyaslandığında basit usulde vergilendirilen mükelleflere birtakım kolaylıklar sağlanmaktadır. Basit usulde vergilendirmenin mükelleflere sağladığı kolaylıklar şu şekildedir (GİB, 2013: 2);

- Defter tutmazlar.
- Vergi tevkifatı yapmazlar ve muhtasar beyanname vermezler.
- Geçici vergi ödemezler.
- Mal teslim ve hizmetleri katma değer vergisinden istisnadır.
- Ticari kazancın tespitinde amortismana tabi iktisadi kıymet alış ve satışları dikkate alınmaz.

Görüldüğü üzere basit usule tabi mükelleflere gerçek usule kıyasla defter ve belge düzeninde kolaylıklar tanınmaktadır. Mükelleflerin şekli yükümlülüklerinde sunulan bu kolaylıkların haricinde maddi yükümlülüklerinde de çeşitli avantajlarda bulunmaktadır. Gerçek usulde vergilendirilen mükelleflere göre geliri az ve faaliyet alanı daha dar kapsamlı olan basit usulde vergilendirilen mükelleflere tanınan bu kolaylıklar vergi sistemi içerisinde kalarak ekonomik faaliyetlerini sürdürmelerine katkı sağlamaktadır.

1.2. Basit Usule Tabi Olmanın Genel ve Özel Şartları

Basit usulde vergilendirme mükellefler açısından belge düzeninde olduğu kadar vergi yükümlülüğü bakımından da birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Geçmişten günümüze gelindiğinde dönemlerin ekonomik yapısı gereği basit usule tabi mükelleflere ekonomik faaliyetlerini sürdürebilmeleri için vergi avantajları uygulanmaktadır. Özellikle bu vergi avantajları basit usulü cazip hale getirmektedir. Dolayısıyla gerçek usul ile kıyaslandığında mükellefler tercihlerini basit usulden yana kullanmak istemektedir. Ancak basit usule tabi olmanın genel ve özel şartları bulunmaktadır. Bu şartlar her takvim yılında güncellenerek resmi gazetede yayımlanmaktadır.

Basit usule tabi olmanın genel şartları GVK'nın 47. maddesinde şu şekilde açıklanmaktadır;

> *"1-Kendi işinde bilfiil çalışmak veya bulunmak.*
>
> *2-İşyeri mülkiyetinin iş sahibine ait olması halinde emsal kira bedeli, kiralanmış olması halinde yıllık kira bedeli toplamı büyükşehir belediye sınırları içinde 99.000 TL'yi, diğer yerlerde 60.000 TL'yi aşmamak.*
>
> *3-Ticari, zirai veya mesleki faaliyetler dolayısıyla gerçek usulde Gelir Vergisine tabi olmamak."*
>
> Basit usule tabi olmanın özel şartları ise GVK'nın 48. maddesinde şu şekilde açıklanmaktadır;
>
> *"1-Satın aldıkları malları olduğu gibi veya işledikten sonra satanların yıllık alımları tutarının 1.200.000 TL'yi veya yıllık satışları tutarının 1.900.000 TL'yi aşmaması,*
>
> *2-1 numaralı bentte yazılı olanların dışındaki işlerle uğraşanların bir yıl içinde elde ettikleri gayri safi iş hasılatının 600.000 TL'yi aşmaması,*
>
> *3-1 ve 2 numaralı bentlerde yazılı işlerin birlikte yapılması halinde yıllık satış tutarı ile iş hasılatı toplamının 1.200.000 TL'yi aşmaması."*

2026 yılı basit usule tabi olmanın genel ve özel şartlarında görüldüğü üzere mükelleflerin ekonomik faaliyetlerini basit usul hadleri içerisinde sürdürmeleri oldukça zordur. Rakamlar her takvim yılı başında ne kadar güncellense de günümüz ekonomik verilerine göre düşük kalmaktadır. Dolayısıyla bu hadlere uyulduğu taktirde gerçekten basit usul olarak tanımlanan küçük esnaf ve sanat erbaplarının yararlanması sağlanabilecektir. Örneğin; yıllık kira bedeli büyükşehir sınırları içerisinde 99.000 TL, diğer yerlerde ise 60.000 TL olarak belirtilmektedir. Günümüz kira bedelleri ile kıyaslandığında basit usule tabi faaliyet sürdüren mükellef sayısının gerçek usule kıyasla çok daha az olması beklenmektedir. Yine yıllık gelir durumuna bakıldığında ise rakamların günümüze şartlarına göre düşük olduğu söylenebilmektedir. Ancak 2024 yılı basit usule tabi faal mükellef sayılarına bakıldığında 821.849 olduğu görülmektedir (VDK, 2024). Basit usule tabi mükellef sayısı ile basit usul hadlerinde kalmanın zorluğu kıyaslandığında orantısızlığın olduğu söylenebilmektedir. Bu şartlarda Türk vergi sistemi içerisinde basit usule tabi mükellef sayısının daha az olması beklenmektedir.

1.3. Basit Usulde Vergilendirmeden Faydalanamayan Mükellefler

Basit usulde vergilendirme yöntemi hem vergisel işlemlerin az olması hem de gerçek usulde vergilendirilmeye kıyasla vergi yükünün daha hafif olması nedeniyle mükellefler tarafından cazip gelmektedir. Dolayısıyla basit usulde vergilendirilen bir mükellef kendi isteği ile bir sonraki takvim yılı itibarıyla gerçek usule geçebilirken, gerçek usulde vergilendirilen mükellefler basit usul şartlarını taşımadıkları sürece basit usulde vergilendirilememektedir. Küçük esnaf ve sanatkarların ekonomik şartlar altında faaliyetlerini devam ettirebilmeleri amacıyla uygulanan basit usulün hududu kanunda açıkça belirtilmektedir. Basit usulden faydalanamayacak olanlar GVK'nın 51. Maddesinde şu şekilde açıklanmaktadır;

> *"1-Kollektif şirket ortakları ile komandit şirketlerin komandite ortakları;*
>
> *2-İkrazat işleriyle uğraşanlar;*
>
> *3- Sarraflar ile kıymetli maden ve mücevherat alım satımı ile uğraşanlar;*
>
> *4- GVK'nın 94. maddesindeki kişi ve kurumlara karşı inşaat ve onarma işini taahhüt edenler;*
>
> *5- Sigorta prodüktörleri;*

6- Her türlü ilan ve reklam işleriyle uğraşanlar veya bu işlere aracılık edenler;

7- Gayrimenkul ve gemi alım satımı ile uğraşanlar;

8- Tavassut işi yapanlar;

9- Maden işletmeleri, taş ve kireç ocakları, kum ve çakıl istihsal yerleri, tuğla ve kiremit harmanları işletenler."

2. Basit Usulde Vergilendirmeye Yönelik Hukuki Düzenlemeler

Basit usul, dönemin ekonomik gelişmeleri karşısında dezavantajlı sayılabilecek meslek grupları olarak nitelendirilen küçük esnaf ve sanatkarlara uygulanmaktadır. Faaliyetlerini basit usul hadleri içerisinde gerçekleştiren berber, tamirci, çilingir, çay ocağı işleticisi, marangoz, demirci, terzi, çömlekçi, kalaycı gibi meslek gruplarının faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak devletler açısından vergi gelirinden daha öncelikli durumda olabilmektedir. Bu durumun temel nedeni ise ilgili meslek faaliyetlerinin sona ermesi durumunda gelecek açısından büyük sorunlara yol açabilecek nitelikte olmasıdır. Dolayısıyla basit usule tabi mükelleflerin dönemin ekonomik yapısı içerisinde faaliyetlerini sürdürebilmeleri için bazı dönemlerde hukuki düzenlemeler yapılmaktadır.

2.1. 215 Sayılı Gelir Vergisi Genel Tebliği ile Yapılan Düzenleme

Küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen mükellef grubunun kazançları 1999 yılına kadar götürü usulle tespit edilmiştir. Götürü usulün günümüz vergi sistemine uyum sağlayamaması ve kayıt dışı ekonomiyi besleyecek özellikler göstermesi nedeniyle 01.01.1999 tarihi itibarıyla götürü usulden vazgeçilerek basit usule geçilmiştir. Basit usul yöntemi 06.12.1998 tarihli ve 215 sayılı Gelir Vergisi Genel Tebliği ile yürürlüğe girmiştir.

Götürü usulden basit usulde vergilendirme yöntemine geçilmesinin amacı 215 sayılı Genel Tebliğde şu şekilde açıklanmaktadır (215 sayılı Genel Tebliğ);

- Yapılan düzenlemeler ile kayıt dışı ekonominin engellenmesi
- Vergi sisteminde istenilen belge düzeninin yerleştirilmesi
- Vergilendirmede gerçek kazancın esas alınması
- İlgili muafiyetlerden yararlananların da satın aldıkları mal ve giderler için belge alarak saklaması.

2.2. 7338 Sayılı Kanun ile Basit Usulde Yapılan Düzenleme

Etkileri küresel boyutta hissedilen covid-19 salgını can kayıplarının yanı sıra devlet ekonomileri ve piyasalar üzerinde büyük çapta etkiler de oluşturmuştur. Covid-19 sonucunda; çoğu sektörde büyük ve hızlı talep azalması, firmaların ise nakit depolama yönünde karar alması sonucunda maliyetlerin artması ve arz şoklarının gelişmesi şeklinde ekonomik süreçlerin yaşandığı görülmektedir (Eryüzlü, 2020: 13). Dolayısıyla dünya genelinde üretimin azalması ve tedarik zincirlerinin aksamasının ekonomik alanda sert sonuçların yaşanmasına sebep olduğu söylenebilmektedir.

Covid-19 salgını sonucunda oluşan ekonomik etkiler nedeniyle birçok sektörde talepte aşırı düşüşler yaşanmıştır. Talepte yaşanan bu düşüş nedeniyle bazı meslek grupları ekonomik faaliyetlerini sürdürmekte zorluklar yaşamıştır. Ekonomik gelişmelerden olumsuz etkilenen alanlarda faaliyet gösteren küçük ticaret ve sanat erbapları salgınla mücadelede en fazla etkilenen kesimlerden biri olmuştur (Armağan, 2024: 131). Dolayısıyla mesleki faaliyetlerini sürdürebilmeleri amacıyla zaten Türk vergi sistemi içerisinde maddi ve şekli vergi yükümlülüklerinde kanunlarla çeşitli kolaylıklar tanınan basit usulde vergilendirilen mükelleflerin kazançları 14.10.2021 tarihli ve 7338 sayılı Vergi Usul Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile gelir vergisinden istisna edilmiştir. Bu durum 7338 sayılı kanunun 1. maddesinde *"Bu Kanuna göre kazançları basit usulde tespit olunan mükelleflerin 46 ncı maddeye göre tespit edilen kazançları gelir vergisinden müstesnadır."* şeklinde ifade edilmektedir.

2.3. 10380 Sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile Yapılan Düzenleme

Basit usule tabi mükellefler halen 7338 sayılı kanun sonucunda ticari kazançları gelir vergisinin dışında tutulmaktadır. Ancak basit usul hadlerinin düşük olmasına rağmen hem yararlanan mükellef sayının çok olması hem de bazı meslek gruplarının basit usulden yararlanması vergi sistemi açısından olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu durum vergi idaresi açısından vergi gelir kaybına neden olurken, mükellefler açısından ise vergilemede adaleti olumsuz etkileyerek vergi bilincini azaltmaya yönelik etkilerinin olduğu söylenebilmektedir. Bu olumsuz etkileri azaltabilmek amacıyla 08.09.2025 tarihli ve 10380 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile ticari kazancı basit usulde tespit edilen mükelleflere yönelik düzenleme yapılmıştır.

Basit usul ile ilgili olarak yapılan düzenleme 10380 sayılı Cumhurbaşkanı Kararının 1. maddesinde şu şekilde ifade edilmektedir;

> *"Büyükşehir belediyesi olan illerde, bir önceki takvim yılının son günü itibarıyla Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayımlanmış son verilere göre nüfusu 30.000'i geçmeyen ilçeler hariç olmak üzere, aşağıda belirtilen faaliyetlerde bulunan mükellefler gerçek usulde vergilendirilirler.*
>
> *a) Her türlü emtia imalatı ile uğraşanlar,*

- *Her türlü emtia alım-satımı ile uğraşanlar (Münhasıran bir işyeri açmaksızın gezici olarak veya pazar takibi suretiyle perakende emtia alım-satımı ile uğraşanlar hariç),*

> *c)İnşaat ile ilgili her türlü işlerle uğraşanlar,*
>
> *ç) Motorlu taşıtların her türlü bakım ve onarım işleriyle uğraşanlar,*
>
> *d) Lokanta ve benzeri hizmet işletmelerini işletenler,*
>
> *e) Eğlence ve istirahat yerlerini işletenler,*
>
> *f) Şehir içi yolcu taşımacılığı faaliyetinde bulunanlar."*

Yukarıda belirtilen mükellef gruplarının yıllık kazançları bakımından gerçek usulde vergilendirilmesi gerekirken basit usul hadlerinde faaliyetlerini sürdürdükleri anlaşılmaktır. Bu mükellef gruplarının basit usul hadlerinde kalmaları hem yıllık kazançları hem de dükkân değerleri açısından vergi sisteminde sorun teşkil etmektedir. Dolayısıyla bu faaliyetleri gerçekleştiren mükellefler 01.01.2026 tarihi itibarıyla basit usulden çıkartılarak gerçek usulde vergilendirileceklerdir. Bu gelişmenin hem mükellefler hem de vergi idaresi bakımından basit usul hadlerinin değerlendirilmesinde daha dikkatli olunması yönünde önemli olduğu söylenebilmektedir.

3. Basit Usulde Yapılan Düzenlemelerin Anayasal Vergileme İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Devletler en önemli kamu geliri olan vergi gelirlerinin zamanında ve eksiksiz tahsil edebilmek için vergi sistemlerini dönemin ekonomik, teknolojik ve sosyal gelişmelerine uyum sağlayabilecek şekilde düzenlemeye çalışmaktadır. Ancak dönemin ekonomik yapısı gereği birtakım düzenlemeler yapılsa da vergide etkinliğin sağlanabilmesi için vergilemede adaletin sağlanması önem arz etmektedir. Türk vergi sisteminde vergilemede adaletin sağlanabilmesi için vergi uygulamalarında anayasal vergileme ilkelerine uygun şekilde hareket edilmesi gerekmektedir.

Anayasal vergileme ilkelerinin kaynağı anayasa hükümlerinden oluşmaktadır. Anayasal vergileme ilkeleri genel olarak; vergi adaleti, vergilerin kanuniliği, hukuk devleti ilkesi ve ölçülülük ilkesi olarak belirtilmektedir (Karakoç, 2013: 1263). Vergi ödevine ilişkin düzenlemelerin yer aldığı anayasanın 73. maddesinde vergi adaleti, vergilerin kanuniliği ve ölçülülük ilkeleri yer almaktadır. Anayasanın 73. maddesi şu şekildedir;

> *"Herkes, kamu giderlerini karşılamak üzere, mali gücüne göre, vergi ödemekle yükümlüdür.*
>
> *Vergi yükünün adaletli ve dengeli dağılımı, maliye politikasının sosyal amacıdır.*
>
> *Vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülükler kanunla konulur, değiştirilir veya kaldırılır.*
>
> *Vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülüklerin muaflık, istisnalar ve indirimleriyle oranlarına ilişkin hükümlerinde kanunun belirttiği yukarı ve aşağı sınırlar içinde değişiklik yapmak yetkisi Cumhurbaşkanına verilebilir."*

Vergi adaleti ilkesi, verginin bireyler arasında adil bir şekilde alınmasını ifade etmektedir. Anayasanın 73. maddesinde belirtilen herkes ve mali gücüne göre ibareleri vergilemede adaleti sağlayabilmek açısından önem arz etmektedir. Vergilemede adaletin sağlanabilmesi, mükelleflerin vergi uyumunun artması ve vergi kayıplarının en aza indirilmesi açısından önemli bir etken olarak gösterilebilmektedir.

Hukuk devleti ilkesi gereği Toplum ve devlet yararına olsa da tüm düzenlemeler kanunlaştırılarak uygulanmaktadır. Dolayısıyla kanunlaşmadan yapılan uygulamalar anayasaya aykırılık teşkil etmektedir. Vergilerin kanunilik ilkesi ise anayasanın 73/3. maddesinde de belirtildiği üzere vergi ile alakalı düzenlemelerin sadece kanunla yapılabileceğini ifadesinden anlaşılmaktadır.

Vergilemede ölçülülük ilkesi, vergi politikaları kapsamında alınan tedbirler ile ulaşılmak istenilen amaçlar arasında makul bir ilişkinin olması gerektiğini ifade etmektedir (Şimşek, 2010: 337). Ölçülülük ilkesindeki sapmalar vergi sorunlarının ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla vergi uygulamalarında etkinliğin sağlanabilmesi açısından ölçülülük ilkesi önem arz etmektedir. Aslında gerçek usule tabi olması gerekirken basit usule tabi olan mükelleflerin varlığı vergilemede ölçülülük ilkesi ile uyuşmamaktadır.

Hukuk devleti ilkesi ise, hukukun üstünlüğünün devletin her organı ve kişiler tarafından benimsenerek hukuka bağlı kalınması anlamına gelmektedir (Karakoç, 2014: 1263). Anayasanın bağlayıcılığı bakımından tüm alanlarda olduğu vergiye yönelik işlemlerde de hukukun üstünlüğü kabul edilmektedir. Vergi kayıp ve kaçaklarının en aza indirilmesi, vergi düzeninin sağlanabilmesi, mükelleflerin vergi uyumlarının artırılması hususlarında hukuk devleti ilkesi vergi kanun ve uygulamalarında dayanak oluşturmaktadır.

Küçük esnaf ve sanat erbabı olarak tanımlanan basit usule tabi mükelleflerin ekonomik gelişmeler karşısında mesleki faaliyetlerine devam edebilmelerini sağlayabilmek açısından tanınan vergisel kolaylıklar son derece önemlidir. Ancak hem iş hacmi hem de gelir durumu bakımından gerçek usulde vergilendirilmesi gereken bazı mükelleflerin basit usule tabi oldukları görülmektedir. Tablo 1'de de görüldüğü üzere 2024 yılı rakamlarına göre vergi sistemi içerisinde 821.849 basit usule tabi mükellef bulunmaktadır. Basit usule tanınan ayrıcalıkların artması mükellefler tarafından basit usulü cazip hale getirmektedir.

Her yıl güncellenen basit usul hadlerine bakıldığında mükelleflerin büyük çoğunluğunun gerçek usulde vergilendirilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Ancak mükelleflerin gerçek usulde vergilendirilmesi gerekirken basit usul hadlerinde kalması ancak beyan eksikliği ve kira kontratlarında yaptıkları peçeleme sözleşmeleri ile mümkün olabilmektedir. Aksi taktirde hem dükkân kira bedelleri hem de elde ettikleri gelirler bakımından basit usul hadlerinde kalmaları mümkün görünmemektedir. Mükelleflerin bu şekilde basit usule tabi olmaları anayasal vergileme ilkelerine aykırılık teşkil etmektedir. Bu durum vergi idaresi açısından vergi gelir kaybına neden olurken gerçek usule tabi olan mükellefler açısından ise vergi uyumlarının olumsuz yönde etkilenmesine sebebiyet verebilmektedir.

Sonuç

Gelir vergisinde ticari kazancın tespitinde gerçek usul ve götürü usul yöntemleri uygulanırken götürü usulün vergi sistemi içerisinde oluşturduğu olumsuz etkiler nedeniyle 01.01.1999 tarihi itibarıyla götürü usulden vazgeçilerek basit usulde vergilendirme yöntemine geçilmiştir. Bu tarihten itibaren ticari kazancın tespiti gerçek usul ve basit usul olmak üzere iki yöntemle tespit edilmektedir. Basit usulde vergilendirme; berber, tamirci, çilingir, çay ocağı işleticisi, marangoz, demirci, terzi, çömlekçi, kalaycı, ahşap oyma ustası gibi küçük esnaf ve sanat erbabı olarak tanımlanan meslek gruplarının ekonomik faaliyetlerine devam edebilmelerini sağlayabilmek amacıyla gerçek usul ile kıyaslandığında mükelleflere maddi ve şekli vergi yükümlülüklerinde çeşitli kolaylıklar tanımaktadır. Basit usulde vergilendirme yöntemi ile bu mükellef gruplarının vergi sistemine dahil edilmesi ve evrak işleriyle daha az ilgilenmesi amaçlanmaktadır. Mükelleflerin basit usul ve gerçek usul ayrımlarının yapılabilmesi için yıllık kazanç ve işyeri kirası gibi verilerin olduğu basit usul hadleri belirtilmektedir. Basit usul hadleri her takvim yılı başında resmî gazetede yayımlanmaktadır.

Faaliyet alanları nedeniyle ekonomik gelişmelerden çabuk etkilenebilecek özelliğe sahip olan bu meslek gruplarının ekonomik faaliyetlerine devamlılıklarının sağlanabilmesi amacıyla vergisel anlamda kolaylıklar da tanınmaktadır. Yakın dönemde ekonomik etkilerinin küresel boyutta hissedildiği covid-19 salgını sonrasında basit usule tabi mükelleflerin mesleki faaliyetleri bitme noktasına gelmiştir. Bu nedenle 14.10.2021 tarihli ve 7338 sayılı Vergi Usul Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile basit usule tabi mükellefler gelir vergisi dışında bırakılmıştır. Bu tarihten itibaren halen basit usule tabi

mükelleflerden gelir vergisi alınmamaktadır. Bu durum küçük esnaf ve sanat erbaplarının mesleki faaliyetlerini sürdürebilmeleri açısından önem arz etmektedir.

Vergisel kolaylıkları nedeniyle Türk vergi sistemi içerisinde cazip hale getirilen basit usulde vergilendirmenin olumsuz etkilerinin de olduğu söylenebilmektedir. Basit usule tabi mükellef sayısının çokluğu hem vergi matrahında aşınmaya neden olmakta hem de gerçek usulde vergilendirilen mükelleflerin tepkisine yol açarak vergi uyumlarının olumsuz etkilenmesine sebebiyet verebilmektedir. Hazine ve Maliye Bakanlığının verilerine göre 2024 yılında 821.849 basit usule tabi mükellefin vergi sistemi içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu durum gerçek usule tabi mükellef sayısı ile kıyaslandığında vergi sistemi açısından oluşturduğu sorunları gün yüzüne çıkarmaktadır. Kazancı bakımından gerçek usule tabi olması gerekirken basit usulde ticari faaliyetlerini sürdüren mükellefler adalet ilkesi başta olmak üzere vergilemenin anayasal ilkelerine aykırılık teşkil etmektedir. Vergi sistemi içerisinde vergilemede adaletin bu şekilde bozulması ise mükellef tepkilerini daha da artıran bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Vergi sisteminde yol açtığı olumsuz etkileri en aza indirebilmek amacıyla basit usulde düzenleme yapılma ihtiyacının ortaya çıktığı ifade edilebilmektedir. Bu sebeple 08.09.2025 tarihli ve 10380 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile ticari kazancı basit usulde tespit edilen mükelleflere yönelik düzenleme yapılmıştır. Buna göre; her türlü emtia alım satımı ile uğraşanlar, inşaat ile ilgili her türlü işlerle uğraşanlar, motorlu taşıtların her türlü bakım ve onarım işleriyle uğraşanlar, lokanta ve benzeri hizmet işletmelerini işletenler, eğlence ve istirahat yerlerini işletenler, şehir içi yolcu taşımacılığı faaliyetinde bulunan mükellefler basit usulden çıkartılarak gerçek usule geçirilmiştir. Basit usulün yol açtığı olumsuz etkileri azaltmak açısından 10380 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile yapılan bu düzenleme olumlu karşılansa da yeterli görülmemektedir. Basit usule yönelik düzenlemelerin ve denetimlerin yeteri kadar yapılması durumunda basit usulden gerçek usule geçen mükellef sayısında önemli artış olacağı öngörülmektedir.

Basit usulün vergi sisteminde yol açtığı olumsuz etkileri en aza indirebilmek için çözüm önerileri şu şekilde sıralanabilmektedir;

- Yıllık kazançları bakımından basit usule tabi mükelleflerin birçoğu ticari faaliyetleri ve iş hacimleri nedeniyle basit usul hadlerini aşması gerekirken geliri eksik beyan etmeleri nedeniyle vergi idaresi nezdinde bu hadleri aşmadığı görülmektedir. Yıllık kazançların iyi denetlenmesi vergi kayıp ve kaçağını en aza indireceği gibi bu tarz mükelleflerin basit usulden gerçek usule geçmelerini de sağlayacaktır.
- Basit usul hadlerinde belirtilen işyeri kiralarının da emsal değerler dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir. İşyerinin konumu ve büyüklüğü bakımından bu hadler içerisinde kalması mümkün olmayan mükelleflerin peçeleme yöntemiyle yaptıkları usulsüz kira sözleşmeleri sonucunda bu had içerisinde kaldıkları anlaşılmaktadır. İşyerlerinin emsal kira bedelleri dikkate alınarak yapılacak incelemeler sonucunda yine birçok mükellefin basit usulden gerçek usule geçmelerine sebebiyet verecektir.
- 10380 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile basit usulden gerçek usule geçirilen ticari faaliyetler, yapılacak çalışmalar sonucunda genişletilmelidir. Özellikle basit usulün yıllık kazanç hadleri dikkate alındığında günümüzde birçok işletmenin bu limiti aşacak seviyede gelir elde ettiği görülecektir. Bu sebeple ilgili düzenlemede olduğu gibi farklı ticari faaliyetler de tespit edilerek basit usulden gerçek usule geçirilmelidir.

Basit usule tabi küçük esnaf ve sanat erbapları mesleki faaliyetleri sebebiyle vergi sistemi içerisinde vergisel kolaylıklar tanınarak koruma altına alınmaktadır. Ancak mükelleflerin basit usul hadlerinin iyi denetlenmemesi sebebiyle gerçekten basit usul olan ayakkabı tamircisi ya da ahşap oyma ustası ile ticari kazancı fazla olan bir mükellef aynı şekilde gelir vergisi dışında kalmaktadır. Bu durum vergi yükünden rahatsız gerçek usule tabi mükellefler tarafından tepkilere yol açmaktadır. Sonuç olarak; küçük esnaf ve sanat erbabı olarak nitelendirilen mükelleflerin ekonomik gelişmelerden korunabilmesi açısından basit usulün önemi düşünüldüğünde sistemin işlerliğini sürdürmek ve olumsuz etkilerinin en aza indirebilmek amacıyla basit usul hadlerinin iyi denetlenmesi önem arz etmektedir.

Kaynakça

193 sayılı Gelir Vergisi Kanunu. (www.mevzuat.gov.tr). Erişim tarihi: 29.09.2025.

7338 sayılı Vergi Usul Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. (www.mevzuat.gov.tr). Erişim tarihi: 28.09.2025.

215 Seri No'lu Gelir Vergisi Genel Tebliği. (www.gib.gov.tr). 02.10.2025.

YILDIZ, B., YILMAZ, C., AKBULUT, G. (2016). *"Türkiye'de Basit Usulde Vergileme ile Toplam Vergi Gelirleri Arasındaki Nedensellik İlişkisi."* Global Journal of Economics and Business Studies, Sayı 5(10), 24-37.

ARMAĞAN, A. (2024). *"193 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu'na Göre Kazançların Basit Usulde Vergilendirilmesi ve 7338 Sayılı Kanun'un Getirdikleri*." Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 29(2), 121-132.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *"Basit Usule Tabi Mükellefler İçin Vergi Rehberi 2013"*. (https://cdn.gib.gov.tr/api/gibportal-file/file/getFileResources?objectKey=arsiv/onceki-dokumanlar/2013_basit_usul.pdf). Erişim tarihi: 03.10.2025.

Vergi Denetim Kurulu. *"Vergi Denetim Kurulu Faaliyet Raporu 2024". (https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/17/2025/03/VDK-2024-Yili-Faaliyet-Raporu-c8a9030b4115e95c.pdf).* Erişim tarihi: 03.10.2025.

ERYÜZLÜ, H. (2020). *"Covid-19 Ekonomik Etkileri ve Tedbirler: Türkiye'de "Helikopter Para" Uygulaması". Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, Sayı *3*(1), 10-19.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *"Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Faaliyet Raporu 2016"*. (https://cdn.gib.gov.tr/api/gibportal-file/file/getFileResources?objectKey=arsiv/fileadmin/faaliyetraporlari/2016/2016_faaliyet_raporu.pdf). Erişim Tarihi: 02.10.2025.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *"Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Faaliyet Raporu 2012"*. (https://cdn.gib.gov.tr/api/gibportal-file/file/getFileResources?objectKey=arsiv/fileadmin/faaliyetraporlari/2012/2012_faaliyet_raporu.pdf). Erişim Tarihi: 02.10.2025.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *"Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Faaliyet Raporu 2020*". (https://cdn.gib.gov.tr/api/gibportal-file/file/getFileResources?objectKey=arsiv/fileadmin/faaliyetraporlari/2020/2020_faaliyet_raporu.pdf). Erişim Tarihi: 02.10.2025.

Gelir İdaresi Başkanlığı. *"Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Faaliyet Raporu 2024"*. (https://cdn.gib.gov.tr/api/gibportal-file/file/getFileResources?objectKey=arsiv/fileadmin/faaliyetraporlari/2024/2024_faaliyet_raporu.pdf). Erişim Tarihi: 02.10.2025.

KARAKOÇ, Y. (2013). *Anayasal Vergilendirme İlkeleri Üzerine Bir Değerlendirme*, Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Sayı 15.

ŞİMŞEK, S. (2010). *Vergi Politikaları, Mülkiyet Hakkı ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi*, Maliye Dergisi, sayı 159.

GLOBAL AVIATION ECONOMICS AND FINANCE LITERATURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE 1928-2026 PERIOD

Mutlu Can SOYDAN

Lecturer, Amasya University, Merzifon Vocational School, Civil Aviation Cabin Services Program, Amasya 05300, Türkiye, ORCID: 0000-0003-0063-7901

Yusuf Bahadır KAVAS

Associate Professor, Amasya University, Merzifon Vocational School, Office Services and Secretarial Department, Amasya 05300, Türkiye, ORCID: 0000-0002-4838-7318

Burak Can KARA

Lecturer, Amasya University, Merzifon Vocational School, Department of Construction, Amasya 05300, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6933-0759

ABSTRACT

Although the aviation sector constitutes one of the fundamental components of global economic integration, it exhibits a high level of sensitivity to economic recessions, pandemics, geopolitical tensions, and energy price shocks. This inherent vulnerability renders financial resilience a central prerequisite for the sustainable operation of airlines, airports, and associated transportation systems. Accordingly, this study aims to map the academic literature situated at the intersection of aviation economics and finance through a bibliometric analysis approach, utilizing data retrieved from the Scopus and Web of Science (WoS) databases. Following the removal of duplicate records based on DOI and title verification, the final dataset comprises 1,382 unique documents, which were analyzed using R bibliometrix, VOSviewer, and Python-based visualization tools. The findings demonstrate that the relevant literature, dating back to 1928, expanded rapidly with an accelerating momentum particularly after 2010, reaching its highest annual production level in 2025 with 107 publications. Regarding scientific output at the country level, the United States (US) and the People's Republic of China occupy pioneering positions, whereas Türkiye ranks eighth with 56 publications. When keyword frequency, co-occurrence networks, and factorial mapping results are evaluated in tandem, it is verified that the literature possesses a mature core centered on competition, efficiency, performance, and airport-airline economics; nonetheless, a dynamic and growing new research frontier focused on sustainability also manifests itself. The institutional-level analysis reveals that Embry-Riddle Aeronautical University, the University of British Columbia, and Cranfield University constitute the institutional structures with the highest number of publications. Furthermore, the most cited studies are observed to concentrate on the foundations of deregulation, privatization, airport efficiency, and transportation policies. Overall, this study provides a comprehensive bibliometric foundation and reference point for researchers who intend to examine how aviation finance is being reshaped in the wake of debates on digitalization, sustainability, and energy transition.

Keywords: aviation economics; aviation finance; bibliometric analysis; financial performance; sustainability.

1. Introduction

The aviation sector assumes a decisive and driving role within modern economies through its structure that interconnects trade, tourism, labor mobility, logistics, and regional development elements (Heiets & Xie, 2021; Kavas et al., 2023; Moriarty, 2021). However, despite this strategic positioning, aviation is at the forefront of industries with the highest vulnerability and sensitivity on a macro scale to economic recessions, geopolitical conflicts, exchange rate pressures, fuel price volatilities, and global pandemics that precipitate mass market losses (Gudmundsson et al., 2021; Heiets & Xie, 2021; Morrell, 2021). Recently experienced crises, which subjected airline enterprises to severe operational shocks, have clearly demonstrated how rapidly the sector can lose its financial sustainability foundation (Gudmundsson et al., 2021). These aforementioned structural conditions and market dynamics position structural financial soundness, access to capital, profitability optimization, proactive cost control, and systematic risk management as the central and inevitable themes of aviation research (Merkert & Swidan, 2019; Piranti, 2021; Scotti & Volta, 2017). Indeed, potential vulnerabilities that austerity measures adopted by enterprises under increasing financial distress may induce

regarding operational safety and flight security render it imperative to examine the developmental trajectory and thematic focus points of multidisciplinary studies investigating the balance between financial performance and operational risk in the literature through a bibliometric approach.

Although the aviation finance literature has observed significant growth in recent years, it is argued that scientific production patterns, influential actors in the field, citation structures, and thematic evolution have not yet been sufficiently integrated on a literature scale. Accordingly, the objective of this study is to bibliometrically map the aviation economics and finance literature across the dimensions of scientific production, impact, journals, authors, institutions, countries, collaborations, and conceptual structure. Within the scope of the conducted analyses, answers are sought for questions regarding how the trajectory of production and citation performance in the literature alters and develops over time, which primary actors and prominent publication channels shape the relevant field, and lastly, which themes define the matured core structure and the newly emerging research frontier of the field. Along the axis of these specified research questions, the study empirically evaluates 1,382 unique documents spanning the 1928–2026 period and offers a structured bibliometric foundation and reference resource for future research to be conducted in the domain of aviation finance.

2. Materials and Methods

In this study, a bibliometric analysis method was employed to map the intellectual and thematic structure of research conducted in the field of aviation economics and finance at a macro level. This method provides a highly suitable foundation for the specified research objectives, as it allows for an objective evaluation of a vast literature pool through reproducible quantitative indicators and network-based visualization techniques.

The data used in the analysis were retrieved from the Scopus and Web of Science (WoS) databases, which offer a broad academic coverage in the fields of social sciences, management, economics, engineering, and transportation studies. Within the scope of the search strategy applied during the data collection process, aviation-oriented terms such as “aviation”, “airline”, “air transport”, and “airport” were systematically combined with keywords belonging to the finance and economics literature, such as “finance”, “economic”, “profitability”, and “cost analysis”.

Following the initial queries, an extensive pool consisting of 2,023 records was obtained. To ensure empirical reliability, the raw bibliographic data from both databases were integrated and processed using the LitOrganizer application (Şahin et al., 2025, 2026). Subsequently, a rigorous deduplication and data-cleaning process based on DOI and title verification was performed via the BibexPy script (Kara et al., 2025), resulting in 1,382 unique documents for subsequent analysis. This final filtered dataset was subjected to comprehensive bibliometric analysis using the R-based bibliometrix package, VOSviewer software, and complementary Python visualization tools

The methodological investigation encompasses annual scientific production trends, citation performance, document types, impact levels of sources, the most productive authors and institutions, production capacities of countries, and international collaboration networks, as well as advanced indicators such as keyword frequency and co-occurrence networks. The main descriptive characteristics of the dataset included in the analysis are summarized in detail in Table 1.

Table 1. Main Descriptive Characteristics of the Dataset

Indicator	Value
Number of unique documents	1,382
Number of sources	786
Time span	1928-2026 (98 years)
CAGR (1980-2025)	6.2%
Peak-year output (2025)	107
Initial search pool	2,023
Data sources	Scopus + Web of Science
Analysis tools	R bibliometrix, VOSviewer, Python

3. Findings and Discussion

The empirical findings are interpreted in detail below across five interconnected dimensions: scientific production trends, intellectual impact level, sources and actors, geographic distribution alongside international collaborations, and finally, thematic structure. Although the earliest scholarly record in the field dates back to 1928, Figure 1 focuses on the 1980–2026 timespan, wherein annual production figures attain a visually comparable quality. It is observed that annual publication output within the relevant literature gained significant momentum particularly after 2010. Furthermore, the literature is determined to have reached its peak historical level in 2025 with 107 documented publications. Because the year 2026 constitutes a partial observation period, the lower values stemming from incomplete data streams for this year should not be interpreted as a definitive declining trend. Lastly, the five-year moving average trend and the compound annual growth rate (CAGR) calculated at 6.2% for the 1980–2025 period demonstrate that this expansion within the literature indicates a sustained and stable growth trajectory rather than a cyclical or short-term surge.

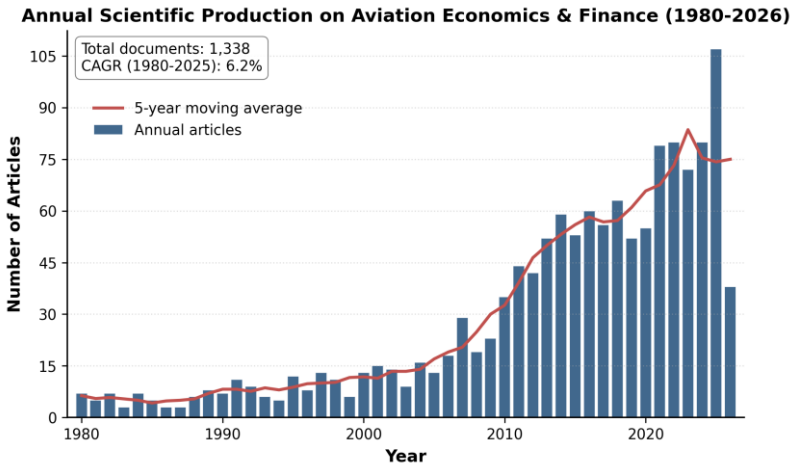


Figure 1. Annual scientific production on aviation economics and finance (1980-2026).

When considering the distribution of document types within the analyzed dataset, articles published in academic journals exhibit a dominant characteristic, accounting for more than 60% of all records. Furthermore, conference proceedings constitute the second-largest category with a share of approximately 12%. This distribution indicates that the relevant field of study has matured and institutionalized predominantly along the

axis of peer-reviewed journals; nevertheless, the conference stream, where contemporary technical developments are disseminated, also maintains its dynamic structure.

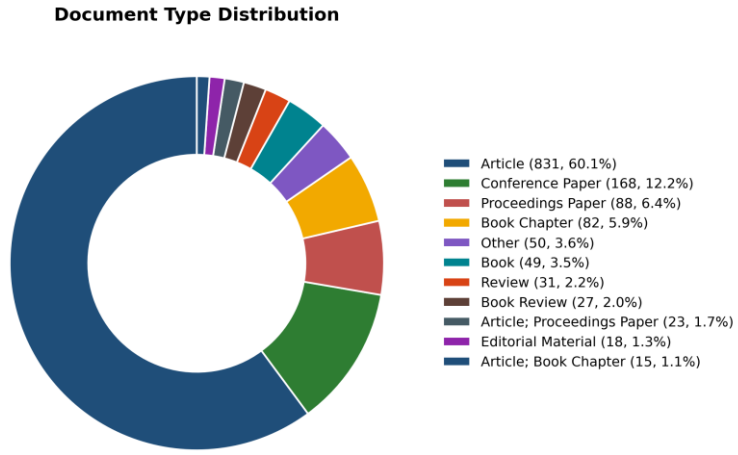


Figure 2. Document type distribution.

Within the analyzed dataset, the Journal of Air Transport Management is identified as the most pioneering source in the field with 86 documents, placing it significantly ahead of other academic journals. This source is followed by SAE Technical Papers with 26 documents, while Transportation Research Part A: Policy and Practice (25 documents) and Transport Policy (17 documents) emerge as the other primary publication channels. This distribution demonstrates that the aviation finance literature is theoretically and empirically grounded and structured predominantly along the axis of transportation economics, transportation policy, and management-oriented journals.

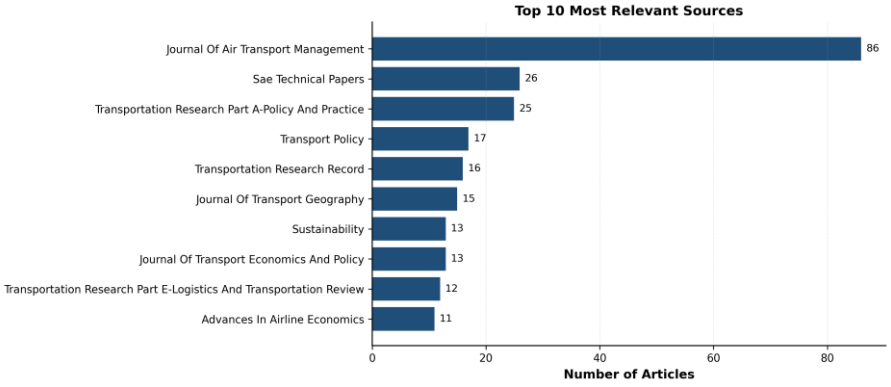


Figure 3. Top 10 most relevant sources.

Analyses conducted at the author level reveal that researchers such as Oum, Gillen, Zhang, Forsyth, and Button are the most productive actors who have contributed highest to the final dataset and guided the development of the field. At this juncture, it is of paramount importance to empirically account for fractionalized counts in addition to the full-count method. This approach allows for a more balanced understanding of the intellectual

structure of the literature, as it demonstrates that full-count productivity and the individual contribution weights of authors in multi-authored and collaborative publications do not always exhibit an equivalent characteristic.

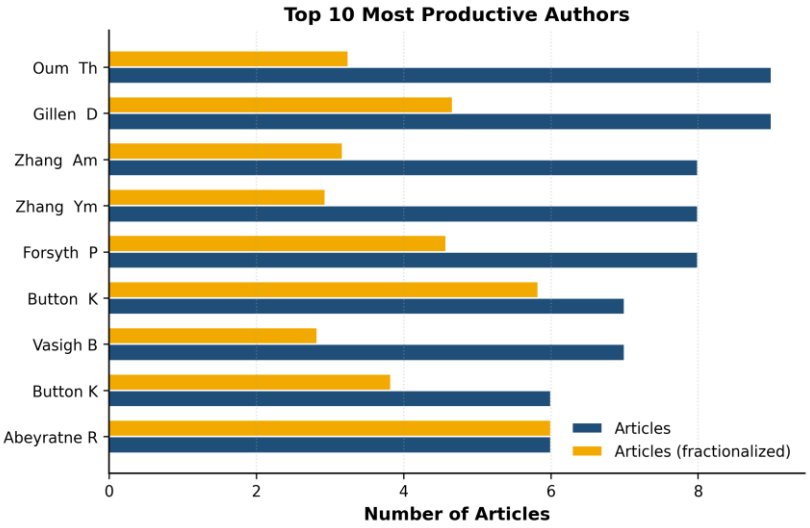


Figure 4. Top 9 most productive authors.

When the scientific production capacity at the country level is empirically examined based on institutional affiliations, the United States (USA) ranks first in the literature with 405 author appearances, followed by the People's Republic of China with 300 appearances and the United Kingdom (UK) with 134 appearances. Within this global distribution, Türkiye secures a place in the eighth position with 56 author appearances. This finding is significant as it demonstrates that Türkiye-affiliated researchers have attained a quantitatively visible position within the global aviation-finance literature, while simultaneously indicating that the growth potential of the field continues to persist.

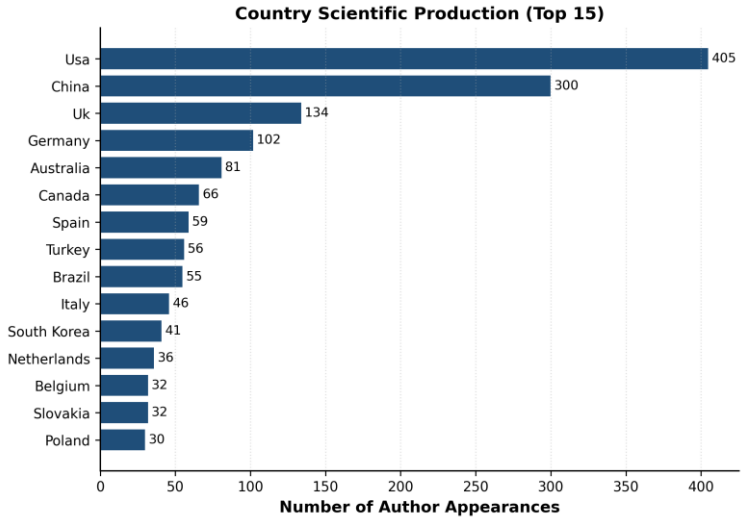


Figure 5. Country scientific production (Top 15).

In line with the obtained findings, it is determined that the most frequently occurring keywords in the dataset are competition, impact, efficiency, and performance; these concepts are observed to structure the operational and economic core of the literature. Furthermore, the density of terms such as aircraft, productivity, management, model, and cost reveals that the relevant field of study is strongly grounded in methodologically measurable performance criteria and decision support mechanisms.

When recent trends are examined, the growing visibility of concepts such as sustainable development, hydrogen, biomass, jet fuel, and infrastructure indicates that aviation finance is expanding beyond its traditional boundaries toward the layers of environmental finance and energy transition. Within the scope of thematic evaluations, although keyword frequency alone does not directly verify a theoretical dominance, these obtained data are significant in terms of providing an empirically reliable preliminary indicator regarding the contemporary thematic priorities and strategic orientations of the relevant field.

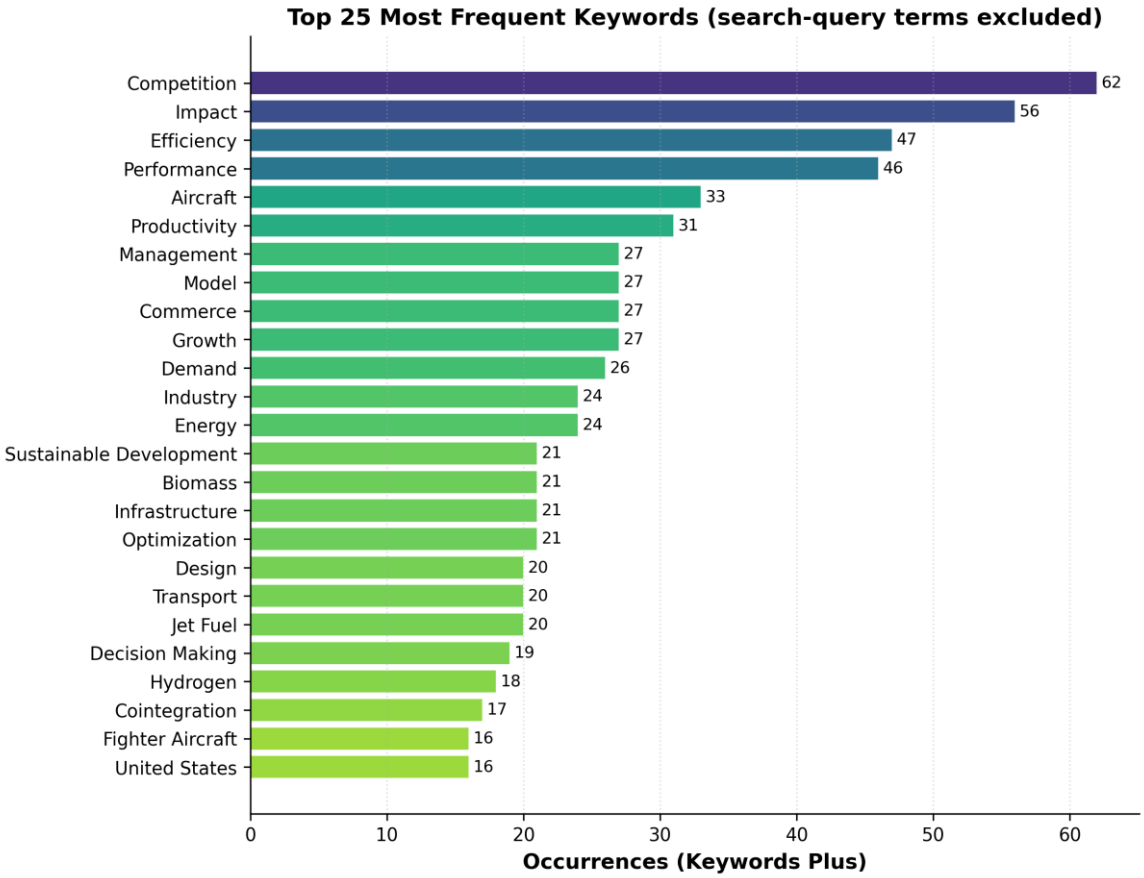


Figure 6. Top 25 most frequent keywords, excluding search-query terms.

The co-occurrence network analysis conducted via VOSviewer software reveals that the relevant literature is composed of dynamically interconnected thematic neighborhoods rather than completely disjointed topics. As a result of the network analysis, four primary concentration clusters have been identified within the dataset. Accordingly, the first cluster, which focuses on the operational performance axis, brings together concepts such as airports, airlines, profitability, regulations, economic analysis, and data envelopment analysis (DEA). The second cluster, which interconnects the macro-scale development and policy dimensions, incorporates elements of air transport, airport, economic growth, regional airports, and economic impact. Meanwhile, the third cluster synthesizes the concepts of financial performance, airline industry, COVID-19, and sustainability, thereby reflecting the sectoral risk and financial resilience agenda within the literature. Finally, the fourth cluster, which links the concepts of sustainable aviation fuel (SAF), life cycle assessment, and techno-economic analysis, indicates the newly emerging green transition subfield in the literature. This clustering structure empirically demonstrates that the intellectual accumulation in the field of aviation finance and economics is evolving from traditional operational metrics toward contemporary sustainability and risk management themes

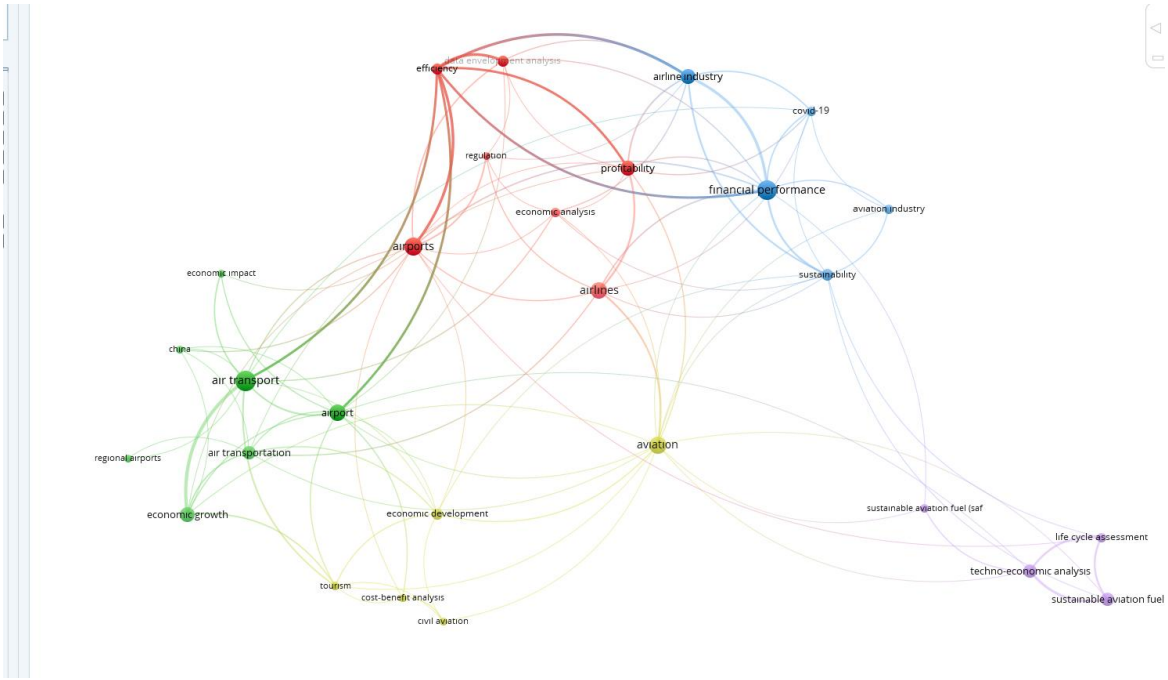


Figure 7. Author keyword co-occurrence network (VOSviewer).

When considering the extended VOSviewer network analysis results, it is observed that concepts directly related to sustainability represent a dynamic research frontier that, although articulated into the main body of the literature, still occupies a partially peripheral position. Accordingly, it is determined that terms focused on sustainable aviation fuel (SAF), life cycle assessment, biofuels, process simulation, and hydrogen are distinctly concentrated and clustered around the green transition agenda within the literature pool. In light of these obtained findings, rather than characterizing the phenomenon of sustainability as the sole and dominant core structure of the aviation finance and economics domain, it is considered empirically more accurate to define it as an emerging and integrative theme that continues to integrate into the literature.

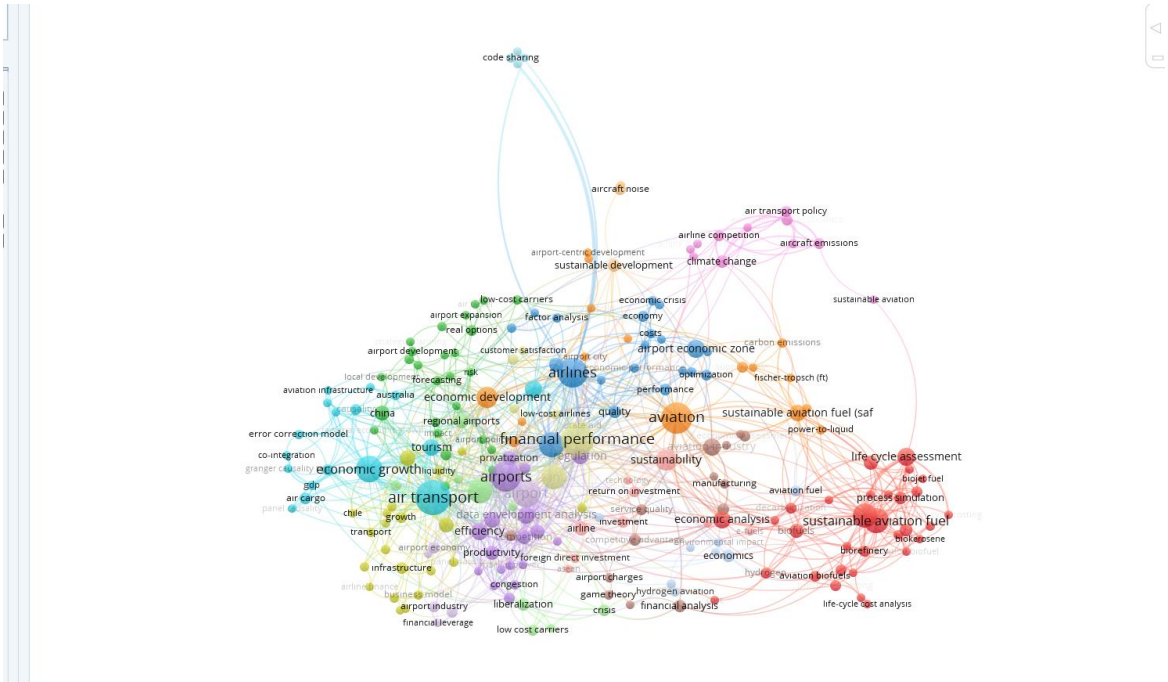


Figure 8. Expanded keyword co-occurrence network highlighting sustainability-related terms (VOSviewer).

It is observed that the studies with the highest citation rates on a global scale are concentrated around sectoral deregulation, privatization practices, airport efficiency, and benchmarking research. This resulting pattern reveals that the intellectual foundation of the aviation finance and economics domain has been shaped by theoretical and empirical debates along the axis of structural policy reforms, ownership structures, and performance measurement. However, from a methodological standpoint, considering the fact that relatively older documents benefit chronologically from a longer citation window, it is of paramount importance to empirically evaluate and interpret total citation counts in conjunction with the publication years of the studies.

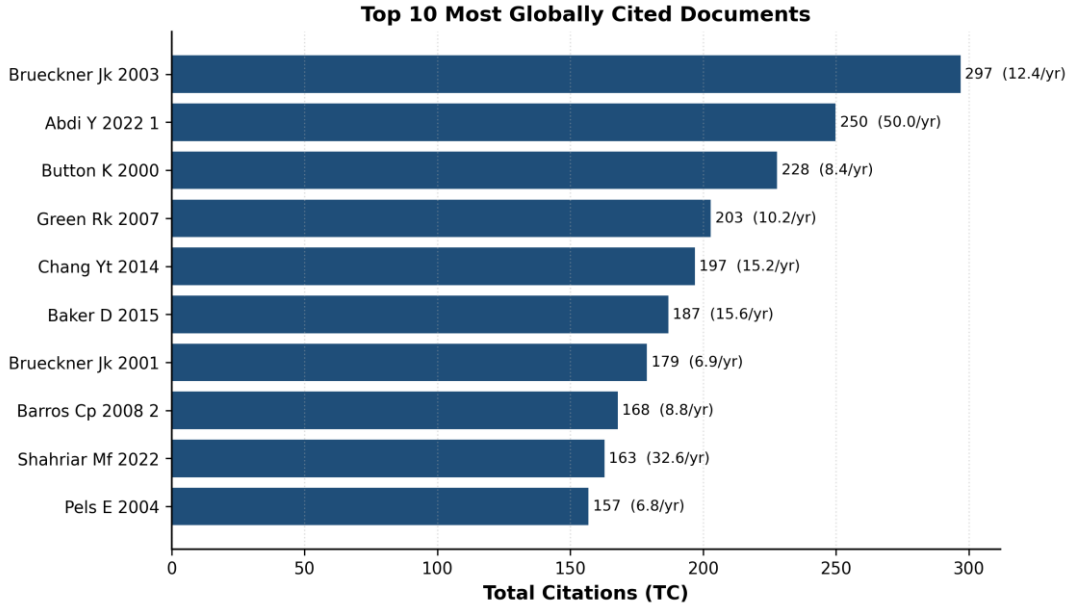


Figure 9. Top 10 most globally cited documents.

The comparative analysis of local and global citation rates reveals the specific weight and the conceptual anchoring capacity of studies directly within the aviation finance and economics dataset, rather than their popularity in the general academic universe. The empirical findings of the top 10 most locally cited studies presented in Figure 10 corroborate this phenomenon; indeed, the study published by Brueckner in 2003 ranks first in terms of both local and global citation levels, reinforcing its position as the foundational reference source of the field. Similarly, the works of Baker in 2015 and Green in 2007 stand out as the primary arteries feeding the literature with strong local citation rates, whereas the actual remarkable aspect of the analysis is constituted by the divergence gap between local and global citation patterns.

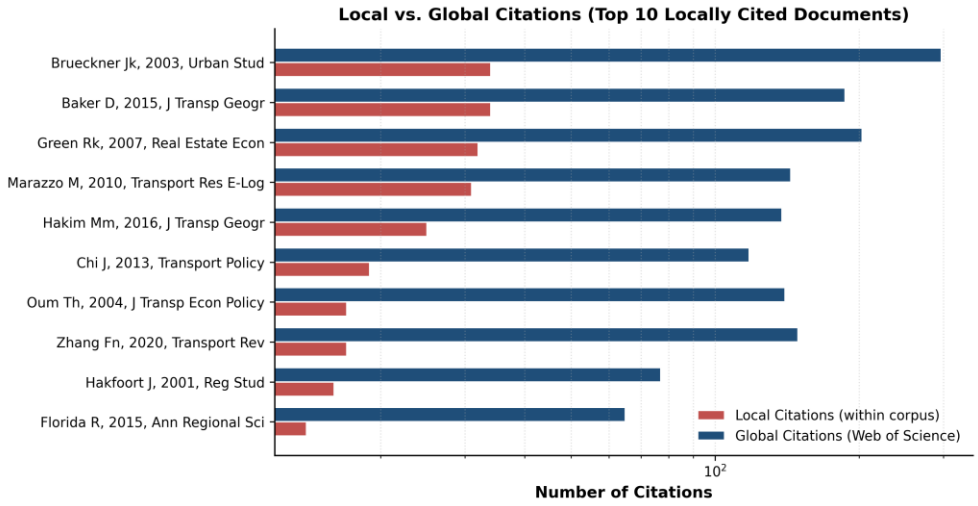


Figure 10. Local versus global citations (Top 10 locally cited documents).

4. Conclusion and Recommendations

The analysis of the 1,382 unique documents examined periodically demonstrates that research in aviation economics and finance entered a distinct expansion trend after 2010 and reached its peak annual production level in 2025; findings for the year 2026 should be evaluated as partial, since the year was not completed at the time of data collection. Within this literature, which is geographically driven by the United States and People's Republic of China, Türkiye ranks among the top 8 countries as a visible contributor, whereas institutional production is concentrated primarily around structures specialized in aviation and transportation, such as Embry-Riddle Aeronautical University, the University of British Columbia, and Cranfield University. While the thematic core of the field is shaped around the concepts of competition, efficiency, performance, air transport, and financial performance, terms such as sustainable aviation fuel, hydrogen, biomass, life cycle assessment, and energy transition define a growing but not yet entirely centralized research frontier. The primary limitations of this study include its dependence on the Scopus and Web of Science databases, the exclusion of non-indexed outputs, the sensitivity of the keyword-based search, and the absence of a complementary qualitative content analysis; hence, future empirical extensions of this work should correlate the current bibliometric patterns with panel data models, firm-level financial statements, environmental, social, and governance (ESG) disclosures, and scenario analyses for green aviation investments. Ultimately, the most robust contribution of this research to the literature is that it provides an integrated map for understanding the dynamic transformation of aviation finance, which is evolving from traditional cost-efficiency debates toward contemporary sustainability, sectoral resilience, and technology-driven risk management.

5. Acknowledgements and Declarations

Funding & Conflict of Interest

This study was conducted without receiving any external financial support, and the authors declare no conflict of interest regarding this work.

Authors' Contributions

All authors played an active role at every stage of the process and jointly contributed to the study design, data interpretation, drafting of the manuscript, and revisions.

Ethical Approval

Methodologically, this research does not require ethical committee approval, as it exclusively utilizes publicly accessible bibliographic metadata, does not involve human participants or animal experimentation, and does not contain any data subject to personal data protection regulations.

Data Availability & Reproducibility

Finally, in alignment with the principles of empirical reliability and reproducibility, the bibliographic dataset utilized in the analysis remains fully reproducible via the Scopus and Web of Science databases by following the exact search strategy executed on April 15, 2026, as detailed in the methodology section.

References

Gudmundsson, S. V., Cattaneo, M., & Redondi, R. (2021). Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. *Journal of Air Transport Management, 91*, 102007.

Heiets, I., & Xie, Y. (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on the aviation industry. *Journal of Aviation, 5*(2), 111–126.

Kara, B. C., Şahin, A., & Dirsehan, T. (2025). BibexPy: Harmonizing the bibliometric symphony of Scopus and Web of Science. *SoftwareX, 30*, 102098. https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102098

Kavas, Y. B., Medetoglu, B., & Tutar, S. (2023). Measuring the Risks of Financial Failure of Airline Companies: The Case of Pegasus and Turkish Airlines. 93–94.

Merkert, R., & Swidan, H. (2019). Flying with (out) a safety net: Financial hedging in the airline industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 127*, 206–219.

Moriarty, P. (2021). Global passenger transport. *Encyclopedia, 1*(1), 189–197.

Morrell, P. S. (2021). *Airline finance*. Routledge.

Piranti, M. (2021). The impact of fuel price fluctuation and macroeconomic variables to airlines performance. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 12*(3), 5486–5494.

Şahin, A., Kara, B. C., & Dirsehan, T. (2025). LitOrganizer: Automating the process of data extraction and organization for scientific literature reviews. *SoftwareX, 30*, 102198. https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102198

Şahin, A., Kara, B. C., & Dirsehan, T. (2026). Version 2.0 - LitOrganizer: Automating the process of data extraction and organization for scientific literature reviews. *SoftwareX, 34*, 102697. https://doi.org/10.1016/j.softx.2026.102697

Scotti, D., & Volta, N. (2017). Profitability change in the global airline industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 102*, 1–12.

AN AI-POWERED MOBILE PLATFORM FOR SCHOLARSHIP MANAGEMENT AND APPLICATION

Atilla SUNCAK

Asst. Prof. Dr., Kastamonu University, Kastamonu Vocational Highschool, Department of Computer Technologies, Kastamonu –Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0003-0282-2377

Kemal BAYIR

Undergraduate Student, Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Kastamonu - Türkiye, ORCID: 0009-0002-0168-2958

Handan ACAR

Undergraduate Student, Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Kastamonu - Türkiye, ORCID: 0009-0001-3144-1103

ABSTRACT

Access to higher education is significantly influenced by both academic achievement and economic conditions. Therefore, scholarship mechanisms play a crucial role in ensuring equal opportunities in education. However, the current scholarship systems present significant challenges for students due to the scattered nature of scholarship announcements across different platforms, the repetitive form-filling processes for each application, and uncertainties regarding the reliability of the institutions. These problems hinder access to scholarships and reduce the efficiency of application processes.

This study proposes an AI-powered mobile scholarship platform aimed at improving interaction between students and scholarship-providing institutions. The developed system gathers scholarship announcements on a single platform, enabling students to access suitable scholarships more quickly. The platform eliminates repetitive application processes by offering the possibility of multiple applications with a single profile. Furthermore, thanks to an automated criteria matching algorithm, students' profile information is compared with scholarship criteria, and suitable scholarships are suggested to the user. To increase the system's reliability, an AI-based verification module that analyzes the websites of institutions has been integrated into the platform. This module evaluates the reliability of institutions by analyzing URL structure and domain name characteristics. Thus, the registration of fake or misleading institutions on the platform is prevented, and system security is increased.

The developed platform has a modular architecture consisting of student and institution modules. The mobile application was developed using the Flutter framework, and Firebase infrastructure was used in data management and user authentication processes. Thanks to this structure, a scalable, reliable, and user-friendly system has been created.

The results of the study show that AI-powered digital scholarship platforms have the potential to make scholarship processes more accessible, reliable, and efficient. In future studies, it is planned to develop machine learning-based recommendation systems, improve personalization mechanisms, and expand the system to different user groups.

Keywords: Artificial Intelligence, Scholarship Management System, Mobile Application, Institution Verification, Automatic Criteria Matching

1. Introduction

Higher education is widely recognized as an important factor influencing individuals' social mobility and career opportunities. However, access to higher education is shaped not only by academic qualifications but also by students' economic conditions. Previous studies have shown that student success is strongly associated with families' socioeconomic and cultural backgrounds rather than only intra-school factors. These findings have strengthened discussions on equal opportunities in education (Coleman, 1968; Özer et al., 2020).

Scholarships are among the main policy tools used to reduce this inequality. Indeed, within the framework of the *Law No. 5102 on Granting Scholarships and Loans to Higher Education Students* and the relevant regulations, the *Higher Education Credit and Dormitories Institution* offers scholarships to successful and needy students without any repayment (Gençlik ve Spor Bakanlığı Kredi ve Yurtlar Genel Müdürlüğü, n.d.). Students experiencing financial difficulties often show lower academic performance and reduced graduation rates, which may also affect institutional reputation (Flores, 2014). In this context, public spending on education becomes an important policy tool to promote equal opportunities. However, the functionality of scholarship mechanisms is not limited solely to resource allocation; access to information, the efficiency of application processes, and the reliability of the system are also among the determining variables.

In the current structure, the dispersion of scholarship announcements across different platforms leads students to continue the process of becoming aware of these opportunities in a non-systematic manner, largely based on social networks and random information flow (Kaysılı, 2023). The obligation to fill out the form again for each scholarship application is a structural inefficiency that weakens application motivation. Digital tools offer an opportunity to address these problems through an integrated and more efficient system (Kına, 2025).

To address these challenges, this study proposes a mobile application for integrated scholarship management. The application integrates scholarship opportunities into a single digital platform, offering automatic criteria matching, single membership–multiple application functionality, and an Artificial Intelligence (AI)-based institution verification module. Verifying the websites declared by institutions through domain analysis, content integrity audits, and security scans creates a systematic layer of assurance against the increasing threat of fraudulent scholarship advertisements (European Union Agency for Cybersecurity, 2023). Therefore, this study presents an integrated model that improves scholarship processes through digital transformation and enhanced reliability.

2. Literature Review

In recent years, digital technologies have increasingly been integrated into education financing processes, leading to the emergence of scholarship information systems. Internationally, platforms such as Fastweb, Bold.org, and Scholly offer students access to numerous scholarship opportunities through a single point via extensive databases (Fastweb, n.d.; Bold, n.d.; Sallie, n.d.). Although these platforms provide comprehensive scholarship lists and user-friendly filtering options, application processes are largely based on redirection to external websites. Furthermore, the need for users to re-enter their information in each application is considered a structural limitation of these systems. In Turkey, Bursverenler.org is a noteworthy initiative offering a centralized pool of scholarship announcements, but it continues the same redirection-based application approach and leaves users with repetitive form-filling processes (Burs Verenler, n.d.). Bursumcepte.com is also among the local platforms that try to bring students and scholarship-providing institutions together, but it lacks personalized matching, an AI-supported recommendation mechanism, and an institution verification infrastructure (Bursum Cepte, n.d.).

These shortcomings are also reflected in user experience evaluations. The Microfon web application provides access to scholarship information but does not support in-platform applications. Instead, users are redirected to external platforms. This creates a fragmented experience and makes it difficult to track applications in an integrated manner (Microfon, n.d.). Tun AI is a globally used student guidance platform; however, it faces reliability issues due to technical malfunctions such as the faulty functioning of the scholarship finding function and the inability to generate system responses after basic user inputs (TUN AI, n.d.). The Obigenç mobile application, developed in Türkiye in collaboration with TEV (Turkish Education Foundation), aims to meet the financial and personal development needs of university students (Türk Eğitim Vakfı, n.d.). However, app store reviews and user feedback indicate that the platform is struggling with technical stability issues; file upload errors and long-standing system failures keep user satisfaction at a level of 2.1 out of 5. Table 1 summarizes the key features and limitations of existing scholarship platforms discussed in the literature.

Table 1. Comparison of Existing Scholarship Platforms (CL: Centralized Listing, PM: Personalized Matching, SA: Single Application, IV: Institutional Verification)

Platform	Scope	CL	PM	SA	IV	Technical Stability Issues	Main Limitation
Fastweb	Global	✓	✓	✗	✗	Not reported	External redirection and repeated applications
Bold.org	Global	✓	✓	✗	✗	Not reported	Repetitive form filling
Scholly	Global	✓	✓	✗	✗	Not reported	External application processes
Bursverenler.org	Türkiye	✓	✗	✗	✗	Not reported	Redirection-based application
Bursumcepte.com	Türkiye	✓	✗	✗	✗	Not reported	No AI-based recommendation
Microfon	Türkiye	✓	Partial	✗	✗	Not reported	No integrated application tracking
Tun AI	Global	✓	✓	✗	✗	✓	Reliability and functionality issues
Obigenç	Türkiye	✓	Partial	✗	✗	✓	Technical stability issues
Proposed Application	Türkiye	✓	✓	✓	✓	Not evaluated	Prototype Stage / No user-based evaluation

Previous studies indicate that the main weaknesses in existing scholarship platforms are concentrated around three limitations: information disorganization and up-to-dateness issues, repetitive application processes, and the lack of institutional verification. Research also shows that AI-based verification mechanisms can reduce trust issues in educational platforms (Leong et al., 2024; Ali & Lancon, 2024). In addition, digital financial aid studies indicate that systems allowing multiple applications through a single profile reduce application fatigue and improve accessibility (OECD, 2023). Since most scholarship platforms in Türkiye lack regular updates, institutional verification, and automatic matching capacity, an AI-supported integrated approach appears necessary to address these gaps both academically and practically.

3. Methodology

This study focuses on the development of an AI-powered mobile scholarship platform aimed at improving interaction between students and scholarship-providing institutions. The study was conducted using a systems development-based research approach. The development process consists of requirements analysis, system architecture design, integration of an AI-based validation module, and application development. This section presents the methodological framework of the developed system in detail.

Research Design and System Development Approach

This study adopts a design-based research approach. This approach is widely used in system development studies that involve developing and evaluating technological solutions to real-world problems. Accordingly, the study was carried out in four main stages:

- Requirements analysis
- Designing the system architecture
- Integration of artificial intelligence modules
- Mobile application development process

In the requirements analysis stage, existing scholarship platforms were examined, and user experience problems and system deficiencies were identified. As a result of this analysis, the scattered nature of scholarship information, repetitive application processes, and lack of institutional verification were identified

as the main problems. In line with these findings, a system was designed that allows multiple applications through a single platform and includes an institutional verification mechanism.

System Architecture

The developed platform consists of two main components: a student module and an institution module. The system architecture is designed as a layered structure comprising a mobile application interface, backend data management, and AI-based validation modules. The student module allows users to apply for multiple scholarships by creating a single profile. The institution module enables scholarship-providing organizations to create announcements, evaluate applications, and manage candidates. The system also uses an automated criteria matching algorithm to compare student profiles and scholarship criteria, suggesting suitable scholarships to the user. This architectural structure is designed modularly to increase the scalability of the system and facilitate data management. The system architecture of the application is shown in Figure 1.

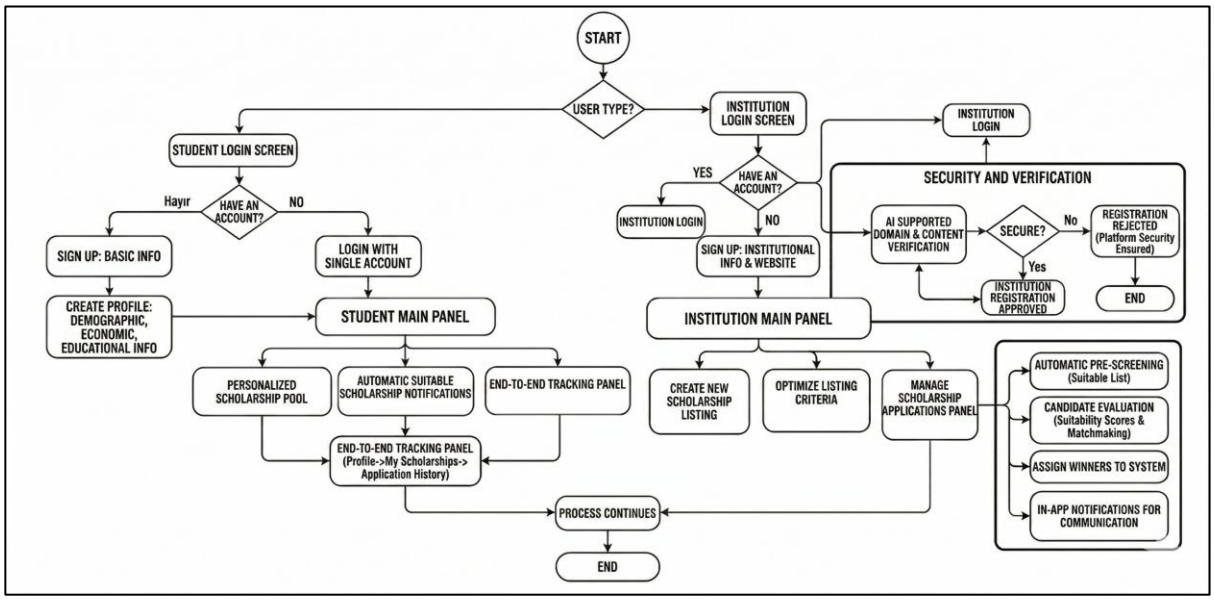


Figure 1. System architecture of the application

AI-Based Institution Verification Module

To enhance the platform's reliability, an AI-based verification module developed by Tanwar (Tanwar-12, n.d.), which analyzes the websites of scholarship-providing institutions, has been integrated into the system. In this context, it has been adapted to the platform architecture based on an open-source phishing website detection model.

The model classifies the reliability status of websites by analyzing URL structure and domain name features. Various features such as URL length, IP address usage, number of subdomains, HTTPS usage, domain age, and redirection structures are used in the model. These features enable websites to be categorized as legitimate, suspicious, or phishing.

The model in question was developed on a dataset (Eswar Chandra T, n.d.) containing more than 11,000 website URLs and trained using different classification algorithms such as support vector machines, decision trees, and random forests. The test accuracy rate of the model has been reported to be approximately 93% (Tanwar-12, n.d.).

In this study, the model was not retrained; the existing trained model was integrated into the system. During the registration process, the website address entered by the user is sent to the verification module, and the resulting classification is evaluated by the system. This creates an additional layer of security for organizations wishing to register on the platform.

Scholarship Matching Algorithm

A criteria-based matching algorithm has been designed to enable automatic matching between students and scholarship criteria on the developed platform. This algorithm compares students' demographic information, education level, income status, and other application criteria with scholarship requirements to determine suitable scholarships. During the matching process, students' profile data is compared with scholarship criteria, and suggestions are presented to the user based on their suitability. This approach allows students to access suitable scholarships faster, while also contributing to institutions' easier access to their target audience.

Application Development Environment

In order to create a user-friendly and platform-independent structure in the mobile application development process, the *Flutter* framework was chosen. *Firebase* infrastructure was used for data management and user authentication processes. User registration and login processes are carried out through *Firebase Authentication*, while student profiles, scholarship announcements, and application data are stored in the *Firestore* database. File upload operations are managed on *Firebase Storage*.

In addition, an AI-based authentication module was integrated into the system via a Python-based API. Thanks to this structure, data exchange between the mobile application and the AI module was enabled. Through this methodological approach, a reliable, scalable, and user-oriented scholarship platform was developed.

4. Application Design and Functionality

The mobile platform developed in this study aims to improve the interaction between students and scholarship-providing institutions through a centralized and reliable structure. Bringing scholarship access into a single application reduces information search costs and supports equal opportunities in education. The application consists of two main modules: the student module and the institution module.

Student Module

Students log in with a single account and complete their profile information only once. Repetitive form-filling processes increase cognitive load and create application fatigue, which negatively affects students' motivation and time management. The single-profile approach aims to reduce this burden. An example of the student interface is shown in Figure 2.

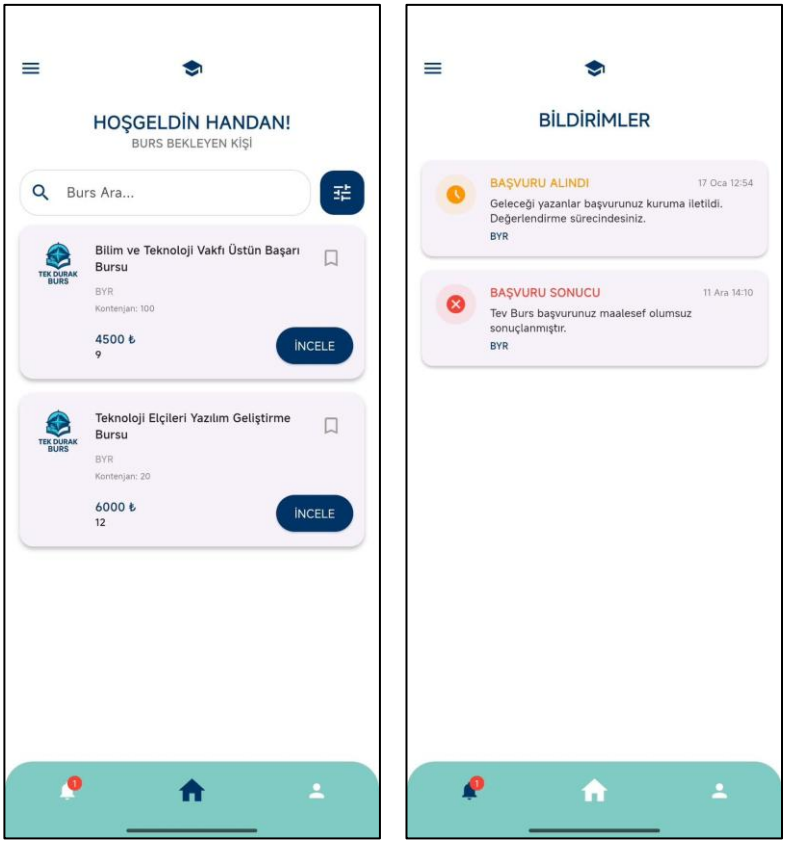


Figure 2. Sample screenshots of student interface

The student module includes four main functions:

- **Personalized scholarship pool:** The system filters scholarship announcements based on demographic and economic criteria.
- **In-app application:** Applications are completed within the platform without external redirection.
- **Automatic notifications:** Users are informed about new matching scholarships.
- **Application management panel:** Students track active and past applications in a single interface.

Institution Module

Scholarship-providing institutions register through an interface that includes identity verification and integrated management tools. An example of the institution dashboard is presented in Figure 3.

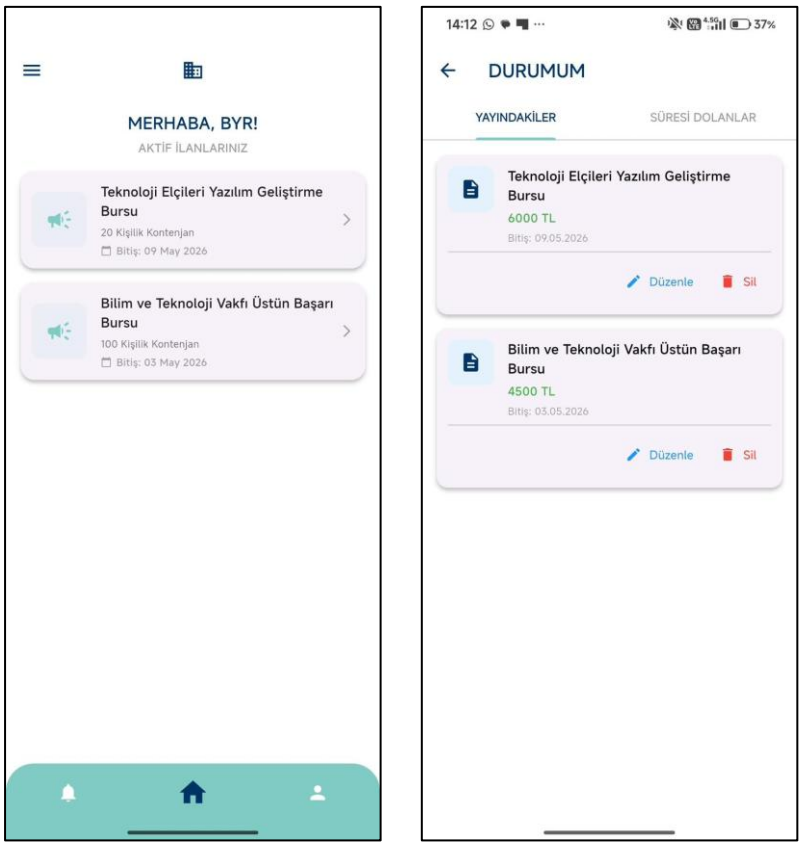


Figure 2. Sample screenshots of institution interface

The institution module includes four main components:

- **Automatic candidate matching:** Matching scores are calculated based on the number of satisfied criteria
- **Data-driven posting optimization:** Institutions can view suitability distribution.
- **Application management panel:** Application processes are managed in one interface.
- **AI-based institution verification:** Institutions are verified during registration.

Institutions declare their official websites during registration. After that, the system analyzes this URL based on parameters such as domain age, SSL validity, DNS consistency, and content-institution name compatibility. Registrations that fail to pass the verification are automatically rejected.

5. Conclusion and Recommendations

This study presents a mobile scholarship platform developed to address common problems in scholarship access, such as fragmented information, repetitive applications, and limited institutional verification. The platform allows students to apply to multiple scholarships using a single profile, which simplifies the process and reduces application fatigue. For institutions, candidate lists with matching scores support faster evaluation and more manageable application processes. Overall, the system aims to make scholarship access more accessible and organized.

The platform also includes an AI-based verification mechanism that analyzes institutional websites during registration. This step helps reduce unreliable or suspicious entries and improves trust within the platform. The results indicate that digital scholarship platforms can support equal access to educational opportunities. However, their effectiveness depends on keeping website content up to date, improving personalization, and ensuring institutional reliability.

Future work will focus on improving the existing matching approach. Although the proposed system currently employs a rule-based matching approach, future studies will explore machine learning-based recommendation models. These improvements aim to better capture user preferences and improve matching performance over time. The verification mechanism may also be extended by incorporating additional reliability signals and reputation-based analysis. In addition, blockchain-based verification methods could be explored to improve traceability.

The proposed system targets associate and undergraduate students. Future versions may expand the platform to include high school and graduate students. The inclusion of individual scholarship providers is also planned. Finally, improvements in system scalability and mobile performance will be considered in future development.

References

Ali, F., & Lancon, E. (2024). Educational Security Evolution: Blockchain, AI, and Quantum Cryptography Solutions. *ResearchGate Preprint*.

Bold.org. (n.d.). Bold.org. Retrieved May 22, 2026, from https://bold.org/

Burs Verenler. (n.d.). Burs Verenler. Retrieved May 22, 2026, from https://bursverenler.org/

Bursum Cepte. (n.d.). Bursum Cepte. Retrieved May 22, 2026, from https://www.bursumcepte.com/

Coleman, J. S. (1968). Equality of educational opportunity. *Integrated education*, *6*(5), 19-28.

Eswar Chandra T. (n.d.). Phishing Website Detector [Data set]. Kaggle. Retrieved May 22, 2026, from https://www.kaggle.com/datasets/eswarchandt/phishing-website-detector

European Union Agency for Cybersecurity. (2023). *ENISA threat landscape 2023*. Retrieved March 30, 2026, from https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2023

Fastweb. (n.d.). Fastweb. Retrieved May 22, 2026, from https://www.fastweb.com/

Flores, C. (2014). *First generation college student financial literacy: Impact of self-efficacy and behavior*. Washington State University.

Gençlik ve Spor Bakanlığı Kredi ve Yurtlar Genel Müdürlüğü. (n.d.). Kredi ve Yurtlar Genel Müdürlüğü. Retrieved May 22, 2026, from https://kygm.gsb.gov.tr/

Kaysılı, A. (2023). Eğitimde dijitalleşme olgusunun fırsat eşitliği bağlamında değerlendirilmesi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, *5*(3), 1421-1437.

Kına, E. (2025). Yapay zekânın multidisipliner alanlardaki uygulamaları. *Turkish Journal of Applied Sciences and Technology*, *6*(2), 165-186.

Leong, W. Y., Leong, Y. Z., & Leong, W. S. (2024, August). Artificial Intelligence-Driven Fraud Detection: Enhancing Security in Digital Age. In *International Conference on Knowledge Innovation and Invention* (pp. 65-78). Singapore: Springer Nature Singapore.

Microfon. (n.d.). Scholarship Opportunities. Retrieved May 22, 2026, from https://microfon.co/scholarship?pageNumber=6&pageSize=17

OECD. (2023). *Education at a Glance 2023: OECD indicators*. OECD Publishing.

Özer, M., Gençoğlu, C., & Suna, E. (2020). Türkiye'de eğitimde eşitsizlikleri azaltmak için uygulanan politikalar. *Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty*, *39*(2), 294-312.

Sallie Mae. (n.d.). Scholly Scholarships. Retrieved May 22, 2026, from https://www.sallie.com/scholarships/scholly

Tanwar-12. (n.d.). PHISHING-WEBSITE-DETECTION [GitHub repository]. GitHub. Retrieved May 22, 2026, from https://github.com/Tanwar-12/PHISHING-WEBSITE-DETECTION

TUN AI. (n.d.). TUN AI. Retrieved May 22, 2026, from https://tr.tun.com/ai/

Türk Eğitim Vakfı. (n.d.). obiGENÇ [Mobile application]. Google Play Store. Retrieved May 22, 2026, from https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tev.obigenc

AMBULANS VE ACİL BAKIM TEKNİKERİ OLARAK ÇALIŞANLARIN İŞ YÜKÜNÜN İNCELENMESİ

Sadık KARABAĞ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsi, Sağlık Kuruluşları Yöneticiliği, Sivas-Türkiye, ORCID: 0009-2844-2083

ÖZET

Bu çalışmanın amacı ambulans ve acil bakım hizmeti veren çalışanların (teknikerlerin) acil vakalara hizmet verdiklerinden dolayı yaşamış oldukları zorlukları ve tıbbi risklerini çalışan gözünden değerlendirilmesidir. Ambulans ve Acil Bakım Teknikerleri yaşam ile ölüm arasındaki ince çizgide saniyelerle yarışırken hem fiziksel hem de psikolojik engellerle mücadele etmektedirler. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır. Çalışmada sınırlılıklar meslekte en az 5 yıl tecrübeye sahip olmasına göre belirlenmiştir. Veriler, 3 kadın 2 erkek toplam 5 Ambulans ve Acil Bakım Teknikeri ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilmiştir. Toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle temalandırılmıştır. Çalışmada tespit etmiş olduğumuz temalar; Psikolojik ve ruhsal etki, Çalışma sistemi ve fiziksel etkiler, Operasyonel riskler ve hata faktörleri, Sistemsel sorunlar: Gereksiz kullanım ve Yenilikçi çözüm önerilerinden oluşmaktadır.

Katılımcılar travmatik vakalara maruz kalmanın anksiyete ve uyku bozukluklarına yol açtığını, zamanla duygusal duyarsızlaşma geliştiğini, psikolojik destek alma gereksinimi olabileceğini belirtmiştir. Yirmi dört saatlik nöbet sisteminin ağır olduğu ve nöbetin ilerleyen saatlerinde uykusuzluğun dikkat eksikliği ile yanlış müdahale gibi tıbbi hataları doğrudan artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ambulansların yol açtırma veya basit sağlık sorunları gibi gereksiz kullanımının acil vakalara ulaşım süresini uzattığını, personel üzerinde değersizlik hissi yarattığı ve motivasyonu düşürdüğü ifade edilmiştir. Katılımcılar; fiziksel iş yükünü hafifletecek taşıma ekipmanlarının tedarik edilmesi ve aciliyeti olmayan yeşil kodlu hastalar için caydırıcı ücretlendirme politikasının hayata geçirilmesini temel çözüm önerisi olarak vermişlerdir. Çalışanlar iş yükünü hafifletmek ve hasta güvenliğini sağlamak için mevcut çalışma saatlerinin iyileştirilmesi, teknolojik sistemlerin sürece entegre edilmesi ve toplumun acil servis kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ambulans ve Acil Bakım Teknikeri, İş Yükü, Tıbbi Hata, Psikolojik Dayanıklılık, 112 Acil Sağlık Hizmetleri.

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the difficulties and medical risks experienced by ambulance and emergency care technicians from their perspective, due to their involvement in emergency cases. Ambulance and emergency care technicians struggle with both physical and psychological obstacles while racing against the clock on the thin line between life and death. This study utilized a phenomenological design, a qualitative research method. The study's limitations were defined as having at least 5 years of experience in the profession. Data were obtained through interviews with a total of 5 ambulance and emergency care technicians (3 women and 2 men). The collected data were themed using content analysis. The themes identified in the study are: Psychological and mental impact, Work system and physical effects, Operational risks and error factors, Systemic problems: Unnecessary use, and Innovative solution suggestions. Participants stated that exposure to traumatic events leads to anxiety and sleep disorders; that emotional desensitization develops over time; and that there may be a need for psychological support. The study concluded that the 24-hour shift system is demanding, and that sleep deprivation in the later hours of the shift directly increases medical errors such as attention deficit and incorrect intervention. It was stated that unnecessary use of ambulances for things like clearing roads or minor health issues prolongs the response time to emergencies, creates feelings of worthlessness among staff, and lowers motivation. Participants suggested that the procurement of transport equipment to lighten physical workload and the implementation of a deterrent pricing policy for non-urgent, green-code patients should be key solutions. To alleviate workload and ensure patient safety, it was

recommended that current working hours be improved, technological systems be integrated into the process, and public awareness campaigns be conducted regarding the use of emergency services.

Keywords: Ambulance and Emergency Care Technician, Workload, Medical Error, Psychological Resilience, 112 Emergency Medical Services.

1. Giriş

Hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinde çalışan Ambulans ve Acil Bakım Teknikerleri sağlık sektörünün en önemli parçasıdır. Hastane öncesi müdahalede ani karar verme temel yaşam desteği sağlama gibi önemli müdahaleleri yapar. Aralıksız 7 gün 24 saat hizmet verirler. 24 saatlik nöbetlerin yol açtığı kronik uykusuzluk ve yoğun iş yükü, personelin psikolojik sağlığını yıpratırken; dikkat ve karar verme yetilerini zayıflatarak tıbbi hata riskini artırmakta ve hasta güvenliğini tehlikeye atmaktadır. (Bulut, 2016).

İş yükü kavramı ise belli bir zaman içerisinde standartlara uygun bir şekilde tamamlanması gereken iş miktarıdır. (Kuh, 2017). Çalışanlar üzerinde iş yükünü arttıran ve sistemin verimliliğini düşüren en temel sorunlardan biride Acil Çağrı Merkezine gelen gereksiz çağrılar ve asılsız ihbarlardır. Yapılan incelemeler sonucunda, ambulans başvurularının yaklaşık %40'ının acil olmayan taleplerden oluştuğu saptanmıştır. (Şimşek, Günaydın, & Gündüz, 2019).

Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin karşılaştığı saha zorlukları, yaşam kalitelerini doğrudan düşürmektedir. Bu iş yükü personel üzerinde stres, uyku düzensizliği, dikkat kaybından kaynaklı iş kazalarına, tıbbi hatalara ve hizmet kalitesinin azalmasına neden olur. Dolayısıyla çalışan sağlığını korumak hem hasta güvenliği hem de sağlık sisteminin sürdürülebilirliği için bir zorunluluktur. (Demirsoy & Uysal, 2025).

Çinar ve Kavlak'ın yaptıkları çalışma sonucunda taranan literatüre bakıldığında Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin iş doyumu düzeylerinin orta seviyede seyrettiği görülmektedir. Bu çalışma, artan iş yükü ve çalışma süresinin iş doyumunu negatif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca kadro yapısındaki farklılıkların doyum üzerinde etkili olduğu belirlenirken; örgütsel bağlılığın, iş doyumunu artıran temel bir motivasyonel faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Çinar & Kavlak, 2009)

Mevcut araştırmamda; Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin çalışma hayatında karşılaştıkları zorlukları ve mesleki tecrübelerini kendi anlatımlarıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Araştırma kapsamında; sürekli acil vakalara müdahale etmenin yarattığı psikolojik baskı, yoğun çalışma saatlerinin getirdiği bedensel ve ruhsal riskler ile gereksiz ambulans çağrılarının personel motivasyonu üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiştir. Ayrıca, bu faktörlerin tıbbi hata yapma riskini nasıl etkilediği, çalışanların deneyimleri üzerinden analiz edilmiştir. Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin iş yükünü azaltmaya yönelik uygulanabilir ve kalıcı çözüm önerileri sunulması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin deneyimlerini derinlemesine anlamak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır. Fenomenolojik çalışmalar, belirli bir fenomene ilişkin yaşanmış deneyimlerin bireyler için taşıdığı anlamları derinlemesine inceleyen nitel bir araştırma desenidir. Bu yaklaşımın temel amacı, bireysel tecrübelerin ötesine geçerek, söz konusu olgunun tüm katılımcılar tarafından paylaşılan ortak ve değişmez yapısını ortaya koymaktır. (KIRAL, 2021)

Çalışmaya, 27 ile 38 yaşları arasında değişen ve 8 ila 18 yıllık mesleki tecrübeye sahip olan, Sivas 112 Acil Sağlık Hizmetleri'nde aktif olarak görev yapan 5 Ambulans ve Acil Bakım Teknikeri gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların cinsiyet dağılımı 2 erkek ve 3 kadından oluşmaktadır. Katılımcı seçimi, uygunluk örneklemesi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu durum, bulguların genellenebilirliği açısından bir sınırlılık teşkil edebilir. Veriler, Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin deneyimleri, karşılaştıkları zorluklar ve çözüm önerilerine odaklanan yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Görüşmeler, katılımcıların uygun olduğu zamanlarda yüz yüze veya çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Görüşmede katılımcılara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

1. Acil vakalara sürekli maruz kalmak, Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin psikolojik dayanıklılığı üzerinde nasıl bir etki bırakmaktadır?

2. Uzun çalışma saatleri Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin fiziksel ve ruhsal sağlığını nasıl etkiler?

3. Acil durumlarda zaman baskısı, Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin mesleki performansını nasıl şekillendirir?

4. Gereksiz ambulans kullanımının, gerçek acil vakalara müdahale süresi ve personel motivasyonu üzerindeki etkisi nedir?

5. Yoğun iş temposu altında çalışan Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin hata yapma riski hangi durumlarda artmaktadır?

6. Gelecekte acil sağlık hizmetlerinde Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin iş yükünü hafifletmek için hangi yenilikçi uygulamalar geliştirilebilir?

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan mülakatlar nitel veri analizi sonucunda elde edilen temalar ve kodlar verilmiştir. Nitel analiz sonucunda "Psikolojik ve Ruhsal Etki, Çalışma Sistemi ve Fiziksel Etkiler, Operasyonel Riskler ve Hata Faktörleri, Sistemsel Sorunlar: Gereksiz Kullanım, Yenilikçi Çözüm Önerileri" olmak üzere 5 tema ortaya çıkmıştır.

Tablo 1. Temalar ve Kodlar

Temalar	Kodlar	Frekanslar
Psikolojik ve Ruhsal Etki	Tükenmişlik sendromu, anksiyete ve stres	5
	Duygusal duyarsızlaşma / Alışma	3
	Uyku bozuklukları ve uyku kalitesinde düşüş	2
	Sosyal izolasyon ve yaşam kalitesinde azalma	2
Çalışma Sistemi ve Fiziksel Etkiler	24 saatlik nöbet sistemi ve uykusuzluk	5
	Fiziksel yorgunluk ve enerji kaybı	3
	Sirkadyen ritim bozukluğu ve biyolojik saat karmaşası	2
	Dinlenme sürelerinin yetersizliği / 4 saatlik yasal hak	2
Operasyonel Riskler ve Hata Faktörleri	Yorgunluk ve uykusuzluğa bağlı dikkat eksikliği	5
	Zaman baskısı altında karar verme zorluğu	3
	Olay yerindeki dış uyaranlar ve müdahaleler	1
	İlaç benzerliği ve teknik ekipman eksikliği	1
Sistemsel Sorunlar: Gereksiz Kullanım	Gerçek acil vakalara müdahalede gecikme	5
	Mesleki doyumda azalma ve değersizlik hissi	4
	Bilinçsiz kullanım (Yol açtırma, boyun tutulması vb.)	2
Yenilikçi Çözüm Önerileri	Çağrı eleme ve triyaj sisteminin geliştirilmesi	4
	Yapay Zekâ ve Tele-Tıp uygulamaları	2

Psikolojik ve Ruhsal Etki Teması

Psikolojik ve Ruhsal Etki temasının kodları "Tükenmişlik sendromu, anksiyete ve stres, Duygusal duyarsızlaşma / Alışma, Uyku bozuklukları ve uyku kalitesinde düşüş, Sosyal izolasyon ve yaşam kalitesinde azalma" şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

K1: Bir yandan yüksek düzeyde duygusal yorgunluk ve tükenmişlik riski oluştururken, diğer yandan deneyim sahibi oldukça duygusal duyarsızlaşma veya başa çıkma becerilerinin gelişmesiyle mecburi bir psikolojik direnç geliştirmelerine sebep olmaktadır.

K3: Vakayı gördükten sonra belki olay anında soğukkanlı kalabiliriz ama sonrasında bu vakanın komplike görüntüsünü üzerimizden atmamız belki bir hafta alabilir, belki daha uzun da sürebilir.

K4: Günümüz stres kaynaklı oluşan en temel hastalık iş yaşamındaki tükenmişlik sendromudur.

Çalışma Sistemi ve Fiziksel Etkiler Teması

Çalışma Sistemi ve Fiziksel Etkiler temasının kodları; "24 saatlik nöbet sistemi ve uykusuzluk, Fiziksel yorgunluk ve enerji kaybı, Sirkadyen ritim bozukluğu ve biyolojik saat karmaşası, Dinlenme sürelerinin yetersizliği / 4 saatlik yasal hak" şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

K2: Uzun çalışma saatleri sonucunda uykusuzluk ve yorgunluk ile beraber aşırı gerginlik hissediyorum nöbetin ilerleyen saatlerinde daha gergin birine dönüşebiliyorum.

K3: 24 saat uykusuz bir kişi. Vakaya müdahale kalitesinin de düşeceğini düşünüyorum.

K4: Sirkadyen ritim olarak adlandırılan vücudumuzun 24 saatlik döngüde fiziksel, zihinsel ve davranışsal değişiklikleri düzenleyen doğal iç saatimiz olumsuz etkilenerek aşırı yorgun ve güçsüz düşürmektedir.

Operasyonel Riskler ve Hata Faktörleri Teması

Operasyonel Riskler ve Hata Faktörleri temasının kodları "Yorgunluk ve uykusuzluğa bağlı dikkat eksikliği, Zaman baskısı altında karar verme zorluğu, Olay yerindeki dış uyaranlar ve müdahaleler, İlaç benzerliği ve teknik ekipman eksikliği" şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

K1: Hem psikolojik hem fiziksel yorgunluğa maruz kalmasıyla. ön tanısı hakkında fikir sahibi olabileceği bir noktayı kaçırmasına sebep olurken fiziksel yorgunluğu efektif müdahaleyi zor hale getirir.

K4: İlaçların dış yüzeyinin birbirine benzemesi hata yapma riskini artırmaktadır.

K5: Eğitim ve tecrübesizlik buna eklenince daha fazla hata yapılabilir.

Sistemsel Sorunlar: Gereksiz Kullanım Teması

Sistemsel Sorunlar: Gereksiz Kullanım temasının kodları "Gerçek acil vakalara müdahalede gecikme, Mesleki doyumda azalma ve değersizlik hissi, Bilinçsiz kullanım (Yol açtırma, boyun tutulması vb.)" şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

K2: Gereksiz ambulans kullanımı motivasyonumu düşürüyor mesleki olarak değersiz hissetmeme sebep oluyor.

K3: İnsanlar hasta değil, sadece yolları açılsın diye bile 112'yi arayabiliyor. O anda insan hayatının ne kadar değersiz olduğunu düşünüyor.

K5: Personel ise gerçekten işini yapamadığını hissettiği için kendini değersiz hisseder ve motivasyonu düşer.

Yenilikçi Çözüm Önerileri Teması

Yenilikçi Çözüm Önerileri temasının kodları "Çağrı eleme ve triyaj sisteminin geliştirilmesi, Yapay Zekâ ve Tele-Tıp uygulamaları", şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

K3: Vaka alınır, hastaneye getirilir, yeşil kod olduğuna doktor muayenesi sonrası karar verilir. Doktor muayenesi sonrası hasta yeşil kod denilirse bu kişiye SGK'dan bir ücret çıkabilir.

K5: Yapay Zekâ destekli acil sağlık hizmetleri yöntemine geçilmelidir. Yapay zekâ destekli sistemleri Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin sahada daha hızlı teşhis koyup, hızlı karar vermelerini sağlar.

4. Sonuç ve Öneriler

Acil sağlık hizmetlerinde görev yapan Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin, mesleklerinin doğası gereği hem fiziksel hem de psikolojik açıdan yoğun bir baskı altındadır. Bu çalışma, Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerin tükenmişlik sendromu, anksiyete, uyku bozuklukları gibi psikolojik zorluklar yaşadığını, 24

saatlik nöbet sisteminin tıbbi hata riskini artırdığını ve gereksiz çağrıların mesleki doyumlarını azalttığını açıkça ortaya koymuştur. Bu sorunların çözümüne yönelik olarak teknolojik yeniliklerin yapay zekâ entegrasyonu, ergonomik ekipmanların yaygınlaştırılması, çağrı eleme ve triyaj sistemlerinin güçlendirilmesi ile toplumsal bilincin artırılması kritik öneme sahiptir. Ayrıca, gereksiz kullanımın önüne geçmek için idari ve caydırıcı ücretlendirme politikaları da değerlendirilebilir.

Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinin çalışma koşullarının iyileştirilmesi, sadece onların yaşam kalitesini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda hasta güvenliğini ve acil sağlık hizmetlerinin genel kalitesini de yükseltecektir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, bu alandaki çözüm önerilerini pilot uygulamalarla desteklemesi ve uzun vadeli etkilerini değerlendirmesi önem taşımaktadır.

5. Teşekkür

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve raporlanması süreçlerinde değerli vaktini ayırarak engin bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, akademik rehberliğini ve desteğini esirgemeyen kıymetli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Zafer YILDIZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.Ayrıca, yoğun iş tempoları ve zorlu çalışma koşulları altında kıymetli vakitlerini ayırarak araştırmama katılan, samimi yanıtları ve saha deneyimleriyle çalışmamın temelini oluşturan tüm Ambulans ve Acil Bakım Teknikeri meslektaşlarıma; akademik çalışmalara sağladıkları bu değerli katkı ve gösterdikleri özveri için şükranlarımı sunarım.

Kaynakça

Bulut, A. (2016). *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü*. 05 02, 2026 tarihinde 112 Acil Durum Ambulanslarında İSG Risklerinin Tespiti ve İSG Rehberi: https://www.csgb.gov.tr/ adresinden alındı

Çinar, İ., & Kavlak, O. (2009). İzmir İlinde Çalışan Ambulans ve Acil Bakım Teknikerlerinde İş Doyumunun ve Buna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, 33-37. 2026 tarihinde alındı

Demirsoy, M., & Uysal, İ. (2025, ağustos). Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmeti Sunan Sağlık Personellerinin İş Yükü Ve Yaşam Kaliteleri Arasındaki İlişki. *Dergipark Akademik, 10*(2), 161-181. mayıs 2, 2026 tarihinde alındı

KIRAL, B. (2021). Nitel Araştırmada Fenomenoloji Deseni: Türleri ve Araştırma Süreci. *jred*, 92-103.

Kuh, M. (2017). Denizli İli Acil Sağlık Hizmetleri Çalışanlarında İş Yükü kontrolü, İşe Yabancılaşma Ve Tükenmişlik Sendromu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. DENİZLİ. 05 02, 2016 tarihinde alındı

Şimşek, P., Günaydın, M., & Gündüz, A. (2019). Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri: Türkiye Örneği. *Dergipark, 8*(1), 120-127. 05 01, 2026 tarihinde alındı

SAĞLIK HİZMETLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: DİJİTAL EMPATİ KAVRAMININ İNCELENMESİ

Gökçe KOÇYİĞİT

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Kuruluşları Yöneticiliği, Sivas-Türkiye, ORCID: 0009-0007-9954-1729

ÖZET

Bu çalışmanın amacı dijital dönüşümle birlikte değişen empati kavramını incelemektir. Dijital dönüşümle birlikte iletişim biçimlerinin değiştiği günümüzde empati kavramının fiziksel sınırları aşarak dijital boyuta taşınması dijital empati kavramını ortaya çıkarmaktadır. Sağlık hizmetlerinin de dijitalleşmesiyle sağlık çalışanı – hasta arasındaki empati yavaş yavaş yerini dijital empatiye bırakmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımıyla ''Sadece hastalık veya sakatlığın olmayışı değil, bedensel, ruhsal (zihinsel) ve sosyal yönlerden tam bir iyilik halidir.'' diye tanımlanan hastalık hali, hastaların bu süreçte empatiye daha fazla ihtiyaç duymasını sağlık sektöründe dijital empati kavramının önemini artırmaktadır. Sağlık hizmetleri kapsamında dijital empatinin, hasta odaklı bakımın güçlendirilmesi, hasta sonuçlarının iyileştirilmesi ve tele-tıp uygulamalarının etkinliğinin artırılması açısından önemlidir. Empatinin değişmemesi ifade biçiminin değişmesi bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Bunlardan bazıları yazılı iletişimdeki sınırlılık, teknolojik kısıtlar, yanlış anlama riski kültürel farklılıklardır.

Doküman analizi yapılarak hazırlanan bu çalışmada uluslararası toplam 6 çalışma incelenmiş olup; bu çalışmaların sonuç bölümleri içerik analizi yöntemiyle temalandırılmıştır. Çalışmada toplamda 8 tema tespit edilmiş olup bunlar; Dijital empatinin tanımı ve doğası, dijital ortamda empati zorlukları, sağlık hizmetlerinde dijital empati, eğitim ve gelişim süreçleri, teknoloji ve yapay zekâ etkisi, empatiyi geliştirme yaklaşımları, gelecek ve dönüşüm, kurumsal ve mesleki etkilerden oluşmaktadır. Elde edilen bulgular sonucunda empatinin insani bir gereklilik olduğunu göstermektedir. Dijital dönüşümümle birlikte empati ihtiyacının devam ettiği ve gelecek teknolojilerin insan merkezli ve empati odaklı olması gerektiği değerlendirilmektedir. Ancak duygusal bağlamda yetersiz kalacağına da dikkat çekilmiştir. Dijital empatinin geliştirilmesi için dijital empati eğitimlerinin verilmesi ve kullanıcıların deneyimlendirilmesi ayrıca daha insan merkezli teknolojilerin geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca dijital empati çalışan memnuniyetini artırarak personel refahını ve kurumların başarısını da olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sağlık hizmetleri, dijital empati, dijital dönüşüm

ABSTRACT

This study examines the transformation of empathy in the context of digitalization. As communication practices evolve through digital transformation, empathy has extended beyond physical interaction and entered a digital dimension, giving rise to the concept of digital empathy. With the digitalization of healthcare services, empathy in the relationship between healthcare professionals and patients is gradually shifting toward digitally mediated forms. According to the World Health Organization, health is defined not merely as the absence of disease or disability, but as a state of complete physical, mental, and social well-being. This understanding highlights the increasing importance of empathy in healthcare, particularly during illness, and underscores the significance of digital empathy in patient care. Within healthcare services, digital empathy is essential for strengthening patient-centered care, improving patient outcomes, and enhancing the effectiveness of telemedicine practices. Although empathy itself remains unchanged, its mode of expression has transformed, bringing several challenges. These include the limitations of written communication, technological constraints, the risk of misunderstanding, and cultural differences. This study was conducted using a document analysis method and examined six international studies. The findings sections of these studies were analyzed and themed using content analysis. A total of eight themes were identified: the definition and nature of digital empathy, challenges of empathy in digital environments, digital empathy in healthcare, education and development processes, the impact of technology and artificial intelligence, approaches to enhancing empathy, future and transformation, and institutional and professional effects.

The findings demonstrate that empathy remains a fundamental human necessity. Despite digital transformation, the need for empathy persists, and future technologies should be designed with a human-centered and empathy-oriented approach. However, digital empathy may remain limited in emotional depth. The study recommends digital empathy training, experiential user-oriented practices, and the development of more human-centered technologies. Furthermore, digital empathy was found to increase employee satisfaction, improve staff well-being, and positively influence institutional success.

Keywords: Healthcare, digital empathy, digital transformation

1. Giriş

Hayatımızın her alanına hızlıca entegre olan dijital dönüşüm sağlık hizmetlerinde de kaçınılmaz bir süreç olmuştur. Sağlık hizmetlerinin sadece sunum biçimini değil, sağlık çalışanı–hasta iletişimini ve empati anlayışını da değiştirmiştir. Özellikle tele-tıp uygulamaları yapay zeka destekli sistemlerin yaygınlaşması empatiyi fiziksel ortamdan dijital ortama taşımıştır. Dijital dönüşümle birlikte empati kavramı artık ‘’dijital empati’’ olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijital empati kavramını ilk olarak 2016 yılında Yonty Friesem tarafından tanımlanmıştır (Rabe, 2025). Friesem’e göre dijital empati geleneksel empatinin genişletilerek dijital ortama aktarılması olarak ele almaktadır (Friesem, 2016). Terry & Cain (2016) Dijital empatiyi ‘bilgisayar aracılı iletişim yoluyla ifade edilen, başkalarına karşı duyulan endişe ve şefkat gibi geleneksel empatik özellikler’ olarak tanımlamıştır (Terry & Cain, 2016).

Bireylerin empatiye en çok ihtiyaç duydukları hizmet alanlarından başında sağlık hizmetleri gelmektedir. Sağlık çalışanlarının empatik yaklaşımı hastaların duygularını düşüncelerini anlayabilmesi hasta memnuniyetine katkı sağlar ve tıbbi uygulama hatalarına karşı açılan davaları azaltabilir (Terry & Cain, 2016).

Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi sağlık hizmeti sunumunun erişimini ve verimliğini artırırken empati kavramının dijital ortama geçmesi bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir (Abou Hashish, 2025). Yüz yüze iletişimde göz teması, ses tonu ve mimikler empatiyi tamamlarken dijital ortamda bu unsurların olmayışı empatiyi zorlaştırabilmektedir.

Bu doğrultuda dijital dönüşüm süreciyle birlikte sağlık hizmetleri açısından değişen empati kavramının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışma dijital dönüşüm süreciyle birlikte değişen empati kavramının önemini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

2. Yöntem

Bu çalışma, dijital dönüşüm sürecinde değişen empati kavramını incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemiyle yapılmıştır. Araştırmada veri toplama yöntemi olarak doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda uluslararası literatürde yer alan ve dijital empati, dijital dönüşüm, ve sağlık hizmetlerinde empati konularını ele alan altı adet bilimsel çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalar:

- Fotis(2025),
- Amy Grech, vd.(2020),
- Abou Hashish(2025),
- Luetke Lanfer vd.(2024),
- Rabe (2025),
- Teryy & Cain(2016) ‘dir.

Çalışma kapsamında incelenen makaleler, güncel ve konu ile doğrudan ilişkili makaleler arasından belirlenmiştir. Elde edilen veriler, makalelerin özellikle sonuç ve tartışma kısımları üzerinden değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen temalar ‘Dijital empatinin tanımı ve doğası, dijital ortamda empati zorlukları, sağlık hizmetlerinde dijital empati, eğitim ve gelişim süreçleri, teknoloji ve yapay zekâ etkisi, empatiyi geliştirme yaklaşımları, gelecek ve dönüşüm, kurumsal ve mesleki etkiler’ başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Her bir tema altında yer alan kodların frekansları belirlenerek bulgular sistematik bir şekilde tablo haline getirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Tema	Kodlar	Frekans
Dijital Empatinin Tanımı ve Doğası	Empati değişmez ama biçimi değişir	5
	Dijital ortamda empati	
	Otantiklik	
	Duygusal düzenleme	
	Bakış açısı alma	
Dijital Ortamda Empati Zorlukları	Sözsüz ipuçlarının yokluğu	6
	Yazılı iletişimin sınırlılığı	
	Yanlış anlama riski	
	Teknolojik kısıtlar	
	Kültürel farklılıklar	
Sağlık Hizmetlerinde Dijital Empati	Hasta merkezli bakım	6
	Hasta Sonuçlarını iyileştirme	
	Tele-tıp uygulamaları	
	Hemşirelik rolü	
Eğitim ve Gelişim Süreçleri	Empati eğitimi	4
	Öz-yansıtma	
	İletişim becerileri eğitimi	
	Dijital yeterlilik	
Teknoloji ve Yapay Zeka Etkisi	Yapay zekanın sınırlılıkları	4
	Empatik olmayan yanıtlar	
	Dijital araçların rolü	
Empatiyi Geliştirme Süreçleri	Sanal Gerçeklik	4
	Empatik tasarım	
	Kullanıcı deneyimi	
	Kapsayıcılık	
Gelecek ve Dönüşüm	Dijital sağlık dönüşümü	5
	Empati ihtiyacının devamı	
	Yeni nesil uygulamalar	
Kurumsal ve Mesleki Etkiler	İş doyumu	3
	Personel refahı	
	Kurumsal başarı	

Dijital Empatinin Tanımı ve Doğası Teması

Dijital Empatinin Tanımı ve Doğası Teması kodları ‘’Empati değişmez ama biçimi değişir’’, ‘’ Dijital ortamda empati’’, ‘’ Otantiklik’’, ‘’ Duygusal düzenleme’’ ve ‘’ Bakış açısı alma’’ şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D4: Dijital empatiyi ‘’dijital ortamlarda otantik bağlantılar kurma, başkalarını anlama ve onlara düşünceli bir şekilde yanıt verme kapasitesi’’ olarak tanımlar ve bunun otantiklik, duygusal düzenleme ve bakış açısı alma niteliklerine dayandığını belirtir(Rabe, 2023).

D3: ‘’Özünde empati asla değişmeyecektir; ancak empatinin ifade edilme biçimi, doğal olarak evrim geçirmektedir’’ diyerek tablodaki ‘’biçim değişir’’ kodunu destekler (Terry & Cain, 2016).

Dijital Ortamda Empati Zorlukları Teması

Dijital Ortamda Empati Zorlukları Teması kodları '' Sözsüz ipuçlarının yokluğu'', '' Yazılı iletişimin sınırlılığı'', '' Yanlış anlama riski'', '' Teknolojik kısıtlar'', '' Kültürel farklılıklar'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D4:''Sözsüz ipuçlarının yokluğu ve canlı sohbetlerde yazılı iletişime olan bağımlılık'' gibi unsurların empatinin doğru iletilmesini engelleyebileceğini belirtir (Luetke Lanfer ve ark., 2022).

D5: Dijital empatinin önünde ölçüm sınırlamaları, kültürel farklılıklar ve teknolojik kısıtlamalar gibi zorlukların olduğunu ifade eder (Abou Hashish, 2022).

Sağlık Hizmetlerinde Dijital Empati Teması

Sağlık Hizmetlerinde Dijital Empati Teması kodları '' Hasta merkezli bakım'', '' Hasta Sonuçlarını iyileştirme'', '' Tele-tıp uygulamaları'', '' Hemşirelik rolü'' şekilde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D1: hemşirelerin ''etik uygulamayı savunarak ve hasta merkezli tasarımı destekleyerek'' dijital dönüşüme öncülük edebileceğini belirtir (Fotis, 2023).

D5: Dijital empatinin ''tele-tıp hemşirelik uygulamasını ilerletmek için hayati bir çerçeve'' olduğunu vurgular (Abou Hashish, 2022).

Eğitim ve Gelişim Süreçleri Teması

Eğitim ve Gelişim Süreçleri Teması kodları '' Empati eğitimi'', '' Öz-yansıtma'', '' İletişim becerileri eğitimi'', '' Dijital yeterlilik'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D1: Hemşirelerin ''dijital odaklı müfredatlarla iyi bir eğitim ve öğretim almalarının önemine değinir (Fotis, 2023).

D2: Empati öğretiminin ''öz yansıtma egzersizleri ve iletişim becerileri eğitimi'' yoluyla başarıyla gerçekleştirilebileceğini savunur (Rabe, 2023).

Teknoloji ve Yapay Zeka Etkisi Teması

Teknoloji ve Yapay Zeka Etkisi Teması kodları '' Yapay zekanın sınırlılıkları'', '' Empatik olmayan yanıtlar'', ve '' Dijital araçların rolü'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D4: ''Empatik iletişimi taklit etmek üzere eğitilmiş yapay zeka teknolojileri'' karşısında empati anlayışıızın gelişmesi gerektiğini belirtir(Luetke Lanfer ve ark., 2022).

D2: ''yapay zeka yanıtları özgünlükten yoksun olabilir'' ve hastanın bakış açısını dikkate almayabilir uyarısında bulunur(Rabe, 2023).

Empatiyi Geliştirme Süreçleri Teması

Empatiyi Geliştirme Süreçleri Teması kodları '' Sanal Gerçeklik'', '' Empatik tasarım'' ve '' Kullanıcı deneyimi'', ''Kapsayıcılık'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D6: Sanal gerçeklikte empatiyi analiz etmek için ''Dijital Empatik Tasarım yolculuğu'' ve ''Empatik Güçlendirme Ölçeği'' gibi somut yöntemler sunar(Grech ve ark., 2022).

Gelecek ve Dönüşüm Teması

Gelecek ve Dönüşüm Teması kodları '' Dijital Sağlık dönüşümü'', '' Empati ihtiyacının devamı'' ve '' Yeni nesil uygulamalar'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D6: Bu araştırmaların '' yeni nesil hasta merkezli sağlık uygulamalarının geliştirilmesine doğru önemli bir adım'' olduğunu belirtir(Grech ve ark., 2022).

Kurumsal ve Mesleki Etkiler Teması

Kurumsal ve Mesleki Etkiler Teması kodları '' İş doyumu'', '' Personel refahı'' ve '' Kurumsal başarı'' şeklinde belirlenmiştir. Bu kodlara yönelik bazı ifadeler şu şekildedir:

D5: Dijital empatinin entegre edilmesinin ''personel refahını teşvik edebileceği ve kurumsal başarıya katkıda bulunabileceği'' sonucuna varır(Abou Hashish, 2022).

4. Sonuç

Sonuç olarak sağlık hizmetlerinde dijital dönüşüm süreci hasta – sağlık çalışanı arasında önemli değişikliklere yol açmıştır. Bilgiye erişim kolaylaşmış, hizmet sunumu hızlanmıştır. Empati kavramı yeniden şekillenmiş, dijital dönüşüm süreciyle birlikte dijital empati kavramı önem kazanmıştır. Tele-tıp uygulamaları yapay zeka destekli sistemler ve dijital sağlık sistemlerinin yaygınlaşması dijital empati kavramının önemini artırmıştır. Empatinin dijital dönüşüm süreciyle birlikte sözsüz dijital ortamda sürdürülmesi empatiyi zorlaştırmaktadır. Dijital empati kavramı hasta memnuniyetinin artırılması sağlık sunumunun iyileştirilmesi ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir kavramdır. Bu nedenle dijital empati geliştirilmesi gereken bir süreçtir.

5. Öneri

Kurum içi dijital empati dijital iletişim eğitimleri verilmelidir.

Sağlık alanında eğitim alan öğrencilerin müfredatına dijital empati ve dijital iletişimi geliştirecek zorunlu eğitimler verilmelidir.

Hasta odaklı veri tabanları geliştirilmelidir

Dijital empatiyi ölçmek adına daha fazla uygulama ve ölçek geliştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Dijital sağlık sistemleri oluşturulurken hasta psikolojisi ve kullanıcı deneyimi dikkate alınmalıdır.

Dijital okur yazarlık eğitimlerine ağırlık verilmelidir

6. Teşekkür

Bu çalışmanın her aşamasında desteğini ve emeğini esirgemeyen, sabrı ve anlayışıyla yanımda olan; bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren çalışmanın ortaya çıkmasına büyük katkı sağlayan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Zafer YILDIZ'a gönülden ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

Abou Hashish, E. A. (2025). Compassion through technology: Digital empathy concept analysis and implications in nursing. *Digital Health*, *11,* 1-14. https://doi.org/10.1177/20552076251326221

Friesem, Y. (2016). Developing digital *empathy: A holistic approach to media literacy research methods. In M.N. Yıldız & J. Keengwe (Ed.), Handbook of research on media literacy in the digital age* içinde (ss. 145-160). IGI Global.

Fotis, T. (2025). Reimagining empathy in the digital era. *Journal of PeriAnesthesia Nursing, 40(5),* 1401-1403. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2025.07.014

Grech, A., Wodehouse, A., & Brisco, R. (2024). Digital Empathic healthcare: Designing virtual interactions for human-centered experiences. M. Sarestöniemi vd. (Ed.), *Digital Health and Wireless Solutions: NCDHWS 2024, CCIS 2083* içinde (ss.191-206). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-59080-1_14

Luetke Lanfer, H., Reifegerste, D., Weber, W., Memenga, P., Baumann, E., Geulen, J., Klein, S., Müller, A., Hahne, A., & Weg-Remers, S. (2024). Digital clinical empathy in a live chat: Multiple findings from a formative qualitative stuudy and usability tests. *BMC Health Services Research, 24,* Makale 314. https://doi.org/10.1186/s12913-024-10785-8

Rabe, C. (2025). Integrating digital empatgy in nursing education to improve patient outcomes in a digital world: A Walker and Avant conceptual analysis. Nursing Forum, 2025(1) Makale 4688531. https://doi.org/10.1155/nuf/4688531

Terry, C., & Cain, J. (2016). The emerging issue of digital empathy. *American Journal of Pharmaceutical Education, 80(4)*, Makale 58. https://doi.org/10.5688/ajpe80458

SAĞLIK KURUMLARINDA KAYNAK KULLANIMI VE ÇALIŞAN MEMNUNIYETININ İNCELENMESI

Gülhan FIRAT AKBULUT

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sağlık Kuruluşları Yöneticiliği, Sivas-Türkiye, ORCID: 0009-0009-3008-3656

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; sağlık kurumlarında kaynak kullanımı ile çalışan memnuniyeti arasındaki ilişkiyi nitel veri analizi yöntemi kullanarak incelemektir. Sağlık kurumları; kısıtlı kaynaklar ile artan sağlık talepleri arasında denge kurmaya çalışan çok boyutlu, karmaşık, dinamizmi yüksek örgütsel yapılardır. Denge sürecinin kritik unsurlarından biri, sağlık çalışanlarının memnuniyetidir. Bu kapsamda; Aiken (2012), Kovner (2016), Blegen (2019), Ulrich (2020) gibi isimlerin makaleleri nitel veri analizi yöntemiyle incelenmiştir. Dört akademik çalışma üzerinde yapılan analiz sonucunda 4 ana tema ve bu temalara ait 15 kod belirlenmiştir. Temalar sırasıyla; İnsan Kaynakları ve Eğitim, Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti, Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği, Sağlık Politikaları ve Kaynak Yönetimidir. Bu temalara bağlı en çok tekrar eden kodlar ise Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı (4), İş Tatmini/Memnuniyet (7), Hasta Bakım Kalitesi/Algısı (5) ve Kaynak Tahsisi ve Dağıtımı (4)'dır. Bu inceleme ile, sağlık kurumlarında insan kaynağı, malzeme, tıbbi teknoloji, finansal kaynaklar ve zaman gibi kritik unsurların etkin yönetiminin hem hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği hem de çalışan performansı açısından belirleyici bir faktör olduğu görülmüştür. Akademik çalışmalar üzerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgular, etkin kaynak yönetiminin çalışanların iş yükünü azalttığını, stres düzeyini düşürdüğünü ve tükenmişliğini azalttığını göstermektedir. Buna karşılık, kaynak yetersizliği, ekipman eksikliği ve personel yetersizliği çalışan memnuniyetini olumsuz etkileyen başlıca unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Nitel veri analizi yöntemiyle yapılan bu çalışmanın bulguları, sağlık kurumlarında kaynak kullanımının çalışan memnuniyeti ile güçlü bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Kurum bu kaynakları tehdit ettiğinde (kaynak yetersizliği, aşırı iş yükü vb.) memnuniyet oranının düştüğü görülmektedir. Sonuç olarak, kaynakların sadece niceliksel varlığının yeterli olmadığı, bu kaynakların destekleyici bir çalışma ortamı içerisinde adil dağıtımının çalışan memnuniyeti için temel şart olduğu saptanmıştır. Ayrıca sağlık kurumlarının, çalışan memnuniyetini artırmak için insan gücü planlamasını, malzeme tedarik süreçlerini ve organizasyonel yönetim stratejilerini iyileştirmeleri gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak Kullanımı, Çalışan Memnuniyeti, Sağlık Yönetimi, Örgütsel Verimlilik, Nitel Veri Analizi

1. Giriş

Bu çalışmanın amacı; sağlık kurumlarında kaynak kullanımı ile çalışan memnuniyeti arasındaki ilişkiyi, alanda kabul görmüş temel akademik eserleri nitel veri analizi yöntemiyle inceleyerek ortaya koymaktır.

Sağlık kurumları; teknolojik gelişmelerin hızla yaşandığı, etik ikilemlerin sıkça görüldüğü ve kısıtlı kaynaklar ile sürekli artan sağlık talepleri arasında denge kurulmaya çalışıldığı son derece karmaşık, dinamik ve çok boyutlu örgütsel yapılardır. Ayrıca, insan yaşamını doğrudan etkileyen hizmetlerin üretildiği, yüksek düzeyde koordinasyon ve etkin kaynak yönetimi gerektiren yapılardır. Bu kurumlarda hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği, yalnızca teknolojik altyapı ve finansal kaynaklara değil, aynı zamanda insan kaynağının etkin kullanımına bağlıdır (Peter Drucker, 1993). Özellikle sağlık çalışanlarının iş yükü, çalışma koşulları ve kurumsal destek algısı hem bireysel performanslarını hem de sunulan hizmetin kalitesini doğrudan etkilemektedir (Linda H. Aiken et al., 2002). Bu kurumların temel amacı nitelikli ve sürdürülebilir bir sağlık hizmeti sunmak olsa da bu amaca ulaşılması büyük ölçüde eldeki kaynakların ne kadar etkin ve verimli yönetildiği ile doğrudan ilişkilidir. Sağlık yönetiminde "kaynak" kavramı; finansal bütçe ve tıbbi teknolojiden ziyade, hizmetin asıl yürütücüsü olan insan kaynağını, tıbbi malzemeleri, fiziksel çalışma alanlarını ve en kritik unsurlardan biri olan zamanı kapsamaktadır.

Modern sağlık sistemlerinde kaynak yönetimi, sadece operasyonel bir süreç değil, aynı zamanda çalışan psikolojisi ve örgütsel bağlılık üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Alan yazındaki çalışmalar; sağlık

çalışanlarının, özellikle de hemşire ve hekimlerin, görevlerini layıkıyla yerine getirebilmek için ihtiyaç duydukları kaynaklara (personel desteği, uygun ekipman, yeterli süre vb.) ulaşamadıklarında "moral distress" (ahlaki yıpranma) ve tükenmişlik yaşadıklarını göstermektedir. Bu bağlamda, Aiken (2012) ve Blegen (2019) gibi araştırmacıların vurguladığı üzere, yetersiz personel sayısı ve dengesiz kaynak dağılımı, sadece hasta güvenliğini tehlikeye atmakla kalmamakta, aynı zamanda çalışanların iş doyumunu dramatik bir şekilde düşürmektedir.

Sağlık kurumlarında çalışan memnuniyeti; iş gücü devir hızının azaltılması, hasta bakım kalitesinin artırılması ve örgütsel verimliliğin sağlanması açısından stratejik bir öneme sahiptir. Çalışanların sundukları hizmetin kalitesine dair algıları, doğrudan kurumun onlara sunduğu çalışma ortamı ve sağladığı olanaklar ile şekillenmektedir. Kaynakların adil ve destekleyici bir şekilde sunulması, çalışanlarda "değer görme" algısı oluştururken; kaynak kısıtlılığı ve aşırı iş yükü, çalışanların kurumsal bağlılığını tehdit eden temel stresörler olarak öne çıkmaktadır.

Günümüzde sağlık sistemlerinde artan hasta yoğunluğu, sınırlı kaynaklar ve yükselen hizmet beklentileri, kaynak kullanımının etkinliğini daha kritik hale getirmiştir (World Health Organization, 2006). Bu bağlamda çalışan memnuniyeti, yalnızca bireysel bir çıktı değil, aynı zamanda örgütsel verimlilik ve hasta memnuniyetini etkileyen stratejik bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Michael A. West et al., 2011).

2. Materyaller ve Yöntemler

Bu çalışma kapsamında temel analiz birimi olarak Aiken (2012), Kovner (2016), Blegen (2019) ve Ulrich (2020) gibi isimlerin makaleleri üzerinden bir içerik analizi yapılarak; kaynak yönetiminin çalışan performansı, iş yükü ve memnuniyet düzeyleri üzerindeki belirleyici rolü tematik bir çerçevede ele alınacaktır.

Bu çalışma, sağlık kurumlarında kaynak kullanımı ve çalışan memnuniyeti arasındaki ilişkiyi anlamlandırmak amacıyla nitel araştırma desenlerinden biri olan geleneksel (anlatısal) literatür derlemesi ve içerik analizi yöntemini benimsemektedir. Çalışma, sistematik bir perspektifle seçilen akademik metinlerin incelenmesine dayanan bir geleneksel (anlatısal) literatür derlemesidir.

Araştırmanın veri setini, sağlık yönetimi literatüründe "kaynak kullanımı" ve "çalışan çıktıları" konularında paradigma kurucu nitelikte olan ve yüksek atıf sayısına sahip dört temel akademik çalışma oluşturmaktadır. Bu çalışmalar amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup şunlardır:

- Aiken (2012)
- Kovner (2016)
- Blegen (2019)
- Ulrich (2020)

Bu makalelerin seçiminde; sağlık iş gücü, çalışma ortamı kalitesi ve organizasyonel kaynak yönetimi konularındaki güncel ve küresel etkileri temel kriter olarak alınmıştır.

Verilerin analizi sürecinde tematik analiz (thematic analysis) yöntemi kullanılmıştır. Analiz süreci şu aşamalardan oluşmuştur:

1.Metinlerin İncelenmesi: Seçilen makaleler, kaynak kullanımı ve memnuniyetle ilgili ifadelerin saptanması amacıyla okunmuştur.

2.Kodlama: Metin içerisinde "personel sayısı", "ekipman", "iş yükü" gibi kavramlar birer kod olarak işaretlenmiştir.

3.Temaların Oluşturulması: Birbirleriyle anlamsal ilişkisi bulunan 15 kod, kavramsal benzerliklerine göre 4 ana tema (İnsan Kaynakları ve Eğitim, Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti, Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği, Sağlık Politikaları ve Kaynak Yönetimi) altında sınıflandırılmıştır.

4.Frekans Analizi: Kodların makaleler içerisindeki geçiş sıklığı (frekansı) hesaplanarak, hangi unsurların literatürde daha baskın olduğu sayısal olarak ifade edilmiştir.

Çalışmanın nitel kalitesini artırmak amacıyla, analiz sürecinde "araştırmacı öznelciliğini" en aza indirmek için literatürde sıkça tekrarlanan kavramlar üzerinden objektif bir kod listesi oluşturulmuştur. Temaların, belirlenen kodları kapsayıcı ve makalelerin özünü yansıtır nitelikte olmasına özen gösterilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Seçilen dört akademik çalışma (Aiken, 2012; Kovner, 2016; Blegen, 2019; Ulrich, 2020) üzerinde yapılan nitel içerik analizi sonucunda; sağlık kurumlarında kaynak kullanımı ve çalışan memnuniyeti ilişkisini açıklayan 4 ana tema ve bu temaları şekillendiren 15 kod tespit edilmiştir.

Tablo 1: Kaynak Kullanımı ve Çalışan Memnuniyeti İlişkisine Dair Tematik Çerçeve

TEMALAR	KODLAR	FREKANS
İnsan Kaynakları ve Eğitim	Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı	4
	Hemşire Eğitimi ve Sertifikasyon	3
	Hemşire Eksikliği/İş Gücü Sağlama	2
	Kariyer Planlama	1
Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti	İş Tatmini / Memnuniyet	7
	Sağlıklı Çalışma Ortamı Şartları	4
	Liderlik ve Yönetim Tarzı	3
	İş Birliği, İletişim ve Saygı	2
	Psikolojik Etkenler (Stres, Ahlaki Sıkıntı)	2
	Organizasyonel/Mesleki Bağlılık	2
Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği	Hasta Bakım Kalitesi / Algısı	5
	Mortalite (Ölüm Oranları)	2
	Hasta Memnuniyeti	1
Sağlık Politikaları ve Kaynak Yönetimi	Kaynak Tahsisi ve Dağıtımı	4
	Maliyet ve Tasarruf Tedbirleri	2

1. Temalara İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi

1.1. İnsan Kaynakları ve Eğitim Teması

İnsan Kaynakları ve Eğitim temasının kodları nitel veri analizi sonuçlarına göre “Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı (f=4)”, “Hemşire Eğitimi ve Sertifikasyon (f=3)”, “Hemşire Eksikliği/İş Gücü Sağlama (f=2)” ve “Kariyer Planlama (f=1)” olarak belirlenmiştir. Bu tema sağlık çalışanlarının (özellikle hemşirelerin) iş gücü, personel oranları ve mesleki yetkinlik üzerine odaklanmaktadır.

"İnsan Kaynakları ve Eğitim" (Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı f=4) ile "Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği" (Hasta Bakım Kalitesi/Algısı f=5) temaları arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Aiken (2012) ve Blegen (2019)'in çalışmalarında öne çıkan "Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı f=4" kodu, kaynak yönetimi stratejilerinin sadece çalışan memnuniyetini değil, sunulan sağlık hizmetinin güvenliğini de (Hasta Bakım Kalitesi/Algısı f=5) belirlediğini göstermektedir. Personel yetersizliği, kod analizlerinde "tükenmişliğin en büyük tetikleyicisi" olarak tanımlanmıştır.

Özellikle insan kaynağı, sağlık hizmetlerinin temel belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır. Yetersiz personel, dengesiz iş yükü ve plansız vardiya sistemleri, çalışan performansını olumsuz etkileyerek hizmet kalitesinde düşüşe neden olabilmektedir (Linda H. Aiken et al., 2002).

1.2. Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti Teması

Çalışma ortamı ve İş Memnuniyeti temasının kodları nitel veri analizi sonuçlarına göre, “İş Tatmini / Memnuniyet (f=7)”, “Sağlıklı Çalışma Ortamı Şartları (f=4)”, “Liderlik ve Yönetim Tarzı (f=3)”, “İş Birliği, İletişim ve Saygı (f=2), “Psikolojik Etkenler (Stres, Ahlaki Sıkıntı) (f=2) ve “Organizasyonel/Mesleki Bağlılık (f=2)” olarak belirlenmiştir. Bu tema sağlık çalışanlarının profesyonel yaşam kalitelerine, psikolojik durumlarına ve kurumsal bağlılıklarına odaklanmaktadır.

İncelenen metinlerde en yüksek frekansa sahip olan tema "Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti"dir , "İş Tatmini / Memnuniyet (f=7)". Bu durum, literatürün kaynak kullanımını sadece fiziksel bir girdi olarak değil, doğrudan çalışanın iş doyumunu besleyen psikolojik bir mekanizma olarak ele aldığını göstermektedir. Özellikle Ulrich (2020) ve Kovner (2016) tarafından yapılan vurgular, kaynakların yeterliliğinin çalışanın kurumuna duyduğu güveni artırdığı yönündedir.

Çalışan memnuniyeti, bireyin işine yönelik duygu, düşünce ve tutumlarının genel bir değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (Edwin A. Locke, 1976). Sağlık sektöründe çalışan memnuniyeti; iş yükü, ücret, çalışma koşulları, yönetim desteği ve mesleki gelişim olanakları gibi çok boyutlu faktörlerden etkilenmektedir.

Motivasyon teorileri kapsamında, bireylerin iş tatmini; ihtiyaçların karşılanması ve iş ortamındaki hijyen faktörlerinin sağlanması ile yakından ilişkilidir (Abraham Maslow, 1943; Frederick Herzberg, 1966).

1.3. Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği

Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği temasının kodları nitel veri analizi sonuçlarına göre, "Hasta Bakım Kalitesi / Algısı (f=5)", "Mortalite (Ölüm Oranları) (f=2)" ve "Hasta Memnuniyeti (f=1)" olarak belirlenmiştir. Bu tema sağlık hizmetlerinin sonuçlarına ve sağlık çalışanlarının bu sonuçlar üzerindeki etkisine odaklanmaktadır.

"Bakım kalitesi ve hasta güvenliği," sağlık yönetiminde birbirini tamamlayan ancak odak noktaları farklı olan iki kritik kavramdır. Aiken (2012) ve Blegen (2019) gibi yazarların da vurguladığı üzere, bu iki unsur doğrudan kurumdaki kaynak yönetimi ve çalışan memnuniyeti ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Kaynak Kullanımı ve Bakım Kalitesi/Hasta Güvenliği Arasındaki İlişkiye Dair Tematik Çerçeve

UNSUR	BAKIM KALİTESİNE ETKİSİ	HASTA GÜVENLİĞİNE ETKİSİ
Yeterli Personel	Hastaya ayrılan süreyi ve bakım titizliğini arttırır.	Yorgunluk kaynaklı hataları (yanlış ilaç vb.) azaltır.
Teknolojik Alt Yapı	Tanı ve tedavi süreçlerini hızlandırır.	Kayıt hatalarını ve bilgi eksikliğini önler
Eğitimli İş Gücü	En güncel tedavi protokollerinin uygulanmasını sağlar.	Riskli durumların önceden fark edilmesini sağlar.

Bakım Kalitesi (Quality of Care); sağlık hizmetlerinin bireylere ve toplumlara sunulurken istenen sağlık sonuçlarına ulaşma derecesi olarak ifade edilebilir. Genellikle Donabedian Modeli ile "Yapı, Süreç ve Sonuç" ekseninde değerlendirilir.

- Boyutları: Etkililik, verimlilik, hakkaniyet, zamanlılık ve hasta odaklılık.
- Çalışan Memnuniyeti İlişkisi: Kaliteli bakım, çalışanın işini yapmak için ihtiyaç duyduğu kaynaklara (ekipman, personel desteği) sahip olmasıyla mümkündür. Kaynak yetersizliği, bakımın aksamasına ve çalışanın mesleki tatmininin düşmesine neden olur.

Hasta Güvenliği (Patient Safety); sağlık hizmeti sunumu sırasında oluşabilecek hataların önlenmesi ve bu hataların neden olduğu zararların azaltılmasıdır. Bakım kalitesinin "zarar vermeme" (non-maleficence) ilkesine dayanan alt kümesidir.

- Swiss Cheese (İsviçre Peyniri) Modeli: Hataların sadece bireysel değil, sistemdeki (kaynak yönetimi, iletişim, prosedürler) boşlukların bir araya gelmesiyle oluştuğunu savunur.
- Kaynak Yönetimi İlişkisi: Aiken (2012)'nin de belirttiği gibi, personel üzerindeki aşırı iş yükü "savunma katmanlarını" zayıflatır ve tıbbi hata riskini artırır.

1.4. Sağlık Politikaları ve Kaynak Yönetimi

"Sağlık Politikaları ve Kaynak Yönetimi" temasının kodları nitel veri analizi sonuçlarına göre, “Kaynak Tahsisi ve Dağıtımı (f=4)” ve “Maliyet ve Tasarruf Tedbirleri (f=2) olarak belirlenmiştir. Bu tema altında incelenen kodlar, kaynakların "varlığından" ziyade "dağıtım adaletine" odaklanmaktadır. Sağlık kurumlarında kaynak kullanımı; insan gücü, finansal kaynaklar, fiziksel altyapı ve teknolojik sistemlerin etkin ve verimli şekilde yönetilmesini ifade etmektedir (OECD, 2020). Bu kaynakların dengeli ve adil dağılımı, hizmet süreçlerinin aksaksız yürütülmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Analiz edilen çalışmalarda, malzeme tedarik süreçlerindeki aksaklıkların ve bütçe kısıtlılıklarının, çalışanlar üzerinde "işi yapamama hissi" (frustration) yarattığı ve bunun sonucunda memnuniyet oranlarının düştüğü görülmüştür.

Bu çalışma, sağlık kurumlarında kaynak kullanımının sadece operasyonel bir zorunluluk değil, çalışan memnuniyetini şekillendiren temel bir stratejik unsur olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan içerik analizi sonucunda elde edilen veriler, literatürün "insan kaynağı", "çalışma ortamı" ve "hizmet kalitesi" arasında kopmaz bir bağ kurduğunu göstermektedir.

Analiz edilen temel eserlerde en yüksek frekansa sahip olan "Çalışma Ortamı ve İş Memnuniyeti" teması (“İş Tatmini / Memnuniyet (f=7)”), sağlık çalışanlarının kurumsal aidiyetlerini sahip oldukları araç ve gereçlerin yeterliliği üzerinden kurguladığını kanıtlamaktadır. Aiken (2012) tarafından vurgulanan “Hasta-Hemşire Oranı/Personel Sayısı (f=4)”, bu çalışmada "Bakım Kalitesi ve Hasta Güvenliği" temasıyla ““Hasta Bakım Kalitesi / Algısı (f=5)”, doğrudan ilişkili çıkması tesadüf değildir. Kaynakların yetersiz olduğu bir ortamda, çalışanın kaliteli hizmet sunma çabası sonuçsuz kalmakta ve bu durum "etik stres" yaratarak memnuniyeti baltalamaktadır.

Blegen (2019) ve Ulrich (2020) çalışmalarında görüldüğü üzere, teknolojik donanım ve malzeme tedariği gibi fiziksel kaynaklar, çalışan için sadece birer "araç" değil, aynı zamanda kurumun çalışana verdiği değerin birer göstergesidir. Çalışmada saptanan "kaynakların tehdit edilmesi" olgusu, kaynak yetersizliği yaşandığında çalışanların kendilerini güvencesiz ve desteksiz hissetmelerine neden olmaktadır. Bu durum, nitel verilerdeki "tükenmişlik" ve "stres" kodlarının yoğunluğuyla da desteklenmektedir.

4. Sonuç

Araştırma sonuçları, sağlık kurumlarında kaynakların sadece niceliksel olarak (sayıca) varlığının yeterli olmadığını; bu kaynakların adil dağıtımı ve destekleyici bir yönetim anlayışı ile sunulmasının çalışan memnuniyeti için temel şart olduğunu göstermiştir.

Çalışan memnuniyetini üst seviyede tutabilmek için personel sayılarının sadece bütçe odaklı değil, çalışanların iş yükü ve psikolojik esenliği gözetilerek "hasta-hemşire/hekim oranı" standartlarına göre optimize edilmesi gerekmektedir. Malzeme tedariği ve teknolojik yatırım süreçlerine, bu kaynakları bizzat kullanan sağlık profesyonellerinin dahil edilmesi hem verimliliği hem de "değer görme" algısını artıracaktır. Kaynak kısıtlılığının kaçınılmaz olduğu dönemlerde, yönetimin şeffaf bir iletişimle bu süreci paylaşması ve çalışanlara sağladığı sosyal destek mekanizmalarını güçlendirmesi önerilmektedir. Sonuç olarak; etkin bir kaynak yönetimi, sağlık kurumları için bir maliyet kalemi değil, çalışan performansını ve hizmet kalitesini artıran bir yatırım olarak görülmelidir.

5. Teşekkürler ve Bilgi Notu

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve metne dönüştürülmesi süreçlerindeki değerli katkıları, yol gösterici eleştirileri ve desteğinden dolayı danışman hocam **Dr. Öğr. Üyesi Zafer YILDIZ’a** en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışma sürecindeki fikir paylaşımları, teknik ve manevi destekleri için arkadaşlarım **Sevilay DENİZ** ve **Seda ÜNLÜ**'ye; araştırma süresince gösterdiği sabır ve manevi desteği için ise kıymetli eşim **Evren AKBULUT**'a teşekkür ederim.

Kaynakça

Aiken, L. H., Clarke, S. P., Sloane, D. M., Sochalski, J., & Silber, J. H. (2002). Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction. *Journal of the American Medical Association*, *288*(16), 1987–1993. https://doi.org/10.1001/jama.288.16.1987

Aiken, L., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van den Heede, K., & Sermeus, W. (2012). Nurses' reports of working conditions and hospital quality of care in 12 European countries. *Health Affairs*, *31*(5), 1–9.

Blegen, M. A. (2019). Job satisfaction among nurses. *Journal of Nursing Management*, *27*(2), 250–257.

Drucker, P. F. (1993). *Management: Tasks, responsibilities, practices*. Harper Business.

Herzberg, F. (1966). *Work and the nature of man*. World Publishing.

Kovner, C., & Gergen, P. (2016). Resource allocation in healthcare. *Health Services Research*, *51*(3), 120–132.

Locke, E. A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. In M. D. Dunnette (Ed.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (pp. 1297–1349). Rand McNally.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, *50*(4), 370–396. https://doi.org/10.1037/h0054346

OECD. (2020). *Health at a glance: Europe 2020: State of health in the EU cycle*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/82129230-en

Ulrich, B., Lavandero, R., & Early, S. (2020). Workplace conditions and staff satisfaction. *Journal of Healthcare Quality*, *42*(4), 200–210.

West, M. A., Dawson, J. F., Admasachew, L., & Topakas, A. (2011). *NHS staff management and health service quality*. Department of Health (UK).

World Health Organization. (2006). *The world health report 2006: Working together for health*. WHO Press.

SAĞLIK KOMUTA KONTROL MERKEZİ ÇALIŞANLARINDA İLETİŞİM ZORLUKLARI VE KRİZ YÖNETİMİ

Gülşah Eken

Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Sağlık Kurumları Yöneticiliği Sivas-Türkiye

ORCİD :0009-0009-3895-8576

ÖZET

Bu çalışma, 112 Acil Sağlık Komuta Kontrol Merkezi (SKKM) bünyesinde görev yapan personelin, kriz durumlarında karşılaştıkları iletişim engellerini ve bu süreçleri yönetmek adına geliştirdikleri stratejileri derinlemesine incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma deseniyle kurgulanan bu çalışmada, Sivas SKKM'de görev yapan ve farklı kıdem sürelerine sahip yedi katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiş; iletişim kaynaklı aksaklıklar ve çözüm yolları belirli kategoriler altında toplanmıştır. Araştırma bulguları, iletişim problemlerinin en yoğun şekilde vatandaşlarla yaşandığını; bu durumun temelinde ise arayan kişilerin aşırı panik hali, talimatları dinlememesi, yetersiz adres tarifi ve bölgesel şive farklılıkları olduğunu göstermektedir. Personel tarafından "kriz" olarak nitelendirilen olayların başında; çoklu yaralamalı otobüs kazaları, toplu süt zehirlenmeleri, terör olayları ve yoğun kış şartları nedeniyle ulaşılamayan vakalar gelmektedir. Kriz yönetimini zorlaştıran temel unsurlar ise telsiz sinyal yetersizliği gibi teknik sorunlar, olay yerindeki ilk ekipten net bilgi alamama ve mevcut ambulans sayısının vaka yoğunluğuna kıyasla kısıtlı kalmasıdır. Katılımcılar, yoğun stres altındayken profesyonel mesafeyi korumaya çalıştıklarını ancak çocuk vakalarında duygusal olarak daha fazla zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Çözüm önerisi olarak; vatandaşların 112 sistemini doğru kullanımı için kamu spotları ve okul eğitimleriyle bilinçlendirilmesi, SKKM personel sayısının artırılması, simülasyon temelli kriz eğitimlerinin sürekliliği ve saha ile komuta merkezi arasında rotasyon programlarının uygulanması gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, etkin bir kriz yönetimi için teknik altyapının iyileştirilmesi ve toplumsal farkındalığın artırılması elzemdir.

Anahtar Kelimeler: 112 Acil Sağlık, Kriz Yönetimi, İletişim Zorlukları, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi, Stres Yönetimi.

COMMUNICATION DIFFICULTIES AND CRISIS MANAGEMENT AMONG HEALTH COMMAND AND CONTROL CENTER EMPLOYEES

ABSTRACT

This study was conducted to examine in depth the communication barriers encountered by personnel working in the 112 Emergency Health Command and Control Center (HCCC) during crisis situations and the strategies they develop to manage these processes. Designed with a qualitative research method, semi-structured interviews were conducted with seven participants working in Sivas HCCC with different seniority periods. The data were analyzed using thematic analysis, and communication-related disruptions and solutions were grouped under specific categories. Research findings indicate that communication problems are most intensely experienced with citizens; the root causes being the extreme panic of callers, failure to follow instructions, inadequate address descriptions, and regional dialect differences. Events defined as "crises" by the personnel include multi-casualty bus accidents, mass food poisonings, terror incidents, and cases that cannot be reached due to severe winter conditions. The main factors complicating crisis management are technical problems such as radio signal insufficiency, inability to obtain clear information from the first team at the scene, and the limited number of available ambulances compared to the density of cases. Participants stated that they try to maintain professional distance under high stress but find it more emotionally challenging in pediatric cases. As solution proposals, it was emphasized that citizens should be made aware of the correct use of the 112 system through public service announcements and school education, the number of HCCC personnel should be increased, the continuity of simulation-based crisis training should be ensured, and rotation programs

should be implemented between the field and the command center. In conclusion, improving the technical infrastructure and increasing social awareness are essential for effective crisis management.

Keywords: 112 Emergency Health, Crisis Management, Communication Difficulties, Health Command and Control Center, Stress Management.

1. Giriş

Sağlık hizmetleri, insan yaşamını doğrudan etkileyen ve zamanında müdahalenin büyük önem taşıdığı hizmet alanlarının başında gelmektedir. Özellikle acil sağlık hizmetleri; ani gelişen olaylara hızlı, doğru ve etkili müdahale edilmesini gerektiren, hata toleransının oldukça düşük olduğu kritik hizmet birimlerinden biridir. Bu nedenle acil sağlık hizmetlerinde yalnızca klinik bilgi ve teknik yeterlilik değil; aynı zamanda güçlü iletişim becerileri, doğru koordinasyon ve etkili kriz yönetimi süreçleri de hayati önem taşımaktadır. Olay anında alınan kararların doğruluğu ve hızının, hastanın yaşam şansını doğrudan etkileyebildiği düşünüldüğünde iletişim ve kriz yönetiminin önemi daha belirgin hale gelmektedir.

Türkiye'de acil sağlık hizmetleri, 112 Acil Sağlık Hizmetleri sistemi aracılığıyla yürütülmektedir. Bu sistem içerisinde Sağlık Komuta Kontrol Merkezleri (SKKM), çağrıların değerlendirilmesi, olayın öncelik düzeyinin belirlenmesi, uygun ekiplerin yönlendirilmesi ve sahadaki süreçlerin koordinasyonunun sağlanması açısından merkezi bir role sahiptir. SKKM çalışanları, bir yandan yoğun çağrı trafiğini yönetirken diğer yandan sahadan gelen bilgileri değerlendirmek, ekipleri koordine etmek ve çoğu zaman eş zamanlı olarak birden fazla olaya müdahaleyi planlamak durumundadır. Bu durum, çalışanların yüksek dikkat düzeyi ile birlikte güçlü iletişim becerilerine sahip olmasını gerekli kılmaktadır.

Kriz kavramı genel anlamıyla; beklenmedik şekilde gelişen, mevcut işleyişi olumsuz etkileyen, hızlı karar alma ve etkin müdahale gerektiren olayları ifade etmektedir. Sağlık alanında krizler doğal afetler, çoklu yaralanmalı trafik kazaları, toplumsal olaylar, salgın hastalıklar, kitlesel zehirlenmeler ve olağanüstü durumlar gibi farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Bu tür olaylar yalnızca olay yerine müdahaleyi değil; bilgi akışının yönetilmesini, kaynakların doğru planlanmasını ve kurumlar arası koordinasyonun sağlanmasını da zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle sağlık hizmetlerinde kriz yönetimi yalnızca operasyonel değil aynı zamanda iletişim temelli bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Coombs, 2015).

İletişim, sağlık hizmetlerinin temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Sağlık çalışanları arasında kurulan iletişim kadar vatandaş ile sağlık sistemi arasındaki iletişim de hizmetin etkinliğini belirleyen önemli unsurlardandır. Özellikle acil çağrı merkezlerinde vatandaşın olay hakkında doğru ve yeterli bilgi verebilmesi, adresin net şekilde tarif edilmesi ve çağrı yönlendirmelerine uyum sağlayabilmesi müdahalenin hızını doğrudan etkileyebilmektedir. Ancak kriz anlarında panik, korku, zaman baskısı ve duygusal yoğunluk gibi nedenlerle iletişim süreçlerinde çeşitli aksaklıklar yaşanabilmektedir. Arnold ve Boggs'a (2020) göre sağlık hizmetlerinde etkili iletişim, hasta güvenliği ve ekip koordinasyonu açısından temel belirleyicilerden biridir.

Sağlık Komuta Kontrol Merkezlerinde yaşanan iletişim problemleri yalnızca bireyler arası iletişimle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda teknik ve sistemsel boyutlarda da ortaya çıkabilmektedir. Özellikle telsiz iletişiminde yaşanan kesintiler, sahadan net bilgi alınamaması, ekiplerle bağlantı kurulamaması veya teknik altyapının yetersiz kalması kriz yönetimini güçleştirebilmektedir. Bunun yanında emniyet, itfaiye, AFAD ve karayolları gibi diğer kurumlarla yürütülen koordinasyonun aksaması da olay yönetimini zorlaştırabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayımlanan raporlarda da acil sağlık sistemlerinde iletişim altyapısı ve koordinasyon süreçlerinin güçlendirilmesinin hizmet kalitesi açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (World Health Organization [WHO], 2018).

Acil sağlık hizmetlerinde çalışan personelin maruz kaldığı stres düzeyi de iletişim süreçlerini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Yoğun çağrı trafiği, zaman baskısı, kritik karar alma zorunluluğu ve duygusal olarak zorlayıcı vakalar çalışanların psikolojik yükünü artırabilmektedir. Özellikle çocuk hastalarla ilgili vakalar, çoklu yaralanmalı olaylar ya da uzun süren kriz süreçleri çalışanların duygusal dayanıklılığını zorlayabilmektedir. Halpern ve arkadaşları (2012), paramedikler üzerinde yaptıkları çalışmada kritik olaylara maruz kalmanın duygusal yük oluşturduğunu ve bu durumun iletişim ile karar verme süreçlerine yansıyabildiğini belirtmektedir.

Literatürde acil sağlık hizmetlerinde yaşanan iletişim sorunlarının genel olarak bireysel, çevresel ve sistemsel faktörler altında değerlendirildiği görülmektedir. Bireysel faktörler arasında stres, deneyim eksikliği ve panik

yer alırken; çevresel faktörler olayın karmaşıklığı, hava koşulları ve zaman baskısını kapsamaktadır. Sistemsel faktörler ise personel yetersizliği, teknik altyapı eksiklikleri ve kurumlar arası koordinasyon sorunlarını içermektedir (Salas et al., 2005). Bu faktörlerin bir araya gelmesi, özellikle kriz anlarında iletişim hatalarının artmasına ve müdahale süreçlerinin zorlaşmasına neden olabilmektedir.

Türkiye'de son yıllarda 112 Acil Sağlık Hizmetleri sisteminin güçlendirilmesine yönelik önemli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte artan nüfus, vaka çeşitliliği ve hizmet talebindeki artış nedeniyle yeni ihtiyaçlar da ortaya çıkmaktadır. Özellikle kırsal bölgelerde coğrafi uzaklık, olumsuz hava koşulları ve iletişim altyapısındaki sınırlılıklar kriz yönetimini daha karmaşık hale getirebilmektedir. Bu durum, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının hem iletişim becerilerini hem de kriz yönetimi yetkinliklerini daha da önemli hale getirmektedir.

Bu araştırmanın amacı, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz durumlarında karşılaştıkları iletişim zorluklarını ve bu süreçte kullandıkları kriz yönetimi stratejilerini ortaya koymaktır. Çalışmada çalışanların deneyimleri doğrultusunda iletişim sürecinde yaşanan aksaklıklar değerlendirilmiş, karşılaşılan güçlükler belirlenmiş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir. Araştırmanın, mevcut literatüre katkı sağlaması ve acil sağlık hizmetlerinde uygulayıcılara yol gösterici olması amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak, acil sağlık hizmetlerinde etkili kriz yönetiminin sürdürülebilmesi için iletişim süreçlerinin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Hem teknik altyapının geliştirilmesi hem de çalışanların mesleki ve psikolojik destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, hizmet sunumunun daha hızlı, güvenli ve etkin şekilde yürütülmesine katkı sağlayacaktır.

2. Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz durumlarında yaşadıkları iletişim zorluklarını ve kriz yönetimi süreçlerine ilişkin deneyimlerini incelemek amacıyla nitel araştırma yaklaşımına uygun olarak planlanmıştır. Araştırmada, bireylerin yaşadıkları deneyimleri, olaylara yükledikleri anlamları ve algılarını ayrıntılı biçimde ortaya koymayı amaçlayan fenomenolojik (olgubilim) araştırma modeli kullanılmıştır.

Fenomenolojik araştırma modeli, bireylerin belirli bir olguya ilişkin deneyimlerini derinlemesine incelemeyi amaçlayan bir nitel araştırma desenidir. Bu doğrultuda araştırmada, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz anlarında karşılaştıkları iletişim problemleri, stres yönetimi süreçleri ve çözüm stratejilerine yönelik görüşleri değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler yarı yapılandırılmış görüşme yöntemiyle toplanmış ve içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Sağlık Komuta Kontrol Merkezi'nde görev yapan sağlık çalışanları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen toplam 7 sağlık çalışanı oluşturmuştur. Çalışmaya katılan bireylerin Sağlık Komuta Kontrol Merkezi'nde aktif görev yapıyor olması ve kriz yönetimi süreçlerinde deneyim sahibi olması ölçüt olarak belirlenmiştir. Katılımcılar; 2 hekim, 2 acil tıp teknikeri ve 3 acil tıp teknisyeninden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri, araştırmacı tarafından literatür doğrultusunda hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Görüşme formunda katılımcıların kriz yönetimi süreçlerinde yaşadıkları iletişim problemleri, bu problemlerin nedenleri, kriz anlarında karşılaşılan güçlükler, stres yönetimi süreçleri ve çözüm önerilerine yönelik açık uçlu sorular yer almıştır. Görüşme sorularının kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur.

Verilerin Toplanması

Araştırma verileri yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Görüşmeler katılımcıların uygun olduğu zaman dilimlerinde gerçekleştirilmiş olup her görüşme ortalama 20–30 dakika sürmüştür. Katılımcılardan görüşme öncesinde gönüllü katılım onayı alınmış ve araştırma sürecinde gizlilik ilkesine bağlı kalınmıştır. Görüşmeler sırasında elde edilen veriler not alınarak kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler öncelikle yazılı metne dönüştürülmüş, ardından araştırmanın amacı doğrultusunda kodlamalar yapılmıştır. Benzer anlam taşıyan kodlar bir araya getirilerek kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Analiz sonucunda "İletişim Problemlerinin Kaynağı", "Kriz Olarak Tanımlanan Olaylar", "Kriz Yönetiminde İletişim Engelleri", "Çözüm Önerileri ve Stratejiler" ile "Stres ve Duygu Yönetimi" olmak üzere beş ana tema belirlenmiştir. Bulgular doğrudan katılımcı ifadeleriyle desteklenmiştir.

Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma sürecinde etik ilkelere uygun hareket edilmiştir. Katılımcılara araştırmanın amacı hakkında bilgi verilmiş, gönüllülük esas alınmış ve kişisel bilgiler gizli tutulmuştur. Katılımcı isimleri kullanılmayarak K1, K2, K3 şeklinde kodlama yapılmıştır.

3. Bulgular

Araştırma sonucunda beş ana tema belirlenmiştir:

1. İletişim Problemlerinin Kaynağı

En sık belirtilen sorunlar:

* Vatandaş kaynaklı problemler
* Adres tarifindeki belirsizlik
* Şive ve lehçe farklılıkları
* Teknik iletişim sorunları

Katılımcı ifadesi:

K3: "Vatandaşların kendilerini ifade edememeleri, panik halinde ne yapacaklarını bilmemeleri iletişim konusunda büyük sorun yaratıyor."

2. Kriz Olarak Tanımlanan Olaylar

En sık karşılaşılan krizler:

* Çoklu yaralanmalı trafik kazaları
* Salgın ve olağanüstü durumlar
* Olumsuz hava ve yol koşulları

K2: "Kazadan etkilenen çok sayıda yaralı vardı ve ekip yönlendirmekte zorlandık."

3. Kriz Yönetiminde İletişim Engelleri

Belirlenen engeller:

* Teknik altyapı yetersizliği
* Bilgi akışında eksiklik
* Ambulans sayısının yetersizliği
* Diğer kurumlarla koordinasyon

4. Çözüm Önerileri ve Stratejiler

Katılımcı önerileri:

* Simülasyon eğitimleri
* Personel artışı
* Kamu bilgilendirme çalışmaları
* Saha-komuta rotasyon uygulamaları

5. Stres ve Duygu Yönetimi

Katılımcıların ifadeleri:

* Profesyonel mesafe koyma
* Empati kurma
* Soğukkanlı kalma
* Stres yönetimi eğitimi ihtiyacı

4. Tartışma

Bu çalışmada Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz durumlarında karşılaştıkları iletişim zorlukları ve kriz yönetimi süreçlerine ilişkin deneyimleri incelenmiştir. Araştırma bulguları, kriz anlarında yaşanan iletişim problemlerinin hem bireysel hem de sistemsel faktörlerden kaynaklandığını ortaya koymuştur. Özellikle vatandaş kaynaklı iletişim problemleri, adres tarifindeki belirsizlikler, teknik altyapı eksiklikleri ve kurumlar arası koordinasyon sorunlarının kriz yönetimini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Araştırmada katılımcıların tamamına yakınının vatandaş kaynaklı iletişim problemlerini vurgulaması, acil çağrı yönetiminde iletişimin ne kadar kritik bir unsur olduğunu göstermektedir. Vatandaşların panik halinde olması, kendilerini doğru ifade edememesi veya verilen yönlendirmeleri tam olarak anlayamaması, olayın doğru değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Literatürde de kriz anlarında stres ve panik durumunun iletişim süreçlerini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Arnold & Boggs, 2020). Özellikle acil sağlık hizmetlerinde yanlış veya eksik bilgi aktarımı, müdahale sürecinin gecikmesine neden olabilmektedir.

Çalışmada öne çıkan bir diğer bulgu, adres tarifinde yaşanan belirsizlikler ve şive/lehçe farklılıklarının iletişim sürecini zorlaştırmasıdır. Özellikle kırsal bölgelerde adres bilgilerinin net verilememesi ve bölgesel dil farklılıklarının bulunması, ekiplerin olay yerine ulaşma sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Türkiye'nin coğrafi ve kültürel çeşitliliği göz önüne alındığında bu durumun acil sağlık hizmetlerinde önemli bir sorun alanı oluşturduğu söylenebilir. Benzer şekilde Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2018) acil sağlık sistemlerine ilişkin raporlarında da iletişim altyapısı ve bilgi aktarımındaki aksaklıkların kriz yönetiminde önemli sorunlar arasında yer aldığı belirtilmektedir.

Araştırma bulgularında çoklu yaralanmalı trafik kazaları, salgınlar, zehirlenmeler ve olumsuz hava koşulları kriz olarak tanımlanan başlıca durumlar arasında yer almıştır. Özellikle çoklu yaralanmalı olaylarda mevcut kaynakların yetersiz kalması ve olay yerinden yeterli bilgi alınamaması, kriz yönetimini daha karmaşık hale

getirmektedir. Katılımcıların ifadeleri, olayın ilk anlarında doğru bilgi akışının sağlanamamasının ekip planlamasını doğrudan etkilediğini göstermektedir. Coombs (2015), kriz yönetiminde doğru ve hızlı bilgi akışının karar verme süreçleri açısından kritik öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde araştırma bulgularının literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Katılımcılar ayrıca teknik altyapı eksikliklerinin kriz yönetimini zorlaştırdığını ifade etmişlerdir. Özellikle telsiz iletişiminde yaşanan çekim problemleri, uzak mesafelerde ekiplerle iletişim kurulamaması ve olumsuz hava koşullarının ulaşımı engellemesi önemli sorunlar arasında belirtilmiştir. Acil sağlık hizmetlerinde teknolojik altyapının güçlü olması, ekip koordinasyonunun sağlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. FEMA (2020) tarafından yayımlanan kriz yönetimi rehberlerinde de teknik iletişim altyapısının güçlendirilmesi, afet ve olağanüstü durum yönetiminin temel unsurlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın dikkat çeken bir diğer bulgusu ise çalışanların stres ve duygu yönetimine ilişkin deneyimleridir. Katılımcılar, zamanla mesleki deformasyon geliştirdiklerini ve olaylara daha profesyonel yaklaşmaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte özellikle çocuk vakaları veya çoklu yaralanmalı olayların çalışanlar üzerinde yoğun duygusal baskı oluşturduğu görülmektedir. Halpern ve arkadaşları (2012), paramediklerin travmatik olaylar sonrasında yoğun stres yaşadıklarını ve bunun iletişim süreçlerini etkileyebildiğini belirtmektedir. Bu durum, SKKM çalışanlarının yalnızca teknik bilgiye değil, aynı zamanda psikolojik dayanıklılık ve stres yönetimi becerilerine de ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Katılımcılar çözüm önerileri kapsamında simülasyon eğitimlerinin artırılması, kurum içi koordinasyonun güçlendirilmesi, personel sayısının artırılması ve vatandaşların bilinçlendirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Özellikle saha ve komuta merkezi arasında rotasyon uygulamalarının yapılmasının çalışanların olay yönetimi konusundaki farkındalığını artırabileceği düşünülmektedir. Ayrıca toplumun acil sağlık hizmetlerini doğru kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi, gereksiz çağrıların azaltılması ve sistem yükünün hafifletilmesi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak bu araştırma, Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz yönetimi süreçlerinde ciddi iletişim zorluklarıyla karşılaştığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda teknik altyapının geliştirilmesi, kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi, çalışanlara yönelik iletişim ve stres yönetimi eğitimlerinin artırılması ile toplum farkındalığının geliştirilmesinin kriz yönetimi süreçlerine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Araştırmada Sağlık Komuta Kontrol Merkezi çalışanlarının kriz yönetimi sırasında önemli iletişim zorlukları yaşadığı belirlenmiştir.

Özellikle:

* Vatandaş kaynaklı iletişim sorunları
* Adres tarifindeki belirsizlikler
* Teknik altyapı eksiklikleri
* Kurumlar arası koordinasyon sorunları

ön plana çıkmıştır.

Öneriler:

* İletişim altyapısı güçlendirilmeli
* Simülasyon eğitimleri artırılmalı
* Personel sayısı artırılmalı
* Vatandaş bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı

* Stres yönetimi eğitimleri planlanmalı

Bu uygulamaların kriz yönetim sürecini güçlendireceği değerlendirilmektedir.

Teşekkür

Çalışmamda bana yardımcı olan sevgili hocam **Dr. Öğretim Üyesi Zafer YILDIZ** 'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Kaynakça

Arnold, E. C., & Boggs, K. U. (2020). Interpersonal relationships: Professional communication skills for nurses. Elsevier.

Coombs, W. T. (2015). Ongoing crisis communication. Sage Publications.

Federal Emergency Management Agency. (2020). National incident management system.

Halpern, J., Maunder, R. G., Schwartz, B., & Gurevich, M. (2012). Identifying, describing, and expressing emotions after critical incidents in paramedics. Journal of Traumatic Stress, 25(1), 111–114.

Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a "big five" in teamwork? Small Group Research, 36(5), 555–599.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). Acil sağlık hizmetleri yönetmeliği ve uygulamaları.

World Health Organization. (2018). Emergency medical systems: Framework and guidelines.

HEMŞİRELER İÇİN İŞYERİNDE GASTLİNG İN ÖLÇEKLENDİRİLMESİ İNCELENMESİ

Cansu Koçyiğit Atayeter

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, Sağlık Kurumları Yöneticiliği, Orcid: 0009-0002-5639-1269

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, hemşirelerin işyerinde karşılaştıkları gaslighting düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır . Sağlık hizmetleri, yoğun iş yükü yüksek stres düzeyi nedeniyle çalışanların psikolojik şiddete maruz kalabildiği çalışma ortamlarıdır. Gaslighting, bireyin gerçeklik algısını sorgulamasına neden olan, özgüvenini zedeleyen ve bilişsel süreçlerini olumsuz etkileyen sistematik bir psikolojik manipülasyon türüdür. Çalışmada veri toplama aracı olarak "Hemşireler için İş Yerinde Gaslighting Ölçeği" (Katsiroumpa ve ark .2025) kullanılmıştır. Bu ölçek kendine güven kaybı cronbach alpha katsayısı 0,86 düzeyinde , gücün kötüye kullanılması cronbach alpha katsayısı 0,83 düzeyinde oldukça güvenilir bu iki faktör ile çalışılmıştır .Araştırma, Sivas il merkezindeki sağlık kuruluşunda görev yapan 100 kadın 49 erkek hemşirelere uygulanmıştır. Bu hemşirelerin , çalışma yılları 1-5 yıl 58 kişi, 6-10 yıl 45 kişi , 10+ yıl 27 kişi ve 1 yıldan az 19 kişi. Çalıştıkları birim servis 78 kişi , yoğun bakım 61 kişi ,steril alan 10 kişi. Çalışma şekilleri 41 kişi sadece gündüz 108 kişi hem gündüz hem gece olarak analiz edilmiştir .Veriler uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Çarpıklık ve basıklık değerleri standart hataya bölünerek elde edilen sonuçlar kendine güven kaybında Skewness (çarpıklık) değeri 2,76 kurtosis (basıklık) değeri 1,76 gücün kötüye kullanılmasında Skewness (çarpıklık) değeri 2,01 kurtosis (basıklık) değeri 1,03 olarak bulunmuştur . Verilerin normal dağılım gösterdiği için parametrik teknikler kullanılmıştır. Sonuç olarak Cinsiyete , Eğitim Durumuna ve Birime göre faktörlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Çalışma yılına ve çalışma şekline göre bakıldığında ise kendine güven kaybı faktöründe istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,03<0,05$). Kendine güven kaybı gündüz – gece çalışanların ,sürekli gündüz çalışanlarınkinden daha fazladır. Çalışma yılına göre ise kendine güven kaybı 1 yıl ve altı çalışanları ile 10 yıl ve üstü çalışanların kendine güven kaybı düzeyindeki fark 0,74 olarak bulunmuştur, bu durumda 1 yıl ve altı çalışanların kendine güven kaybı 10 yıl ve üstü çalışanlarınkinden daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar kelime : hemşirelerde mobbing , sağlıkta ve hemşirelikte gastling

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the levels of gaslighting experienced by nurses in the workplace. Healthcare services are work environments where employees can be exposed to psychological violence due to heavy workloads and high stress levels. Gaslighting is a type of systematic psychological manipulation that causes individuals to question their perception of reality, damages their self-confidence, and negatively affects their cognitive processes. The "Workplace Gaslighting Scale for Nurses" (Katsiroumpa et al. 2025) was used as a data collection tool in the study. This scale was used with two highly reliable factors: loss of self-confidence (Cronbach alpha coefficient of 0.86) and abuse of power (Cronbach alpha coefficient of 0.83). The research was conducted on 100 female and 49 male nurses working in a healthcare facility in the city center of Sivas. The nurses' years of experience were distributed as follows: 58 individuals with 1-5 years, 45 individuals with 6-10 years, 27 individuals with 10+ years, and 19 individuals with less than 1 year. The units they worked in were: 78 people in the ward, 61 people in the intensive care unit, and 10 people in the sterile area. Their work schedules were analyzed as follows: 41 people worked only during the day, and 108 people worked both day and night. The data were analyzed using appropriate statistical methods.

The results obtained by dividing the skewness and kurtosis values by the standard error were found to be 2.76 Skewness and 1.76 kurtosis for loss of self-confidence, and 2.01 Skewness and 1.03 kurtosis for abuse of power. Parametric techniques were used because the data showed a normal distribution. As a result, there were no statistically significant differences in the factors according to Gender, Education Level, and Unit. However, a statistically significant difference was found in the loss of self-confidence factor according to years of service

and working style (p=0.03<0.05). Loss of self-confidence was greater in those who worked day and night shifts than in those who worked continuously during the day. According to years of service, the difference in the level of loss of self-confidence between those who worked 1 year or less and those who worked 10 years or more was found to be 0.74, indicating that those who worked 1 year or less experienced a greater loss of self-confidence than those who worked 10 years or more. Keywords: mobbing among nurses, gastling in healthcare and nursing

GİRİŞ

Gaslighting, failin mağdurun zihnini sorgulamasına, gerçeklik algısını sorgulamasına ve kişinin deli olduğunu düşünmesine yol açan bir manipülasyon tekniğidir. (**Psychiatry 2024)** .Bir kişinin diğerini sistematik yalanlar, inkar ve saptırma yoluyla kendi hafızasından, algılarından veya akıl sağlığından şüphe etmeye zorladığı bir mobbing yöntemidir. Amaç, mağdurun özgüvenini kırarak onu manipülatöre bağımlı hale getirmek ve kontrol sağlamaktır. Gastling işyerinde gerçekleştiğinde çok ciddi bir mobbing şekli olur

Gaslighting'in Temel Özellikleri ve Belirtileri

Heinz Leymann tarafından geliştirilen, iş yerinde psikolojik taciz (mobbing) sürecini ve mağdurun düşürüldüğü durumu özetleyen beş aşamalı yapı, bir çatışmanın zamanla sistematik bir yıkım sürecine nasıl dönüştüğünü gösterir

- **Gerçekliği İnkâr Etme:** "Ben öyle bir şey demedim", "Bunu sen uyduruyorsun" diyerek yaşananları yalanlama.
- **Akıl Sağlığını Sorgulatma:** Mağdura "delirdiğini" veya "çok aşırı tepki verdiğini" hissettirme.
- **Konuyu Saptırma/Değiştirme:** Sorunlara cevap vermek yerine mağduru suçlama.
- **Sistematik ve Yavaş İlerleme:** Bu taciz türü zamanla mağdurun kendine olan güvenini yok eder.

(Leymann'a 1996)

İşyerinde gerçekleşen gaslight mobbing türüdür. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Uluslararası Hemşireler Birliği (ICN) ve Uluslararası Kamu Hizmetler Birliği (PSI); bir iş yerinde bir veya daha fazla çalışan tarafından, diğer bir çalışana karşı sistemli ve sürekli olarak yürütülen, bireyi sindirmek amacıyla yapılan düşmanca ve ahlakdışı bir yaklaşımla uygulanan her türlü kötü muamele, tehdit, aşağılama gibi psikolojik ve fiziksel saldırı eylemlerini mobbing olarak kabul etmektedir İş yerinde yaşanan fiziksel ve zihinsel stres, sosyal ilişkiler, psikolojik farklılıklar, kurumsal stratejiler gibi birçok faktör mobbing kapsamında değerlendirilmektedir . Mobbing iş yaşamında uzun süredir var olan, son yıllarda sık olarak tartışılan oldukça karmaşık, çok boyutlu ve disiplinler arası bir konudur . İlk olarak, Heinz Leymann 1980'li yıllarda, iş yaşamında çalışanlar arasındaki baskı, şiddet ve yıldırma hareketlerini tanımlamak için mobbing kavramından söz etmiştir. Her iş ortamında çatışma ve tartışmalar olabilir ancak günlük olaylar ve tekrarı olmayan durumlar mobbing olarak kabul edilmez. Bir davranışa Mobbing diyebilmemiz için bireyin iş yaşamında sistematik olarak, en az altı ay boyunca ve haftada bir kez psikolojik baskıya maruz kalması gerekmektedir.

İşyerinde gerçeklesen gaslight zamanla kişide kendine güven kaybı oluşturur kişinin yaptığı işin doğruluğunu sorgulamasına, kişinin kendinden şüphe etmesine sebep olur. Kendine güven kaybı kişinin yaşına, tecrübesine göre değişkenlik gösterirken yöneticinin baskısı ise cinsiyete, çalıştığı birime ve çalışma şekline göre değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir. (TAF Preventive Medicine Bulletin, 2013)

İşyerinde hemşirelere karşı gerçekleşen gaslight kişilerin iş görevlerini olumsuz yönde değiştirmesine ya da performansının negatif yönde etkilenmesine sebep olur. Hemşirelik mesleği hasta bireylerin sadece fiziksel bir tedavi süreci değil hasta bireylerin psikolojisini de destekleyen bir meslek gurubudur. Hemşireler psikolojik olarak negatif olduklarında hastalara da duyusal ve duygusal verimlilikleri düşmektedir. Bireylere görevi olmayan görevler yüklemek, çalışma alanında dışlamak ve iletişim kurmamak gibi sosyal izolasyon yoluyla, aşağılama ve alay etme yoluyla kişisel saldırıda bulunmak, topluluk içinde aşağılamak ya da eleştirmek ve

özel yaşam gibi bazı konularda asılsız söylentiler yaymak gibi davranışlar işyerinde uygulanan psikolojik yıldırma stratejilerinden bazılarıdır. İşyerinde bu ve benzeri olumsuz davranışların kasıtlı ve sürekli olarak tekrarlanması, mobbingin ortaya çıkmasına ve sonuç olarak bireyin işlevselliğinin bozulmasına, iş yaşamından uzaklaşmasına ve psikiyatrik bir takım şikayetlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Mobbing sonucunda bireylerde baş ağrısı, taşikardi, mide problemleri gibi fiziksel şikayetleri ve uyku bozuklukları, dikkat dağınıklığı, sosyal izolasyon, değişiklikleri gibi psikosomatik belirtiler oluşabilmektedir. Ruhsal olarak ise kişinin işe giderken isteksiz olması, veriminin düşmesi, hata payının artması, dikkat eksiği gibi birçok negatif etkileri vardır. (Akgeyik, Güngör ve Uşen, 2010)

Literatüre baktığımızda, ülkemizde farklı sektörlerde çalışan bireylerde mobbing sıklığını araştıran çalışma sayılarının son zamanlarda artmış olduğunu gözlemlenmiştir ancak mobbingin bir alt dalı, bir türü olan gaslight yani kişinin kendine güven kaybı oluşturan bu manipülasyon şekli ile ilgili az çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda Sivas il merkezinde farklı kamu kurum ve kuruluşlarında çalışan hemşire bireylerdeki işyerinde gaslighte uğrama sıklığına ve buna bağlı kendine güven kaybına etki eden ve gücün kötüye kullanılmasının etki ettiği faktörleri ve yöneticinin görevini kötüye kullanma düzeyini, mobbing uygulayan ve mobbing uygulanan kişilerin özelliklerini incelemeyi amaçladık.

Tablo 1. Bazı ülkelerde çeşitli ülkelerde ve Türkiye de hemşirelerde mobbing görülme sıklıkları

(TAF Preventive Medicine Bulletin, 2013: 12)

İspanya	(44) Fornés J, Cardoso M, Castelló JM, Gili M. Psychological harassment in the nursing workplace: an observational study. Archives of Psychiatric Nursing. 2011; 25(3): 185-94.	Hemşireler	285	Kesitsel	Katılımcıların %14,9 araştırmanın yapıldığı anda iş yerinde psikolojik olarak tacize uğradığını bildirmiştir.
Irak	(14) AbuAlRub RF, Khalifa MF, Habbib BM. Workplace violence among Iraqi hospital nurses. Journal of Nursing Scholarship. 2007; 39(3): 281-88.	Hemşireler	116	Tanımlayıcı (WHO/ILO/ICN/PSI Questionnaire	Katılımcıların %91'inin iş Yerinde üç veya daha fazla mobbinge maruz kaldığı bildirilmiştir.
Türkiye	(7) Yıldırım D, Yıldırım A, Timuçin A. Mobbing behaviors encountered by nurse teaching staff. Nursing Ethics. 2007; 4(4): 447-63.	Akademisyen Hemşireler	210	Tanımlayıcı	Katılımcıların %90'ının mobbing yaşadığı bildirilmiştir.
Türkiye	(50) Özturk H, Sökmen S, Yılmaz F, Çilingir D. Measuring mobbing experiences of academic nurses: development of a mobbing scale. Journal of the American Academy of Nurse Practitioners. 2008; 20: 435-42.	Akademisyen Hemşireler	162	Tanımlayıcı	Katılımcıların %61'inin meslek yaşamı boyunca en az bir kez mobbinge uğradığı belirtilmiştir

Türkiye	(51) Efe SY, Ayaz S. Mobbing against nurses in the workplace in Turkey. International Nursing Review. 2010; 57: 328-34.	Klinisyen hemşireler	206	Tanımlayıcı ve Niteliksel, fenomenolojik	Hemşirelerin %9,7'inin tanımlayıcı araştırma sonuçlarına göre, mobbing maduru olduğu ve aynı popülâsyonla yapılan odak grup görüşmelerinde ise katılımcıların %33'ünün mobing yaşadığını ifade ettiği bildirilmiştir

MOBBİNG/GASLİGHT SÜRECİ, DAVRANIŞ TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Mobbing ve gaslight basitten karmaşığa doğru giden dinamik bir süreçtir. Bireyin hissettiği huzursuzluk ve baskı çalışma ortamında zamanla artmakta ve en sonunda dayanılmaz hale gelmektedir.

Leymann, bu süreci 5 temel aşamada yapılandırmıştır: (Leymann 1990, 1996)

1. Kritik Olaylar/Anlaşmazlık Safhası:

Süreç, basit bir uyuşmazlık veya çatışma ile başlar. İş yerindeki bir olay, görüş ayrılığı veya yönetim tarzı, mobbinge zemin hazırlayan bir "kıvılcım" görevi görür.

2. Saldırgan Eylemler ve Psikolojik Baskı Safhası:

Mağdura karşı sistematik bir şekilde düşmanca davranışlar başlar. Bu aşamada iletişim kesilir, sosyal ilişkiler engellenir, itibar zedelenir ve iş performansı sabote edilmeye çalışılır.

3. Yönetimin Katılımı Safhası:

Üstler veya yönetim, durumu fark etmesine rağmen müdahale etmez veya doğrudan mobbinge katılır. Mağdur, iş yerinde "sorun çıkaran" kişi olarak etiketlenir ve savunmasız hale getirilir.

4. Yanlış Teşhis Safhası (Damgalanma):

Mağdurun yaşadığı baskı nedeniyle oluşan psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklar, yönetim veya iş yeri hekimleri tarafından "akıl hastası" veya "yetersiz" olarak damgalanır. Kişinin gerçekte yaşadığı sorunlar göz ardı edilir.

5. İşten Çıkarma veya İstifa Safhası:

Süreç, mağdurun ağır travmalar yaşayarak işten çıkarılması, zorunlu istifası veya kendi isteğiyle işten ayrılmasıyla sonuçlanır.

Leymann'a Göre Sürecin Kritik Şartları:

- Süre: Eylemlerin uzun süreli olması (genellikle en az 6 ay).
- Sıklık: Davranışların sürekli ve sistematik olması.
- Amaç: Kişiyi yıldırarak işten uzaklaştırmak

Leymann, mağdura yöneltilen 45 farklı davranışı beş grupta sınıflandırmıştır:

(Leymann 1996)

- **İletişim Oluşumunu Etkilemek**:

Çalışanın kendini ifade etmesini, grupta varlığını göstermesini ve çevresi ile sağlıklı iletişim kurmasını engellemek amacıyla, çalışanın sözünü sıkça kesmek, kendini göstereceği işleri yapmasına engel olmak, yaptığı işi eleştirmek, herkesin önünde yüksek sesle azarlamak, özel yaşamını eleştirmek, jest, mimik ve bakışlarla kurulmak istenen ilişkiyi geri çevirmek, yazılı veya sözlü olarak tehdit etmek bu grupta ele alınmaktadır.

- **İtibara Saldırılar:**

Çalışanı gülünç duruma düşürmek, kişisel özellikleriyle ile alay etmek, kararlarını sürekli sorgulamak, küçük düşürücü lakaplarla seslenmek, başarılarını küçümsemek, hakkında dedikodu çıkarmak, davranışlarını uygunsuz şekilde taklit etmek gibi davranışlar sayılabilir

- **Sosyal İlişkilere Saldırılar:**

Çalışanın iş arkadaşlarının onunla konuşmaması, sanki orada değilmiş gibi davranılması, sosyal toplantılara davet edilmemesi, odasının diğerlerinden izole bir yere taşınması, çalışanın sosyal ilişki kurma hakkının elinden alınarak işyerinde sosyal ilişkilerinin engellenmesi bu guruptadır.

- **Yaşam Kalitesi ve Mesleki Duruma Saldırılar**:

Çalışanın niteliklerine özgü görevler yerine, görevi olmayan herhangi birinin yapabileceği rutin, anlamsız, amaçsız ya da çalışanın özgüvenini olumsuz etkileyecek, nitelikleriyle bağdaşmayan işlerin verilmesi, kişinin mesleki bilgi ve becerisinin sorgulanması gibi davranışlar yer almaktadır

- **Sağlığa Doğrudan Saldırılar:** Fiziksel tehdit, cinsel taciz, ağır iş yükü;

Çalışanın fiziksel şiddet ile tehdit edilmesi, doğrudan ya da dolaylı olarak fiziksel zarara uğratılması, fiziksel olarak ağır iş görevleri verilmesi yer almaktadır.

GASLİGHT VE HEMŞİRELİK

Mobbing ile yapılan araştırmalar hemşirelerin sıklıkla mobbing mağduru olduğunu ortaya koymuştur. Ancak gaslightin nasıl yansıdığını kişinin güven kaybını ve yöneticinin davranışını ortaya koyan araştırmalara rastlanılmamıştır. Hemşireler, çoğunlukla kadın olmasından dolayı, duygusal olarak daha hassas olduklarından ötürü mobbing yaşama açısından yüksek risk taşımaktadırlar. Hemşireler, gaslighte maruz kaldıklarında travma sonrası stres bozukluğu, anksiyete, uyku bozuklukları ve kendine güven kaybı ve ciddi psikolojik sonuçlarla karşı karşıya kalabilirler. İleri aşamalarında, işe devamsızlık, istirahat alma, mallara zarar verme, hukuki davalarda, personel döngü hızında artışlar gözlenir, hemşirenin performansı ve verimliliği azalabilir. Hata payını, çalışma istek ve kalitesinde artabilir. Hem fiziksel hem de sözlü şiddet olayları, hemşirelik mesleğini bırakma isteğini de arttırmaktadır. Mobbinge maruz kalma ile olumsuz psikososyal çevre ve hemşirelik mesleğine bağlılık arasında bağlılık olduğu çalışmalar neticesinde ortaya koyulmuştur.

Gücünü kötüye kullanan bir yönetici ile çalışmak hemşirenin tedavi ve bakım sürecinde hemşirenin karar verme ve uygulama noktasını olumsuz etkiler. Gücünü kötüye kullanarak çalışanları kendine bağlı hale getiren bir yönetici hemşirenin kendi kendine karar vermesine engel olur. Kişinin kendisinde güven kaybı oluşmasına ‘’acaba ben doğrumu yapıyorum ‘’ diye kendisini sorgulamasına sebep olur. Manipüle ederek işin her aşamasında kendine danışılmasını sağlar. Çalışan bireylerin düşünce, öneri ve şikâyetlerini görmezden gelerek çalışanları değersizleştirir. Herhangi bir fikir ayrılığında eleştiri kabul etmeyerek hep kendini haklı gösterir ve bunu bulunduğu yönetici konumunu kötüye kullanarak, çalışan personele uyguladığı çeşitli mobbing türleri ile

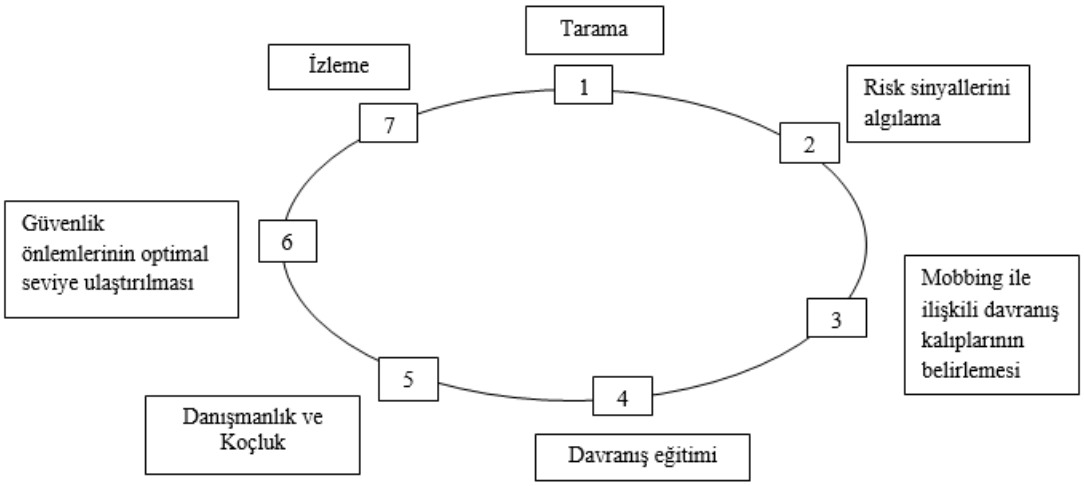
yapar. Bunlardan biri ise gaslighttir. Çalışan bireyi manipüle ederek konu ile alakalı bilgisinin yetersiz olduğuna, bilmediğine yada yanlış bildiğine, yanlış hatırladığına ikna eder.

Gaslighte uğrayan bir hemşirenin, iş veriminin veya motivasyonun azalması doğrudan hasta/sağlıklı bireylerin bakım kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Hasta bakım kalitesinin azalması ise hasta bireyin sağlığını olumsuz olarak etkileyerek hastanede kalış süresinin uzaması buna bağlı hastane enfeksiyonu ve iyileşme inancında kayıp gibi pek çok risk faktörünün artmasına neden olabilecektir. Mutsuz, uykusuz, anksiyeteli, dikkati dağılmış, kendine güven eksikliği olan, iyilik hali sarsılmış hemşirelerin tedavi ve bakım sürecini başarı ile yürütmesi ve kaliteli hizmet sunması oldukça zordur. Aynı zamanda, mobbing mağduru olan gücünü kötüye kullanan bir yönetici ile çalışan hemşireler, malpraktis (hatalı uygulama) açısından yüksek risk taşıyabilmektedir. Hemşirelikte, gaslinght derinlemesine incelenmesi ve ele alınması gereken bir konudur.

MOBBİNG İLE BAŞA ÇIKMA

Mobbingi önleme yaklaşımları yaygın olarak çevresel, örgütsel ve davranışsal olmak üzere üç şekilde sınıflandırılmaktadır (Göymen, 2020; Kırel, 2007). Çevresel yaklaşımlar, gerekli koruyucu önlemlerin alınmasını içermektedir. Örgütsel yaklaşımlar, yöneticilerin mobbing davranışlarına eğilimi olan kişileri belirlemesi ve ilgili tedbirlerin alınmasını ifade etmektedir. Davranışsal yaklaşımlar ise duygusal zekâsı yüksek, liderlik özelliklerine sahip ılımlı çalışanların, saldırgan davranışları önlemede model olmaları, denge sağlamaları ve olumlu davranışları pekiştirmelerini içermektedir. Ayrıca eğitim seminerleri, resmi olmayan toplantılar ya da kutlamaların mobbingi önlemek üzere kullanılması önerilmektedir (Kırel, 2007). Steffgen'in (2008) mobbing ile ilgili teorik modellere yer verdiği çalışmasında belirttiğine göre Mantell ve Albrecht tarafından mobbingin önlenmesinde uygulanabilecek yedi adımlık bir çember geliştirilmiştir. Sağlık kurumlarında da rahatlıkla kullanılabileceği düşünülen mobbingin önlenmesi çemberi ilgili çalışmadan uyarlanarak Mantell ve Albrecht' in Mobbingi Önlenme Çemberi oluşturulmuştur (Steffgen, 2008).

Tablo 2 : Mobbingi Önlenme Çemberi



- Tarama
- Risk Sinyallerini Algılama
- Mobbing Davranış Kalıplarını Belirleme
- Davranış Eğitimi
- Danışmanlık ve Koçluk
- Güvenlik Önlemlerini Optimal Seviyeye ulaştırma
- İzleme

Mobbinge maruz kalan hemşirelerin yarısı mobbingi bildirmenin herhangi bir değişiklikle sonuçlanacağına inanmamakta ve sorunlu bir çalışan olarak algılanmaktan kaçınmak için mobbingi bildirmemeyi seçmektedir (Václavíková ve Kozáková, 2020). Bu nedenle kurumda etkili bir mobbing tanımlama ve müdahale sistemi oluşturulmalıdır. (Sayılan ve Aydın 2020). Mobbingin belirlenmesine yarayacak soru formları ya da ölçeklerin periyodik olarak kullanılması sağlık çalışanların mobbingi ifade etmelerini kolaylaştıracaktır (Brown ve Duffy 2018). Mobbingi tanımlamada; "Mobbing nedeni olan anlaşmazlığın ilk ortaya çıkış sebebi nedir?", "Anlaşmazlık kapsamında yer alan kişiler ve gruplar kimlerdir?" ve "Mobbing nasıl gelişti?" gibi soruların kullanılması önerilmektedir (Göymen, 2020). Mobbing sürecinde bireysel başa çıkma stratejileri geliştirmek de oldukça önemlidir. Mobbing yaşayan kişi hedef koyma, özgüven ve bilinç geliştirme, güçlü ve zayıf yönleri tanıma, stresle başa çıkma yollarını kullanma gibi bireysel güçlenme yöntemlerini geliştirmelidir (Göymen, 2020). Ayrıca başa çıkmayı kolaylaştırmada mobbingden etkilenen kişi ve ailesine psikolojik danışmanlık yolu açık tutulmalıdır (Brown ve Duffy 2018). Mobbingle başa çıkmada örgütsel olarak; misyon ve vizyonun anlaşılır biçimde paylaşılması, iş yeri kültürünün oluşturulması, görev ve sorumlulukların netleştirilmesi, çalışanlara değer verildiğinin, övgü, takdir, adalet duygularının hissettirilmesi, çalışanların fikir ve görüşlerinin önemsenmesi, eğitim ve toplantılardan tüm çalışanların haberdar edilmesi, yöneticilere iş ahlakı, kültürü, iletişim ve kriz yönetimi konularında periyodik eğitimler verilmesi, açık kapı politikasının (çalışanlar, kapalı kapılar ardında neler planlandığını düşünerek güven sorunu yaşamamalıdır) uygulanması, çalışanlara periyodik olarak çatışma, saldırı ve arabuluculuk eğitimlerinin verilmesi, arabuluculuk birimi kurulması öneriler arasında yer almaktadır (Göymen, 2020). Tüm başa çıkma uygulamalarına karşın mobbing mağduriyeti devam ediyorsa hukuki mücadele süreçleri başlatılmalıdır.

Yapılan çalışmaların ortak bir sonucu olarak mobbing etik bir davranış değildir denilebilir. Hemşirenin mobbinge uğraması aile hayatını, kurumu, hasta ve hasta bakımını, toplumu olumsuz etkilemektedir.

Çalışma şartları, görev ve sorumlukları ile mobbinge yatkın bir meslek olan hemşirelik mesleğinde hemşireliğin gaslight ve sonuçlarından korunması gerekir. Her meslek alanlarında olduğu gibi hemşirelikte de gaslight; eğitimle, yönetsel destek, hukuki düzenleme ve toplumsal bilinç oluşturularak engellenebilecek bir mobbing türüdür. Hemşirelerde gaslight görülme sıklığı henüz net bir sonuç vermiş değildir. Bu nedenle, hemşirelere gaslight/mobbing uygulama sıklığı, nedenleri, etkileri, uygulayıcılar ve özellikleri araştırılmalı, daha da önemlisi hemşireye uygulanan mobbingin, hasta bakım faaliyetlerine, hizmet kalitesine nasıl yansıdığı araştırmalı ve sonuçları ortaya konmalıdır.

HİPOTEZLER

Hipotez 1:

H_1: Cinsiyete Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 2:

H_1: Yaşa Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 3:

H_1: Eğitim durumuna Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 4:

H_1: Çalıştığı birime Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 5:

H_1: Çalışma yılına Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 6:

H1: Çalışma şekline Göre katılımcıların kendine güven kaybı düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tablo 3:

DEĞİŞKEN	ALT KATEGORİ	FREKANS	YÜZDE
Cinsiyet	Kadın	100	67,1
	Erkek	49	32,9
Eğitim Durumu	Lise	36	24,2
	Önlisans	33	22,1
	Lisans	72	48,3
	Lisansüstü	8	5,4
Çalıştığı Birim	Servis	78	52,3
	Yoğun Bakım	61	40,9
	Steril Alan	10	6,7
ÇALIŞMA YILI	1 Yıldan az	19	12,8
	1-5 Yıl	58	38,9
	6-10 Yıl	45	30,2
	10+ Yıldan fazla	27	18,1
Çalışma Şekli	Sadece Gündüz	41	27,5
	Gündüz-Gece	108	72,5

Tablo 3'de araştırmaya katılan katılımcıların demografik özelliklerine yönelik frekans ve yüzdelik dağılım bilgileri verilmiştir.

Cinsiyete göre katılımcıların 100 kişi kadın 49 kişi erkek katılımcıdan oluşmaktadır. Eğitim durumuna göre katılımcılar 36 kişi lise eğitim durumu, 33 kişi Önlisans eğitim durumu, 72 kişi lisans eğitim durumu ve 8 kişi lisansüstü eğitim durumundan oluşmaktadır. Çalışma birimine göre katılımcıların 78 kişi servis 61 kişi yoğun bakım 10 kişi steril alan çalışanlarından oluşmaktadır. Çalışma yılına göre 1 yıldan az çalışan 19 kişi 1-5 yıl çalışan 58 kişi 6-10 yıl çalışan 45 kişi 10 yıldan fazla çalışan 27 kişiden oluşmaktadır. Çalıştığı birime göre sadece gündüz çalışan 41 kişi hem gündüz hem gece çalışan kişi 108 kişiden oluşmaktadır.

Tablo 4: Faktörlerin Güvenilirlik Analizi

Faktör	Cronbach's Alpha Katsayısı	Madde Sayısı
Kendine güven kaybı	0,860	5
Gücün kötüye kullanılması	0,830	6

Tablo 4'de faktörlerin güvenilirlik katsayıları verilmiştir. İlgili tablo incelendiğinde Kendine güven kaybı ve Gücün kötüye kullanılması faktörlerinin Cronbach alpha katsayılar oldukça güvenilir düzeyde bulunmuştur. Yani katılımcıların iç tutarlılık anlamında oldukça güvenilir bir şekilde anketi cevapladıkları söylenebilir.

Tablo 5: Faktörlerin Cinsiyete Göre Fark Analizi

Faktör	Gruplar	N	Ortalama	t	P
Kendine güven kaybı	Kadın	100	2	-0,099	0,921
	Erkek	49	2,02		
Gücün kötüye kullanılması	Kadın	100	2,40	-0,779	0,437
	Erkek	49	2,53		

Tablo 5'te hemşirelerin cinsiyetine göre kendine güven kaybı ve gücün kötüye kullanılması faktörlerinde anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 6: Faktörlerin Eğitim Durumuna Göre Fark Analizi

ANOVA						
Faktörler		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	P
Kendine güven kaybı	Gruplar Arası	,071	3	,024	,026	,994
	Gruplar İçi	131,556	145	,907		
	Toplam	131,627	148			
Gücün kötüye kullanılması	Gruplar Arası	1,659	3	,553	,559	,643
	Gruplar İçi	143,529	145	,990		
	Toplam	145,188	148			

Tablo 6'da hemşirelerin eğitim durumuna göre kendine güven kaybı ve gücün kötüye kullanılması faktörlerinde anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 7: Faktörlerin Çalışma Birimine Göre Fark Analizi

ANOVA						
Faktörler		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	P
Kendine güven kaybı	Gruplar Arası	0,780	2	0,390	0,435	0,648
	Gruplar İçi	130,847	146	,896		
	Toplam	131,627	148			
Gücün kötüye kullanılması	Gruplar Arası	2,317	2	1,158	1,184	0,309
	Gruplar İçi	142,871	146	0,979		
	Toplam	145,188	148			

Tablo 7'de hemşirelerin çalıştığı birime göre kendine güven kaybı ve gücün kötüye kullanılması faktörlerinde anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 8: Faktörlerin Çalışma Yılına Göre Fark Analizi

ANOVA						
Faktörler		Kareler Toplamı	s.d.	Kareler Ortalaması	F	P
Kendine güven kaybı	Gruplar Arası	10,836	4	2,709	3,229	,014
	Gruplar İçi	120,791	144	,839		
	Toplam	131,627	148			
Gücün kötüye kullanılması	Gruplar Arası	4,371	4	1,093	1,117	,351
	Gruplar İçi	140,817	144	,978		
	Toplam	145,188	148			

Tablo 8'te hemşirelerin çalışma yılına göre kendine güven kaybı faktöründe anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0,014<0,05).

Farklılığın hangi alt gruplarda olduğu tespit etmek için çoklu karşılaştırma testlerinde tukey testi yapılmıştı ve sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9: Tukey Testi Sonuçları

Faktör	Gruplar	Ortalamalar Farkı	P
Kendine Güven Kaybı	1 yıldan az ile 1-5 yıl	,02087	1,000
	1 yıldan az ile 6-10 yıl	,19275	,867
	1 yıldan az ile 10+ yıl	,74386*	,037
	1-5 yıl ile 6-10 yıl	,17188	,779
	1-5 yıl ile 10+ yıl	,72299*	,005
	6-10 yıl ile 10+ yıl	,55111	,068

Kendine güven kaybı faktörü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Anlamlılık Değeri (Sig.): \(0,014\) Bu değer \(0,05\)'ten küçük olduğu için, çalışma yılına göre gruplar arasında kendine güven kaybı açısından belirgin bir fark olduğu söylenebilir. Gücün Kötüye Kullanılması faktörü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Anlamlılık Değeri (Sig.):\(0,351\) Bu değer \(0,05\)'ten büyük olduğu için, çalışma yılındaki değişimin gücün kötüye kullanılması algısı üzerinde istatistiksel olarak bir etkisi bulunmamıştır.

Hemşirelerin kendine güven kaybı faktöründe, 1 yıl ve altı ile 10 yıl ve üstü çalışanları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır(p=0,03<0,05). 1 yıl ve altı çalışanları ile 10 yıl ve üstü çalışanların kendine güven kaybı düzeyindeki fark 0,74 olarak bulunmuştur, bu durumda 1 yıl ve altı çalışanların kedine güven kaybı 10 yıl ve üstü çalışanlarınkinden daha fazladır.

Tablo 10 : Faktörlerin Çalışma Şekline Göre Fark Analizi

Faktör	Gruplar	N	Ortalama	t	P
Kendine güven kaybı	Gündüz	41	1,6244	0,793	0,124
	Gündüz Gece	108	2,1556	0,957	0,092
Gücün kötüye kullanılması	Gündüz	41	2,0195	0,910	0,142
	Gündüz Gece	108	2,6056	0,975	0,093

Tablo 10'da Çalışma şekline göre her iki faktörde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p<0,05).

Kendine güven kaybı faktöründe sürekli gündüz çalışanların ortalaması 1,62, gündüz – gece çalılşanların ortalaması 2,15 olarak bulunmuştur, bu durumda gündüz – gece çalışanların kendine güven kaybı düzeyi sürekli gündüz çalışlarınkinden daha fazladır.

SONUÇ VE ÖNERİ

Çalışma ortamı, bireyin toplumda belirli bir rol oynaması için hayati önem taşır (Bostan ve Erbil 2004). İşyerinde mobbing, çalışanların çalışma yaşamlarını olumsuz etkileyen Bir durumdur (Leymann (1990). Gaslight yaygın kullanılan bir işyeri mobbingidir. Yapılan literatür taraması ve gaslight inceleme süreci sonucunda hemşirelerin mobbinge uğrama oranı oldukça yüksektir. Hemşirelerin çoğunun kadın olması ve kadınların duygusal olarak daha hassas olması konuyla ilişkilidir.

Bu araştırmada hemşirelerin çalışma biriminde yöneticisinin uyguladığı manipülasyonlarr doğrultusunda uğradığı mobbing türü olan gaslighti incelemiştir. Çalışma sonucunda kişileirn çalışma yılı ve çalışma şekli gaslighte uğrama düzeyi ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmada ulaştığımız sonuca göre çalışma yılı arttıkça

kişiler manipülasyonu ve mobbingi kontrol edebiliyor , yöneticinin de kişiyi baskılama düzeyi azalıyor. Çalışma şeklini incelediğimizde ise gece çalışanların kendine güven kaybı gündüz çalışanlardan daha fazladır. Bunun sebebi olarak gece kişilerin dikkat dağınıklığının arttığını, uzun süre uykusuz ve aktif çalıştıklarını, nöbet tesliminde yöneticinin açık arama , şüpheye düşürme , kişinin benlik algısı ile oynamasının daha olanaklı olduğunu gösterebiliriz.

Mobbing yaşamış bireylerde, aile ilişkileri de bozulmaktadır. Ayrıca, eşler arasındaki ilişki, ebeveyn-çocuk ilişkisi ve çocukların psikolojik gelişimleri olumsuz etkilenmektedir (Gökçe 2006). Güvensiz bir çalışma ortamı, çalışanlar arasında huzursuzluk, kişilerarası sorunlar ve çalışanların iş verimi ve iş doyumu üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir (Köse ve Uysal 2010; Tigrel ve Kokalan 2009). Sağlık çalışanları tarafından yapılan mobbing, iş performanslarını, iş mutluluğunu, sosyal ilişkilerini ve ruh sağlığını olumsuz etkiler (Dikmetaş, Top ve Ergin, 2011). Hemşirelikte ise hasta bakım kalitesini düşürmektedir. İş hayatından keyif alamayan işe mutlu gelmeyen bir hemşire hastaya bakım verirkende güler yüzlü ve verilmi olamaz. Bu sebeple hem çalışan bireyin (hemşirenin) hemde hasta bireyin güvenliği açısından bireysel ve kurumsal önlemler alınmalı gaslight in önüne geçilmelidir. Bununla ilgili yapılabilecekler ;

- Çalışanlar hem mesleki eğitimleri hem de hizmet içi eğitimleri sırasında mobbing ile ilgili politikalara ve uygulamalara yönelik eğitimler almalıdır. Bu eğitimler, bilgi, beceri ve hukuki hakları konularını içerecek şekilde planlanmalıdır.
- Çalışanlar, kendi yaşadığı ya da şahit olduğu mobbing durumunu bildirmeleri için cesaretlendirilmelidir.
- Kişi bireysel olarak ise içinde bulunduğu veya olası mobbingle mücadele etmek için özbenlik eğitimlerine , stresle baş etme, etkili problem çözme becerisi, çatışma yönetimi gibi sağlık eğitimleri bireyi güçlendirerek mobbingle mücadele becerisi kazanmasında etkili yöntemlerdir.
- Kişi yaşadıklarını mutlaka ailesi ve arkadaşları ile paylaşmalıdır. Asla kendini izole etmemeli, özgüvenini artıracak, sevdiği işlerle uğraşarak yeni beceriler geliştirmelidir.
- Yönetime konuyu taşımalı ve gerekli hukuki işlemleri başlatmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamda yol göstericim olan saygı değer hocam Dr. Öğretim Üyesi Zafer Yıldız'a , yürüdüğün yolda arkandayım diyen kıymetli eşime , ben bu yolda yürürken her daim arkamda evlatlarıma bakan anneme , bana desteklerini hiç esirgemeyen canım babama ve yapamıyorum diyip tükendiğim zaman "sen yaparsın Cansu " diyip beni yüreklendiren içimdeki sese teşekkür ederim

Kaynakça

Cemre Cantürk Sağlık Yönetimi Açısından Mobbing Ve Sağlık Çalışanlarının Mobbinge Bakış Açısının İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması İstanbul Ocak 2025

Gaslighting and Interpersonal Relationships: Systematic Review Gaslighting ve Kişilerarası İlişkiler: Sistematik Derleme Çalışması Büşra Akdeniz1, Hüdayar Cihan1 1Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry 2024; 16(1):146-158 doi: 10.18863/pgy.1281632

Leymann, H. (1990). İşyerlerinde mobbing ve psikolojik terör. Şiddet ve mağdurlar, 5(2), 119-126. Leymann, H. (1996). İşyerinde mobbingin içeriği ve gelişimi. Avrupa iş ve örgüt psikolojisi dergisi, 5(2), 165-184.

Akgeyik, T., Güngör Delen, M., Uşen. Ş., ve Omay, U. (2010). İşyerinde psikolojik taciz olgusu: niteliği, yaygınlığı ve mücadele stratejisi. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 1, 91–150.

Brown, JE ve Duffy, M. (2018). İşyerinde Zorbalık ve Mobbinge Maruz Kalanlar İçin Koçlukta En İyi Uygulamalar. Amerika Birleşik Devletleri'nde İşyeri Zorbalığı ve Mobbing [2 cilt], 315.

Václavíková, K. ve Kozáková, R. (2020). Genel hemşirelerin yaşadığı mobbing ve ilgili faktörler: kapsam belirleme incelemesi

Sayılan, AA ve Aydın, A. (2020). Sağlık çalışanları arasında mobbing: Araştırma bulgularının ve mücadele yöntemlerinin incelenmesi. İnsan Bilimleri Dergisi, 17(1), 185-193.

Steffgen, G. (2008). İşyerinde fiziksel şiddet: Sağlık üzerindeki sonuçları ve önleme tedbirleri. Avrupa uygulamalı psikoloji incelemesi, 58(4), 285-295.

ZnO-NP GREEN SYNTHESIS FROM SAGE (*Sideritis montana*) EXTRACT

Farooq Ali OBAİD

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Tokat-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0009-0007-9869-7000

Fatma GEDİKLİ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Tokat- Türkiye, ORCID: 0000-0001-6156-4203

Ayşegül ŞENOCAK

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Tokat- Türkiye, ORCID: 0000-0001-9210-4621

ABSTRACT

Nanotechnology has stood out as one of the fastest developing fields in science and technology recently. To study at nanometer scale significantly changes the physical, chemical and biological properties of materials. Thus, the nano scale make it possible to develop new functional materials with high-performance for many fields such as chemistry, medicine, energy and environment. By inspiring these versatility, ZnO nanoparticles was produced with sage (*Sideritis montana*) plant extract under green chemistry principles in this study. For production, the water solution of zinc acetate salt was combined with the water extract of sage. The product, obtained by centrifuge, was characterized by UV-vis and FT-IR spectroscopic methods. The stretching and bending bands observed in FT-IR spectrum pointed out the existence of phytochemicals from sage extract acting as a stabilizing agent. Besides, the broad band at 234 nm in UV-vis spectrum was further confirmed the formation of semiconductor ZnO nanoparticles (E_g=2.96 eV). The prepared nanoparticles exhibited high (81.00%) DPPH scavenging activity.

Keywords: nanotechnology, nano particle, sage, zinc oxide, green chemistry, DPPH

ADAÇAYI (*Sideritis montana*) EKSTRAKTINDAN ZnO-NP YEŞİL SENTEZİ

ÖZET

Nanoteknoloji, son yıllarda bilim ve teknolojide en hızlı gelişen alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Nanometre ölçeğinde çalışmak maddelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde değiştirir. Böylelikle, nano ölçek kimya, tıp, enerji ve çevre gibi birçok alanda yüksek performansa sahip yeni fonksiyonel malzemelerin geliştirilmesinin mümkün kılar. Bu çok yönlülükten ilham alarak, bu çalışmada, yeşil kimya ilkeleri kapsamında, adaçayı bitkisiyle ZnO nanoparçacıklar üretildi. Üretim için çinko asetat tuzunun sulu çözeltisi, adaçayının sulu çözeltisi ile bir araya getirildi. Santrifüjlemeyle elde edilen ürün UV-vis ve FT-IR spektroskopik metotlarıyla karakterize edildi. FT-IR spektrumunda gözlemlenen gerilme ve eğilme bandları, kararlı kılıcı ajan olarak davranan adaçayı ekstraktı kaynaklı fitokimyasalların varlığına işaret etti. Ayrıca, UV-vis spektrumunda 234 nm' de ki geniş band da yarıiletken ZnO nanoparçacıkların oluşumunu doğruladı (Eg=2.96 eV). Hazırlanan nanoparçacıklar yüksek (%81,00) DPPH süpürme aktivitesi sergiledi.

Anahtar kelimeler: nanoteknoloji, nano parçacık, adaçayı, çinko oksit, yeşil kimya, DPPH

GİRİŞ

Nanoteknoloji, atomik ve moleküler ölçekte malzemelerin incelenmesi, tasarlanması ve üretilmesiyle ilgilenen disiplinler arası bir bilim ve teknoloji alanı olarak tanımlanmaktadır. Bu ölçekte yapılan çalışmalar, malzemelerin temel özelliklerinin kontrollü bir şekilde değiştirilmesine olanak sağlamaktadır (Roco, 2003).

Nano malzemelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri; kuantum etkileri ve artan yüzey alanı/hacim oranı nedeniyle kütlesel (bulk) hâllerinden önemli ölçüde farklılaşmaktadır (Bhushan, 2017). Nanoteknolojinin önemi yalnızca boyut küçültmeye indirgenemez. Asıl önem, maddenin yapısal, elektriksel, optik ve kimyasal özelliklerinin yeniden düzenlenebilmesinde yatmaktadır. Bu yönüyle nanoteknoloji; kimya, fizik, malzeme bilimi, biyoloji ve mühendislik gibi birçok alanın kesişim noktasında yer almaktadır (Perker, 2010). Nano malzemelerin sahip olduğu bu üstün özellikler kimya, tıp, enerji ve çevre gibi birçok alanda yüksek performanslı ve fonksiyonel yeni malzemelerin geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Bu nedenle nanoteknoloji, günümüzde lisansüstü akademik çalışmaların temel araştırma alanlarından biri hâline gelmiştir (Kumar & Kumbhat, 2016).

Nanomalzemelerin sentezinde temel olarak iki ana yaklaşım kullanılmaktadır: üstten-aşağı (Top-down) ve alttan-yukarı (Bottom-up) yöntemler. Üstten-aşağı yaklaşımda, büyük boyutlu malzemeler fiziksel veya mekanik işlemlerle nanoboyutlara indirgenirken; alttan-yukarı yaklaşımda atomlar veya moleküller kontrollü bir şekilde bir araya getirilerek nanoyapılar oluşturulmaktadır (Cao & Wang, 2011).

Özellikle kimyasal ve biyomedikal uygulamalarda, parçacık boyutu ve morfolojisinin hassas şekilde kontrol edilebilmesi nedeniyle alttan-yukarı yöntemler daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu kapsamda kimyasal indirgeme, çöktürme ve yeşil (biyolojik) sentez teknikleri ön plana çıkmaktadır (Kumar vd., 2021). Ayrıca taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve geçirimli elektron mikroskobu (TEM) gibi ileri karakterizasyon tekniklerinin gelişmesi, nanomalzemelerin yapısal ve morfolojik özelliklerinin ayrıntılı biçimde analiz edilmesini mümkün kılmıştır (Buzea vd., 2007).

Yapılan çalışmalardan elde edilmiş olan bulgular çevre yanlısı, düşük toksisiteli, canlı hücrelerden nanoparçacık üretimini esas alan Yeşil Nanoteknoloji kavramının sentez yöntemleri arasında öne çıkmasını sağlamıştır. Bu kavram atık ürünlerin oluşturduğu sorunların çözülmesine yardımcı olan, insan sağlığı açısından risk teşkil etmeyen, pratik teknikleri, nanoteknoloji alanı içinde inceleyen çalışma teknikleri şeklinde ifade edilmektedir. Yeşil nanoteknoloji çalışmaları dahilinde bitki ekstraktları (*Aloe vera, Azadirachta indica, Camellia sinensis, Jatropha curcas* ve *Acalypha indica* gibi) ve mikroorganizmalardan yaygın olarak yararlanılmaktadır (Beykaya & Çağlar, 2016).

Nanoparçacıklar, nanometre ölçeğinde boyutlara sahip olmaları nedeniyle yüksek yüzey enerjisi ve özgün yapısal özellikler gösteren yapılardır. Bu özellikler, nanoparçacıkların geleneksel malzemelere kıyasla daha yüksek reaktivite ve fonksiyonellik sergilemesine neden olmaktadır (Khan vd., 2019). Bu avantajlar sayesinde nanoparçacıklar; ilaç taşıma sistemleri, kataliz, çevresel arıtım, biyosensör uygulamaları, kozmetik, kanser tedavisi, DNA etiketleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Daniel & Astruc, 2004; Yavuz & Yılmaz, 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalar, doğal, tesadüfi ve mühendislik ürünü nanoparçacıkların çevresel ve endüstriyel sistemler üzerindeki etkilerinin giderek arttığını ortaya koymaktadır. Bu durum, nanoparçacıkların özelliklerinin ve potansiyel etkilerinin bilimsel ve sistematik bir şekilde incelenmesini gerekli kılmaktadır (Hochella, 2019).

Çinko oksit (ZnO), oda sıcaklığında 3,4 eV geniş iletim bant aralığına ve 60 meV gibi büyük bir bağlanma enerjisine, 0,4-2 μ optik dalga boyu aralığında yüksek geçirgenliğe sahiptir. 3,4 eV daha büyük iletim bant aralığına sahip bileşikler bulunsa da, 60 meV gibi bir bağlanma enerjisi değerine sahip olması, optik pompalama için düşük eşik değerine sahip olması, radyasyon direnci ve biyo-uyumluluğu gibi özellikleriyle birçok aygıt yapımı için ideal bir adaydır. Erime noktası yaklaşık 1975 °C, atom ağırlığı 81.408 g/mol, yoğunluğu 5.606 g/cm^3 ve ısı kapasitesi 40,3 J/mol K'dir (Singh vd., 2007; Jagadish & Pearton, 2011). Geniş bant aralığına sahip yarı iletkenliği, yüksek mekanik, termal ve kimyasal kararlılığı, yüksek bağlanma enerjisi, düşük fiyatı, elektriksel, optoelektronik ve piezoelektrik özellikleri, uygun elementlerle doplandığında gösterdiği yüksek iletkenlik özelikleri ZnO nanoyapılarının çok geniş uygulama alanlarında kullanımını mümkün kılmaktadır (Romero vd., 2006; Ergin vd., 2009).

ZnO toksik olmaması ve cilde uyumlu olması; UV azaltıcı etkisi gibi özellikleri ile insan sağlığı ile ilgili alanda da kullanımını beraberinde getirmektedir. ZnO nanoparçacıkların (ZnO-NP) organik çözücüler ile uyumluluk göstermesi birçok malzeme prosesine katılımını ve geniş bant aralığına sahip olması ise nano ölçekli optoelektronik ve piezoelektrik nanojenaratörlerle birlikte biyoteknolojide kullanılmasını sağlamaktadır (Padmavathy & Vijayaraghavan, 2008). ZnO-NP yüzey boyalarına ilave edildiğinde, dokumalara ve plastik gibi malzemelerle katıldığında faydalı antibakteriyel ve mantar önleyici ajanlar halini almaktadırlar. Boya yapımında ZnO-NP' ın kullanılması boyaya koku önleyici, UV emici ve antibakteriyel

özellik kazandırmaktadır. ZnO-NP kozmetik uygulamalarda, bakteri ve mantarların gelişimini önlemesinin yanında nano boyuta indiğinde şeffaf hale gelmesi, UVA ve UVB ışınlarına karşı koruma özellikleriyle kişisel bakım ürünlerinin başta güneş kremlerinin üretiminde oldukça yaygın olarak tercih edilmektedir. Nanoparçacıklar bazı tekstil ürünlerine ilave edildiğinde uzun süreli antimikrobiyal özellik sağlarlar, böylece kullanıldığı yüzeylerde mikropların büyümesinin engellenmesi için uygun ortam yaratılmış olur. Ayrıca tekstil ürünlerinde ZnO parçacıkların kullanılması UV ışınlarına karşı koruma sağlar ve renksiz olduğundan insan gözüyle fark edilmez (Çeliker, 2008; Arığ, 2010).

Bu çalışmada nanoparçacık sentezi için kullanılan adaçayı, tek veya çok yıllık, tüylü, düz yapraklı, çiçek halkaları çok sayıda ve küme halinde bulunan otsu veya kısa çalılar olarak görülebilen basit gövdeli bir bitkidir (Davis, 1982). İçlerinde özellikle diterpenoidlerin bulunduğu çok sayıda biyoaktif sekonder metabolit içerirler (Venditti ve ark., 2016). *Sideritis montana*'nın da ait olduğu Sideritis cinsine mensup birçok tür, geleneksel olarak çay hazırlamada kullanılır. Çayları hem hoş aromaya sahip olmaları hem de tedavi edici özellikleri nedeniyle dünya genelinde "dağ çayı" olarak tüketilmektedir. Sideritis türlerinin antimikrobiyal, antioksidan, diüretik gibi çok sayıda biyolojik aktiviteye sahiptir (Akbaba, 2021).

ZnO-NP' lar çok geniş kullanım alanları, toksik olmaması, yeşil kimya ile de kolaylıkla sentezlenebiliyor olması sayesinde ilgi çekmekte ve üzerine yapılan çalışmalar günden güne artmaktadır (Prasad ve ark., 2009; Janaki ve ark., 2015; Srivastava ve ark., 2013; Upadhyaya ve ark., 2018; Mirza ve ark., 2023; El-Khawaga ve ark., 2023; Mahajan ve ark., 2025). Ancak her bir çalışmada sentezlenen nanoparçacıklar farklı farklı özellikler ve aktiviteler sergilemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada *Sideritis montana* kullanılarak ZnO-NP sentezi, karakterizasyonu ve DPPH süpürme aktivitesinin tayini hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOD

İlk olarak yerel bir aktardan temin edilen adaçayı (*Sideritis montana*) bitkisinin 5 gramının 100 mL suda 2 saat kaynatılması ve sonrasında süzülüp santrifüjlenmesiyle adaçayı ekstraktı hazırlanmıştır. 60°C' de ısınıp karışan ekstrakt üzerine 250 mg çinko asetat [$Zn(CH_3COOH)_2$] tuzunun 50 mL suda hazırlanan çözeltisi damla damla eklenmiştir. Bir gece ısınıp karışmaya bırakılan karışım ertesi gün santrifüjlenip asetonla ultrasonik banyoda 1 saat boyunca yıkanmıştır. Oda sıcaklığında kurutularak elde edilen koyu kahverengi katı kütle izole edilmiştir. Bu yolla sentezlenen ZnO-NP' ların su içindeki çözeltilerinin (10^{-3} M) UV-gör spektrumları 200-800 nm dalga boyu aralığında *Perkin-Elmer Lambda-35 UV-vis* spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. İlaveten, parçacıkların FT-IR spektrumu 400-4000 cm^{-1} aralığında *Jasco FT-IR 4700* spektrofotometre kullanılarak kaydedilmiştir.

Elde edilen NP' ların antioksidan aktiviteleri DPPH (1,1-difenil-2-pikril-hidrazil) radikali giderme (Blois, 2002) testine göre belirlendi. Bu amaçla ilk olarak DPPH radikalinin, NP' ların ve BHA (Butylated hydroxyanisole) pozitif standardının 0,1 mM' lık etanol çözeltileri hazırlandı. NP ve BHA' nın farklı derişimlerini içeren tüpler hazırlandı, hacimleri etanolle 3 mL' ye tamamlandı ve üzerlerine 1 mL DPPH radikal çözeltisi eklenerek, yarım saat oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. Ardından hazırlanan çözeltilerin, UV spektrofotometresinde 517 nm' deki absorbans değerleri okunarak DPPH giderimi hesaplandı (Eşitlik 1) (A_0= DPPH' ın başlangıç absorbansı ve A_{30}= Numune+DPPH' ın 30 dakika inkübasyon sonrası absorbansı).

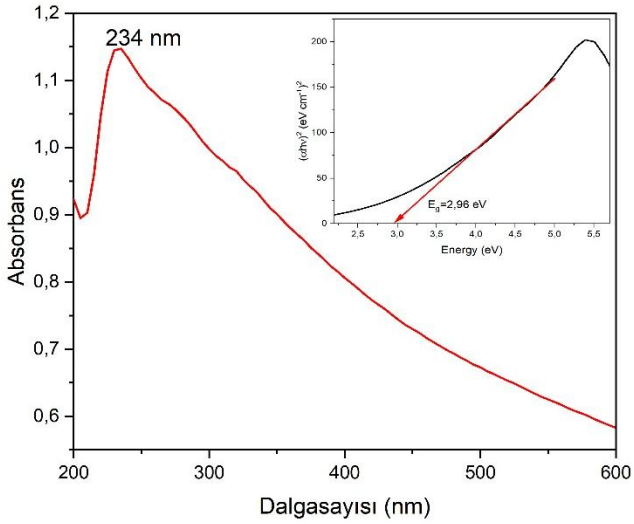
$$\%\, Adsorpsiyon = \frac{A_0 - A_{30}}{A_0} x100 \qquad (1)$$

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışma kapsamında dağ çayı (*Sideritis montana*) bitkisinin, su ile hazırlanan ekstraktı kullanılarak ve yeşil kimya ilkelerine bağlı kalınarak ZnO-NP sentezlenmiştir. Elde edilen malzemenin yapısı UV-vis ve FT-IR spektroskopik yöntemleri kullanılarak aydınlatılmıştır.

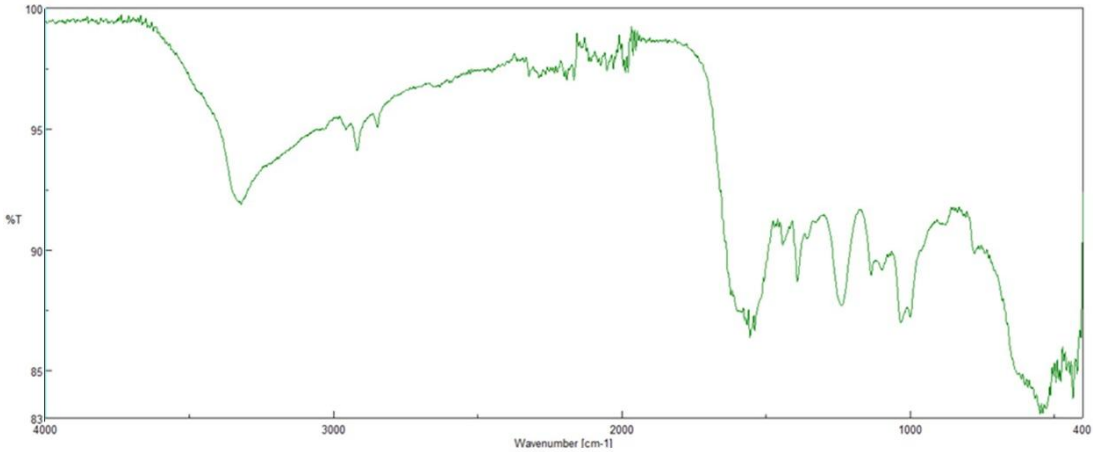
Dağ adaçayı su ekstraktı kullanılarak sentezlenen nanoparçacıkların sulu çözeltilerinin UV-vis spektrumu ölçümünde 234 nm' de gözlemlenen geniş bant, literatürle uyumlu olarak ZnO-NP' lerin oluştuğunu göstermektedir (Talam ve ark., 2012; Kapare ve ark., 2025; Lee ve ark., 2026) (Şekil.1). Ayrıca UV-vis verileri

kullanılarak, Tauc eğrisi çizildi (Şekil 1, iç pencere) ve eğriden sentezlenen ZnO-NP' ler için bant aralığı yarı-iletken özelliğine işaret eden 2.96 eV olarak hesaplandı.



Şekil 1. ZnO-NP UV-vis spektrumu

ZnO-NP' lerin karakterizasyonların ikinci aşaması olarak FT-IR spektrumları alınmıştır (Şekil 2). Elde edilen FT-IR spektrumunda 3000 cm^{-1}' in üzerindeki geniş band adaçayı ekstraktında bulunan flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler ve ayrıca yapıda bulunabilecek adsorbe su moleküllerine işaret etmektedir. 1500 cm-1' in üzerindeki şiddetli pik C=O ve aromatik C=C gerilmeleri ve ayrıca N-H eğilmelerini göstermektedir. Bu titreşimler, ekstrakta bulunan protein ve polifenol bileşiklerinin nanoparçacıkların stabilizasyonuna katılımına yorumlanabilir. 1000-1500 cm^{-1} aralığında bulunan pikler, ekstraktta bulunan polisakkarit, alkol, fenol bileşiklerinden kaynaklı C-O, C-N, C-O-C gerilmelerine işaret etmektedir. Son olarak 400 cm-1'in hemen üzerinde bulunan pik topluluğu ise Zn-O etkileşimlerini göstermektedir. Sonuç olarak bahsedilen piklerin tamamı ZnO-NP' lerin stabilizasyonuna katılan adaçayı kaynaklı biyomoleküllerin varlığını göstermektedir.



Şekil 2. ZnO-NP FT-IR spektrumu

Sentezlenen ZnO-NP' larının radikal süpürme aktivitesi testi BHA standardına karşı gerçekleştirildi. Yapılan antioksidan aktivite testi neticesinde Tablo 1'de verilen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre sentezlenen ZnO-NP, BHA standardına yakın, yüksek DPPH süpürme aktivitesi sergilemektedir. Bu sonuca göre adaçayı kullanılarak sentezlenen ZnO-NP' ların antioksidant ajan olarak kullanımı mümkündür.

Tablo 1. Sentezlenen NP' ların ve BHA standardının DPPH süpürme aktiviteleri

	ZnO Nanoparçacıklar	BHA	DPPH
Absorbans (517 nm)	0,391	0,310	2,058
%Giderim	81,00	84,94	-

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında dağ çayı (*Sideritis montana*) bitkisinin su ekstraktı kullanılarak ve yeşil kimya ilkeleri çerçevesinde, ZnO-NP' lar başarı ile sentezlenmiştir. Sentezin başarı ile gerçekleştiği, UV-vis ve FT-IR spektroskopik yöntemlerinden elde edilen verilerle ortaya konulmuştur. VV-vis spektroskopisinde 234 nm' de gözlemlenen geniş band, literatür çalışmalarıyla uyumlu olarak hedeflenen ZnO-NP' ların sentezlendiğinin göstermiştir. Ayrıca Tauc eğrisinden hesaplanan band aralığıyla (2,96 eV) oluşan parçacıkların yarıiletken karakterini ortaya koymaktadır. FT-IR spektrumunda gözlemlenen fonksiyonel gruplar ise oluşan nanoparçacıkları kararlı kılan adaçayı kaynaklı fitokimyasalların varlığını göstermekte ve böylelikle ZnO-NP' ların oluşumuna ilave bir delil sağlamaktadır. Karakterizasyon aşamasından sonra elde edilen parçacıkların DPPH süpürme aktivitesi tespit edilmiştir. Aktivite çalışmaları sonucunda ZnO-NP' ların BHA standardına yakın olmak üzere yüksek DPPH giderim aktivitesi (%81,00) sergilediği gözlemlenmiştir. Tüm bu verilerden yola çıkarak yeşil kimya ilkeleri kapsamında, adaçayı bitkisini kullanarak çevre dostu ve düşük maliyetli şekilde üretilen ZnO-NP' ların antioksidan ajan olarak gelecek vadeden malzemeler olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda, ileri karakterizasyon ve aktivite çalışmalarına devam edilmektedir.

KAYNAKÇA

Akbaba, E. (2021). Characterization of bioactive and antioxidant composition of mountain tea (Sideritis montana ssp. Montana): Microwave-assisted technology. *International Journal of Secondary Metabolite*, 8(2), 159-171.

Arığ, E. (2010). Nanoyapıda çinko oksit partiküllerinin üretimi ve Karakterizasyonu.

Beykaya, M. & Çağlar, A. (2016). Bitkisel özütler kullanılarak gümüş-nanopartikül (AgNP) sentezlenmesi ve antimikrobiyal etkinlikleri üzerine bir araştırma. *Afyon Kocatepe üniversitesi fen ve mühendislik bilimleri dergisi*, 16(3), 631-641.

Bhushan, B. (2017). Springer handbook of nanotechnology (4th ed.). Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-42595-0

Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.

Buzea, C., Pacheco, I. I. & Robbie, K. (2007). Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. *Biointerphases*, 2(4), MR17–MR71. https://avs.scitation.org/doi/10.1116/1.2815690

Cao, G. & Wang, Y. (2011). Nanostructures and nanomaterials: Synthesis, properties, and applications (2nd ed.). World Scientific. https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/7594

Çeliker, G. (2008). Boya ve kimya sektörü nanoteknoloji, Nanoteknolojide Ürüne Dönüştürülebilir Araştırma ve Ticarileştirme Konferansı, İstanbul.

Daniel, M. C. & Astruc, D. (2004). Gold nanoparticles: Assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications. *Chemical Reviews*, 104(1), 293–346. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr030698

Davis, P. H. (1982). Flora Of Turkey And The East Aegean Islands, Vol. 5, Edinburgh Univ. Pres, Edinburgh, 7: 178.

El-Khawaga, A. M., Elsayed, M. A., Gobara, M., Suliman, A. A., Hashem, A. H., Zaher, A. A., Mohsen, M. & Salem, S. S. (2025). Green synthesized ZnO nanoparticles by Saccharomyces cerevisiae and their antibacterial activity and photocatalytic degradation. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(2), 2673-2684.

Ergin, B., Ketenci, E. & Atay, F. (2009). Characterization of ZnO films obtained by ultrasonic spray pyrolysis technique. *International journal of hydrogen energy*, 34(12), 5249-5254

Hochella, M. F., Mogk, D. W., Ranville, J., Allen, I. C., Luther, G. W., Marr, L. C., McGrail, B. P., Murayama, M., Qafoku, N. P., Rosso, K. M., Sahai, N., Schroeder, P. A., Vikesland, P., Westerhoff, P. & Yang, Y. (2019). Natural, incidental, and engineered nanomaterials and their impacts on the Earth system. *Science*, 363(6434), eaau8299. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau8299

Jagadish, C. & Pearton, S. J. (Eds.). (2011). Zinc oxide bulk, thin films and nanostructures: processing, properties, and applications. Elsevier.

Janaki, A. C., Sailatha, E. & Gunasekaran, S. (2015). Synthesis, characteristics and antimicrobial activity of ZnO nanoparticles. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 144, 17-22.

Kapare, H. S., Bhosale, M., Karwa, P., Kulkarni, D., Bhole, R. &Labhade, S. (2025). Phyto-Assisted Synthesis and Investigation of Zinc Oxide Nanoparticles for Their Anti-Aging, Sun Protection and Antibacterial Activity. *Cosmetics*, 12(6), 238.

Khan, I., Saeed, K. & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908–931.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535216303970

Kumar, C. S. S. R. & Kumbhat, S. (2016). Essentials in nanoscience and nanotechnology. Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527806731

Kumar, V., Yadav, S. K. & Singh, S. K. (2021). Green synthesis of nanoparticles and their applications. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122140.

Lee, S. K., Thoo, Y. Y. & Ting, A. S. Y. (2026). Fungal-mediated synthesis of zinc oxide (ZnO) as mono-, bi- and tri-metallic nanoparticles for removal of malachite green. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 23, 345.

Mahajan, M., Kumar, S., Gaur, J., Kaushal, S., Dalal, J., Singh, G., Misra, M. & Ahlawat, D. S. (2025). Green synthesis of ZnO nanoparticles using Justicia adhatoda for photocatalytic degradation of malachite green and reduction of 4-nitrophenol. *RSC advances*, 15(4), 2958-2980.

Mirza, S., Hussaini, A. A., Öztürk, G., Turgut, M., Öztürk, T., Tugay, O., Ulukuş, D. & Yıldırım, M. (2023). Photocatalytic and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized from Lupinus albus and Lupinus pilosus plant extracts via green synthesis approach. *Inorganic Chemistry Communications*, 155, 111124.

Padmavathy, N. & Vijayaraghavan, R. (2008). Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles—an antimicrobial study. *Science and technology of advanced materials*. 9(3), 035004.

Perker, Z. S. (2010). Nanoteknoloji Ve Yapı Malzemesi Alanına Etkileri. *Engineering Sciences*, 5(4), 639-648.

Prasad, K. & Jha, A. K. (2009). ZnO nanoparticles: synthesis and adsorption study. *Natural Science*, 1(2), 129-135.

Roco, M. C. (2003). Nanotechnology: Convergence with modern biology and medicine. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(3), 337–346.

Romero, R., Leinen, D., Dalchiele, E. A., Ramos-Barrado, J. R. & Martín, F. (2006). The effects of zinc acetate and zinc chloride precursors on the preferred crystalline orientation of ZnO and Al-doped ZnO thin films obtained by spray pyrolysis. *Thin Solid Films*, 515(4), 1942-1949.

Singh, P., Kumar, A. & Kaur, D. (2007). Growth and characterization of ZnO nanocrystalline thin films and nanopowder via low-cost ultrasonic spray pyrolysis. *Journal of Crystal Growth*, 306(2), 303-310.

Srivastava, V., Gusain, D. & Sharma, Y. C. (2013). Synthesis, characterization and application of zinc oxide nanoparticles (n-ZnO). *Ceramics international*, 39(8), 9803-9808.

Talam, S., Karumuri, S. R. & Gunnam, N. (2012). Synthesis, characterization, and spectroscopic properties of ZnO nanoparticles. International Scholarly Research Notices, 2012(1), 372505.

Upadhyaya, H., Shome, S., Sarma, R., Tewari, S., Bhattacharya, M. K. & Panda, S. K. (2018). Green synthesis, characterization and antibacterial activity of ZnO nanoparticles. *American Journal of Plant Sciences*, 9(6), 1279-1291.

Venditti, A., Bianco, A., Frezza, C., Serafini, M., Giacomello, G., Giuliani, C., Bramucci, M., Quassinti, L., Lupidi, G., Lucarini, D., Papa, F. & Maggi, F. (2016). Secondary metabolites, glandular trichomes and biological activity of Sideritis montana L. subsp. montana from Central Italy. *Chemistry & Biodiversity*, 13(10), 1380-1390.

Yavuz, İ. & Yılmaz, E. Ş. (2021). Biyolojik sistemli nanopartiküller. *Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 2(1), 93-108.

KAVRAMSAL BOYUTTAN UYGULAMAYA AKILLI KENT OLGUSU: KÜRESEL EĞİLİMLER VE TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Nuriye AYGIN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: (Sorumlu Yazar) 0009-0001-8696-9511

Sefa SAĞDIÇ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0009-0001-3408- 2505

Ahmet GÜVEN

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye ORCID: 0000-0002-5073-6345

Özet

Akıllı kent olgusu, modern kentleşme literatüründe bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kentsel yaşamın her kademesine entegre edilerek kaynak verimliliğinin maksimize edilmesi ve vatandaş yaşam kalitesinin sürdürülebilir şekilde yükseltilmesi hedefiyle merkezi bir konum edinmiştir. Geleneksel şehircilik anlayışının fiziksel mekan odaklı yapısı, günümüzde yerini nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zeka ve bulut bilişim gibi teknolojik katmanlarla örülü dijital bir ekosisteme bırakmıştır. Bu kavramın tarihsel ve kuramsal evrimi; başlangıçta teknoloji sağlayıcılarının domine ettiği otomasyon odaklı "Akıllı Kent 1.0" modelinden, yerel yönetimlerin teknolojiye stratejik bir araç olarak yaklaştığı "Akıllı Kent 2.0"a ve nihayetinde insan sermayesini, sosyal kapsayıcılığı ve demokratik katılımı merkeze alan "Akıllı Kent 3.0" vizyonuna doğru bir gelişim göstermiştir. Rudolf Giffinger tarafından literatüre kazandırılan; akıllı ekonomi, akıllı hareketlilik, akıllı çevre, akıllı insanlar, akıllı yaşam ve akıllı yönetişimden oluşan altı temel bileşen, konunun sadece teknik bir altyapı meselesi olmadığını, aksine çok disiplinli bir yönetişim alanı olduğunu kanıtlamaktadır. Kamu yönetimi disiplini penceresinden bakıldığında bu dönüşüm, katı hiyerarşik bürokrasiden esnek ve katılımcı ağ tipi yönetişim modellerine geçişi simgelemekte; şeffaflık ve hesap verebilirlik gibi demokratik değerleri dijital platformlar üzerinden kurumsallaştırmaktadır. Ancak bu süreç, literatürdeki eleştirel yaklaşımların da dikkat çektiği üzere; teknolojiye erişimi kısıtlı grupların dışlandığı "dijital uçurum", veri mahremiyetinin ihlali ve toplumsal ihtiyaçların göz ardı edildiği "teknolojik determinizm" gibi ciddi riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu teorik çerçeve ışığında hazırlanan çalışmada, akıllı kentlerin hızlı nüfus artışı ve kentsel kaynakların sınırlılığı gibi ortaya çıkış nedenleri irdelenmiş; Barselona, Singapur ve Amsterdam gibi küresel öncü örnekler ile Türkiye'deki yerel uygulama pratikleri betimsel bir analizle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın temel çıktısı olarak, Türkiye'deki akıllı kent sayısının artırılması ve uygulamaların nitelik kazanması adına; sadece teknoloji yatırımı değil, aynı zamanda sosyal entegrasyonu, etik veri yönetimini ve vatandaş odaklı tasarım süreçlerini içeren kurumsal bir strateji setinin gerekliliği ortaya konulmuştur. Sonuç itibarıyla akıllı kentler, sensörlerden ibaret bir proje değil, sürdürülebilir ve dirençli bir kentsel gelecek inşasıdır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Kent, Yönetişim, Dijital Dönüşüm, Kent Politikası, Türkiye.

Abstract

The phenomenon of the smart city has gained a central position in modern urbanization literature, aiming to maximize resource efficiency and sustainably improve the quality of life for citizens by integrating information and communication technologies (ICT) into every level of urban existence. The physical space-oriented structure of traditional urbanism has now been replaced by a digital ecosystem woven with technological layers such as the Internet of Things (IoT), big data analytics, artificial intelligence, and cloud computing. The historical and theoretical evolution of this concept has progressed from the automation-oriented "Smart City 1.0" model, initially dominated by technology providers, to "Smart City 2.0," where local governments approach technology as a strategic tool, and finally to the "Smart City 3.0" vision, which centers on human capital, social inclusion, and democratic participation. The six core components introduced to the literature by

Rudolf Giffinger—smart economy, smart mobility, smart environment, smart people, smart living, and smart governance—prove that the issue is not merely a matter of technical infrastructure but rather a multidisciplinary governance area. From the perspective of the public administration discipline, this transformation symbolizes a transition from rigid hierarchical bureaucracies to flexible and participatory network governance models, institutionalizing democratic values such as transparency and accountability through digital platforms. However, as critical approaches in the literature point out, this process brings significant risks, such as the "digital divide" where groups with limited access to technology are excluded, violations of data privacy, and "technological determinism" where social needs are overlooked. In light of this theoretical framework, this study examines the reasons for the emergence of smart cities, such as rapid population growth and the limitation of urban resources, and compares global pioneering examples—such as Barcelona, Singapore, and Amsterdam—with local application practices in Türkiye through a descriptive analysis. As the primary output of the study, it is revealed that in order to increase the number of smart cities in Türkiye and enhance the quality of applications, an institutional strategy set is required. This set must include not only technology investment but also social integration, ethical data management, and citizen-centered design processes. Ultimately, smart cities are not projects consisting merely of sensors, but the construction of a sustainable and resilient urban future.

Keywords: Smart City, Governance, Digital Transformation, Urban Policy, Türkiye.

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve yoğun şehirleşme, modern kentlerin etkin ve verimli yönetilmesini uluslararası gündemin ilk sıralarına taşımıştır. Kentsel altyapının sınırlı kaynaklarla sürdürülebilir kılınması ihtiyacı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin yönetim süreçlerine dahil edildiği "akıllı kent" modelini doğurmuştur. Akıllı kent kavramı, yalnızca teknik bir donanım iyileştirmesi değil; çevre, ekonomi ve toplum odaklı gelişim hedeflerini bütünleştiren kapsamlı bir yönetim anlayışını ifade etmektedir. 18. yüzyılda dünya nüfusunun çok küçük bir kısmına ev sahipliği yapan kentler, günümüzde iş imkanları ve yaşam kalitesi beklentisiyle birer çekim merkezi haline gelmiştir. Harrison ve Donnelly'nin (2011) öngörüleri, yüzyıl sonuna kadar nüfusun büyük çoğunluğunun şehirli olacağını göstermekte, bu da altyapıdan sağlığa kadar her alanda dijital bir revizyonu kaçınılmaz yapmaktadır. Kırsal alanlardan kentlere yönelen yoğun göç dalgaları ve buna bağlı nüfus artışı, geleneksel kentleşme paradigmasını köklü bir değişime zorlayarak 1990'lı yıllardan itibaren yeni kentsel modellerin doğuşuna zemin hazırlamıştır. Bu süreçte özellikle eko-kent ve sürdürülebilir kent gibi yaklaşımlar, insan faaliyetlerinin ekolojik ayak izini minimize etme gayesiyle literatürde geniş yer bulmuştur. 21. yüzyıla gelindiğinde ise bilgi ve iletişim teknolojilerindeki devrimsel gelişmeler, bilimsel bilginin kentsel sistemlerle entegrasyonunu kaçınılmaz kılmıştır. Bilgi ve teknolojinin bu sentezi; kentsel krizlerin çözümünde daha rasyonel, inovatif ve katılımcı bir yapı sunan akıllı kentlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Köseoğlu ve Demirci, 2018). Akıllı kent olgusu; kontrolsüz kentleşme, küresel iklim krizi ve kaynak yetersizliği gibi makro sorunlara karşı geliştirilen sürdürülebilirlik arayışının teknolojik bir yansıması olarak doğmuştur. Bu kavram, 1990'ların sonunda ivme kazanan sürdürülebilir şehircilik tartışmalarının evrilmiş bir uzantısı niteliğindedir (Parks ve Rohracher, 2019). Literatürde tek tip bir tanımı bulunmasa da akıllı kent; kentsel zekayı tüm süreçlere entegre eden, teknoloji destekli ve yaşam kalitesi odaklı bir yönetim paradigması olarak özetlenebilir. Bu çerçevede akıllı kent; yalnızca dijital altyapıyı değil; fiziksel katmanları, sosyal sermayeyi ve kurumsal yetkinliği bütünleşik bir yapıda buluşturan; kullanıcı merkezli, kentsel şoklara karşı dirençli ve sürekli öğrenen disiplinlerarası bir planlama modeline dönüşmektedir (Harrison vd., 2010).

1. AKILLI KENTLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Günümüz literatüründe akıllı kent; kentsel faaliyetlerin verimliliğini artırmak ve kamu hizmetlerinin performansını teknolojik imkanlarla optimize etmek amacıyla tasarlanmış modern bir yaşam alanı olarak tanımlanmaktadır (Guşul, 2019). Bu kavramın temelinde, bireylerin yaşam kalitesini yükseltmek ve kronikleşen kent sorunlarına teknoloji odaklı alternatif çözümler üretmek yatar. Kemeç ve Gül'ün (2021) de vurguladığı üzere, akıllı bir kenti geleneksel şehir yapısından ayıran en temel fark; teknolojik enstrümanların tekil değil, birbirleriyle entegre ve uyumlu çalışarak toplumsal fayda üretmesidir. Dolayısıyla akıllı kentler, şehirlerin sadece dijitalleşmesini değil, bu dijitalleşme vasıtasıyla yeniden planlanarak daha dirençli ve insan odaklı bir yapıda inşa edilmesini simgeler. Bu bütüncül çözüm arayışı, akıllı kent olgusunun yalnızca

teknolojik bir altyapıdan olmadığını ve yönetişimden ekonomiye, çevreden ulaşıma kadar çok çeşitli bir bileşenler setine dayandığını göstermektedir.

Literatürde 1980'lerin sonuna doğru filizlenmeye başlayan akıllı kent olgusu, tarihsel süreç içerisinde statik kalmamış, sürekli değişen ve dönüşen dinamik bir yapı sergilemiştir (Anttiroiko, 2014). Akıllı şehirlerin tarihsel gelişimine bakıldığında, 1994 yılında Amsterdam'da hayata geçirilen dijital şehir projesi merkezi bir öneme sahiptir. Döneminde büyük ses getiren bu proje, çevrimiçi etkileşimi ve demokratik katılımı ön plana çıkararak toplumsal temelli akıllı kent modellerine öncülük etmiştir (Yılmaz, 2021). Akıllı kent tanımları, araştırmacıların önceliklerine göre zaman içinde farklılık göstermiştir. İlk dönem çalışmalarında (Hall vd., 2000;), kritik altyapıların optimizasyonu ve kaynak yönetimi gibi operasyonel verimlilik konuları baskındır. Ancak süreç ilerledikçe Hollands (2008) gibi isimlerle bilişim teknolojilerinin toplumsal hizmetlere yayılması tartışılmaya başlanmıştır. Harrison vd. (2010) ise bu gelişimi bir adım öteye taşıyarak, fiziksel ve dijital altyapıların sentezinden doğan ortak bir akla dikkat çekmiştir. Akıllı kent literatüründeki gelişim süreci, teknoloji odaklı yaklaşımlardan toplumsal ve ekonomik dönüşüme doğru bir eksen kayması yaşamıştır. Caragliu vd. (2011), bilişim altyapısının kentsel büyüme ve sosyal sermaye üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Ekolojik perspektiften bakan Batty (2013) için öncelik düşük karbon emisyonu ve refah düzeyiyken; Çelikyay (2013) bu süreci dijitalleşmenin sosyal ve çevresel değerlerle stratejik bir birleşimi olarak tanımlar. Nihayetinde akıllı kentler, teknolojik bir yapıdan ziyade toplumsal refahı önceleyen çok boyutlu bir yönetim modelini temsil etmektedir. Akıllı kent ekosistemlerinin inşa sürecinde, kentsel peyzajın ve yönetişim mekanizmalarının titizlikle kurgulanması; modellerin başarısı üzerinde belirleyici bir planlama etkisine sahiptir. Bu modeller; enerji verimliliği yüksek mimari yapılar, dijital yönetişim ağları ve ileri ulaşım sistemleri aracılığıyla kentsel altyapının yeniden tanımlanmasına zemin hazırlamıştır. Söz konusu dönüşümün temel gayesi; yönetimlerin kaynak kullanımında etkinliğini artırmak, çevresel tahribatı ve karbon ayak izini minimize etmektir. Akıllı kentler, insanın doğa üzerindeki tahakkümünü dengeleyerek sürdürülebilir bir kentsel yaşam kalitesi vaat etmektedir (Tilkioğlu, 2019).

Küresel ekonomik sistemin bir parçası olan kentler için rekabet gücünü korumak ve sürdürülebilir refah düzeyine erişmek, günümüzde inovatif yaklaşımları bir zorunluluk haline getirmiştir. Teknolojik değişimlerin hızı karşısında geleneksel kurumsal yapıların yetersiz kalması, kentsel sorunların daha planlı ve çok yönlü bir perspektifle ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu noktada akıllı şehir yaklaşımı; sadece teknoloji kullanımı değil; kurumlar arası eşgüdüm, veriye dayalı gelecek projeksiyonları ve 'birlikte çalışabilirlik' ilkeleri üzerine kurulu bir model sunmaktadır. Bakanlığın (ÇŞİB, 2019) vizyonuyla da örtüştüğü üzere akıllı kentler; durağan bir yapıdan ziyade, kentsel hizmet sunumunda etkinliği hedefleyen dinamik bir yönetişim dönüşümünü temsil etmektedir.

Öte yandan, bu teknolojik ilerleme beraberinde ciddi riskleri de getirmektedir. Sürecin en kritik sorunsallarından biri, toplanan devasa verilerin gizliliği ve siber güvenlik zafiyetleridir (Deloitte ve Govlab, 2015).

2. AKILLI KENTİN BOYUTLARI VE BİLEŞENLERİ

Akıllı kent literatüründe kavramın sistematik bir çerçeveye oturtulması noktasında Giffinger'in çalışmaları kuramsal bir referans niteliğindedir. Giffinger (2007), akıllı kenti; ekonomi, insan, yönetişim, ulaşım, çevre ve yaşam olmak üzere altı temel boyut altında kategorize ederek kavramın operasyonel gelişimine öncülük etmiştir (Ateş ve Önder, 2019). Bu sınıflandırma modelini 2012 yılında daha bütüncül bir perspektifle geliştiren Cohen ise 'Akıllı Şehir Çarkı' (Smart City Wheel) modelini ortaya koymuştur. Cohen, Giffinger'in altı faktörlü yapısına sadık kalmakla birlikte, bu bileşenleri akıllı insan, yaşam, enerji, çevre, yönetişim ve ekonomi başlıkları altında yeniden kurgulamıştır. Bu modelde her bir faktör, birbirini destekleyen dairesel bir etkileşim ağı içerisinde tanımlanarak akıllı kent ekosistemi görsel ve sistematik bir yapıya kavuşturulmuştur (Peek ve Troxler, 2014).

Kaynak: *Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019*

Akıllı İnsan: Akıllı kentsel dönüşümün merkezinde beşerî sermaye yer almaktadır. Bu bileşen; vatandaşların dijital yetkinliklerini artırarak inovasyonu desteklemeyi ve toplumsal kapsayıcılığı odağına alan üretken bir toplum yapısı inşa etmeyi hedeflemektedir (Elvan, 2017).

Akıllı Yaşam: Bireylerin yaşam konforunu ve güvenliğini önceleyen bu boyut; kamu güvenliği, sağlık, eğitim ve acil müdahale hizmetlerinin bilişim altyapılarıyla desteklenerek kentsel yaşam kalitesinin maksimize edilmesini kapsamaktadır (Varol, 2017).

Akıllı Yönetişim: Teknolojik imkanların şeffaflık, hesap verebilirlik ve e-katılımcılık gibi demokratik değerleri güçlendirmek amacıyla kullanıldığı bir yönetim modelini temsil etmektedir. Burada BİT, kurumlar ile paydaşlar arasında sürdürülebilir bir iş birliği zemini oluşturmaktadır (Lopes, 2017).

Akıllı Çevre: Doğal kaynakların korunması ve enerji verimliliğinin artırılması temeline dayanmaktadır. Teknolojik çözümlerin çevre politikalarıyla entegrasyonu sayesinde, karbon ayak izinin azaltılması ve 'yeşil kent' vizyonunun sürekliliği amaçlanmaktadır (Colldahl vd., 2013).

Akıllı Ekonomi: Girişimcilik ekosistemini destekleyen, iş gücü piyasasında esnekliği sağlayan ve kentin hem yerel hem de küresel ölçekte rekabet edebilirliğini güçlendiren inovatif iş modellerini ifade etmektedir (Karadağ, 2013).

Akıllı Hareketlilik: Kentsel ulaşım sistemlerinin optimizasyonunu merkeze alan bu bileşen; trafik yoğunluğunu azaltmayı, transfer maliyetlerini düşürmeyi ve çevre kirliliğini minimize ederek vatandaşlara zaman ve maliyet tasarrufu sağlamayı hedeflemektedir (Benevolo vd., 2016).

3. KÜRESEL AKILLI KENT UYGULAMALARI (DÜNYA ÖRNEKLERİ)

Akıllı kent olgusu, dünya genelindeki yerel yönetimlerin sosyo-ekonomik yapılarına, coğrafi ihtiyaçlarına ve teknolojik kapasitelerine bağlı olarak büyük bir çeşitlilik göstermektedir. Bazı kentler demokratik katılım ve sosyal içermeyi ön plana çıkaran modeller geliştirirken, bazıları ulaşım ve enerji gibi altyapı sistemlerini optimize etmeye odaklanır. Bu bölümde; teknolojiyi stratejik bir yönetim aracı olarak kullanan ve dünya genelindeki diğer şehirlere örnek teşkil eden öncü küresel uygulamalar karşılaştırmalı perspektifle analiz edilecektir.

3.1. Barselona: Kentsel Laboratuvar ve Katılımcılık

Barselona, modern şehircilik yaklaşımında kamusal alanı salt bir fiziksel mekan olmaktan çıkarıp, yenilikçi çözümlerin gerçek zamanlı olarak test edildiği kapsamlı bir 'kentsel laboratuvar' (Urban Lab) olarak kurgulamıştır. Bu stratejik hamle; yerel yönetim, özel sektör ve sivil toplumu ortak bir paydada buluşturarak, kentsel hizmetlerin optimize edilmesine yönelik çok katmanlı bir ekosistem yaratmaktadır. Bu ekosistemin bir yansıması olarak hayata geçirilen 'Konteynerlerdeki Sensörler Projesi' ile atık yönetiminde dinamik rota optimizasyonu sağlanırken, 'Kentsel Altyapının Bütünsel Çözümü (SIIUR)' kapsamında aydınlatma direkleri; Wi-Fi noktaları, çevresel ölçüm sensörleri ve elektrikli araç şarj istasyonlarına dönüştürülmüştür. Böylece Barselona, teknolojiyi sadece bir otomasyon aracı olarak değil, kentin ekonomik rekabet gücünü artıran ve akıllı çevre bileşenini gündelik yaşamın bir parçası haline getiren stratejik bir kaldıraç olarak kullanmaktadır (ÇŞİDB, 2023). Barselona örneği göstermektedir ki; akıllı kent uygulamaları sadece büyük bütçeli projelerden ibaret değildir. Gürültü sensörlerinde olduğu gibi, ekonomik çözümlerin veri ağlarıyla bütünleştirilmesi, kentin 'refah seviyesini' doğrudan artırabilmektedir.

3.2. Singapur: Veri Odaklı Yönetim ve Otonom Sistemler

Günümüzde akıllı kent denilince akla gelen ilk yerlerden biri olan Singapur, gücünü siyasi istikrar ve merkezi planlama yeteneğinden almaktadır. 1950'lerden bu yana süregelen kararlı yönetim anlayışı, kentin yerel dinamiklerini küresel pazarın ihtiyaçlarıyla eşleştirmiş; sonuç olarak kenti dünyanın sayılı ticaret ve teknoloji merkezlerinden biri haline getirmiştir. Hoe (2016) ve Joo'nun (2021) çalışmalarında da belirtildiği gibi, bu sürdürülebilir kalkınma modeli Singapur'u en yüksek milli gelire sahip ülkeler arasına taşıyan temel motivasyondur. Singapur'un teknolojik liderlik hedefi, sadece ulaşım ve veri sistemleriyle sınırlı kalmayıp; akıllı imalat süreçlerini de kapsamaktadır. Bu vizyonun en somut örneklerinden biri olan Singapur Üç Boyutlu Baskı Merkezi, devletin finansal desteği ve üniversite-sanayi iş birliğiyle (Nanyang Teknoloji Üniversitesi) küresel bir inovasyon merkezi haline gelmiştir. İnşaattan biyobaskıya kadar altı farklı stratejik alanda faaliyet gösteren merkez, özellikle inşaat sektöründe geleneksel yöntemlere göre %30 daha hızlı ve %30 daha hafif üretim modelleri geliştirerek kentsel verimlilikte yeni bir standart belirlemiştir (Nanyang Teknoloji Üniversitesi, 2022). Bu durum, Singapur modelinde teknolojinin nasıl somut bir ekonomik faydaya ve sektörel dönüşüme evrildiğini göstermektedir.

3.3. Londra: Altyapı ve Veri Entegrasyonu

Londra, akıllı kent uygulamalarını kentsel altyapının her kademesine yayarak "akıllı aydınlatma" ve enerji tasarrufu odaklı projeleriyle ön plana çıkmaktadır. Heathrow Terminali'ndeki merkezi ulaşım sistemleri ve enerji üretimine odaklanan "akıllı sokak" girişimleri, kentin teknolojik vizyonunu yansıtması açısından kritiktir. Buna ek olarak "Love Clean London" ve "Greenwich Kraliyet İlçesi" gibi çalışmalar, Londra'daki akıllı kent kültürünün sistematik hale gelmesine ve kamu hizmetlerinin dijitalleşmesine altyapı oluşturmuştur (Doruk, 2022).

3.4. San Francisco: İnovasyon ve Akıllı Mobilite

Silikon Vadisi'nin merkezinde yer alması hasebiyle Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinde doğal bir avantaja sahip olan San Francisco, uluslararası teknoloji şirketlerinin kentsel dinamiklere doğrudan katkı sağladığı bir model sunmaktadır (Karayılmaz & Özker, 2020). Şehrin yoğun nüfusuna bir çözüm olarak geliştirilen "SFPark" projesi, akıllı park sayaçları aracılığıyla boş park alanlarını gerçek zamanlı olarak vatandaşlara sunarak ulaşımda verimliliği artırmayı ve trafik yoğunluğunu minimize etmeyi amaçlamaktadır (Bulut & Adıgüzel, 2023).

3.5. Kopenhag: Sürdürülebilirlik ve Kent Laboratuvarları

Danimarka'nın Kopenhag kenti, temiz teknoloji ve sürdürülebilir inşaat sektörlerindeki atılımlarıyla bilinmektedir. "Kopenhag Çözümleri Laboratuvarı" aracılığıyla veriye dayalı kentsel denetim süreçlerini yöneten şehir; enerji blokları ve akıllı kent kuluçka merkezleri vasıtasıyla hava kalitesinin iyileştirilmesinden

kaynakların etkin kullanımına kadar geniş bir yelpazede çevresel sürdürülebilirliği merkeze almaktadır (Cömertler & Cömertler, 2021).

4. TÜRKİYE'DE AKILLI KENT UYGULAMALARI

Küresel ölçekteki uygulama örnekleri , Türkiye'deki yerel yönetimler için de önemli bir yol haritası teşkil etmektedir. Özellikle son on yılda, Türkiye'de de akıllı kent olgusu kurumsal bir kimlik kazanmaya başlamıştır. Türkiye'de akıllı kent dönüşümü, münferit belediye projelerinden ziyade stratejik bir devlet politikası olarak şekillenmektedir. Bu kapsamda, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından uygulamaya konulan '2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı', yerel yönetimler için teknik ve idari bir standart belirlemiştir. Söz konusu belge, Türkiye'nin kentsel dönüşüm vizyonunu dijitalleşme ve sürdürülebilirlik ekseninde kurumsallaştıran en temel yasal dayanaktır. Türkiye'de akıllı kent unsurları kapsamında örnek kentler arasında İstanbul, Ankara, Konya, Bursa, gibi kentlerin öncülük ettiği görülmektedir. İstanbul, makro projeleri ve yenilikçi çözümleri ile ön plana çıkarken, Ankara'nın akıllı kent yaklaşımı, enerji verimliliği ve kamusal hizmetlerdeki sunumu açısından dikkat çekmektedir. Konya, tarım potansiyelini teknolojiyle birleştirerek yerel kalkınma odaklı bir akıllı şehir modeli sunmaktadır. Bursa ise dijital belediyecilik çözümlerine yönelik akıllı kent uygulamaları yürütmektedir. Bu kentler, Türkiye'de akıllı kentlerin uygulanabilirliğini ve etkinliğini göstermektedir. Türkiye'deki akıllı kent uygulamaları, dünya genelinde uygulanan modellerle karşılaştırıldığında bazı farklılıklar ve benzerlikler bulunmaktadır. Örneğin Singapur, teknoloji odaklı kent yönetimi yaklaşımı ve büyük veri analiz yöntemi ile kentsel yaşamı daha konforlu hale getirmeyi amaçlarken, Türkiye'deki kentler ise genellikle daha parçalı kurumsal yapı sergilemekte olduğu için bu tür uygulamalar hayata geçirilirken kurumlar arası koordinasyon eksiklikleri göze çarpmaktadır. Bu kapsamda, Türkiye'deki kentlerin, dünya genelindeki akıllı kent uygulamalarıyla uyumlu hale gelmesi için paydaşlar arası stratejik sinerji yapması gerekmektedir. Bu örnekteki bir diğer fark ise Singapur'un yüz ölçümünün Türkiye'ye kıyasla mikro ölçekli coğrafi avantajlı olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda Türkiye'de merkezi yönetim ağırlıklı bir hiyerarşiye tabi iken; Singapur, dar bir coğrafi alanda şehir devleti statüsüyle hareket etmenin verdiği avantajla çok daha esnek ve dinamik bir kamu yönetimi sergilemektedir (Eken, 2025).

İSTANBUL

Türkiye'nin Marmara bölgesinde yer alan kent yüz ölçümü bakımından ülkede 64. Sırada konumlanmaktadır. Ancak nüfus gücü olarak yaklaşık 15,6 milyon nüfusuyla ülkenin demografik yoğunluğun en yüksek olduğu metropol kentidir. Aynı zamanda makroekonomik parametreler açısından ülkenin ticaret ve finans merkezidir. Kentin genç nüfus oranı %14,2 yaşlı nüfusu ise %7,9 seviyelerindedir. Ayrıca işgücüne katılım oranı %57,3 istihdam oranı %51,9 ve işsizlik oranı ise %8,4 seviyesindedir. Ülkede genel olarak yaşam beklentisi 78,6 yaş seviyesinde seyretmektedir. Okuryazar oranı da ortalama olarak %90'ın üzerindedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerine erişim oranı %94,1 kaydedilmektedir (Türkiye İstatislik Kurumu, 2024). İstanbul akıllı kentler alanına ilişkin olarak, 2015 yılında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Akıllı Kentler Müdürlüğü bünyesinde ''Akıllı Kentler Özel Komisyonu'' nu oluşturarak kurumsal bir kimlik kazanmıştır. Akıllı kent yatırımlarının büyük bir çoğunluğu ulaşım alanı başta olmak üzere altyapı, çevre ve enerji alanlarına yoğunlaşmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2023 yılında ''Senin İçin Akıllı, Seninle Daha Akıllı İstanbul'' sloganıyla birlikte insan odaklı, sürdürülebilir bir kent vizyonu geliştirme doğrultusunda, 2030 akıllı kent planını somutlaştırmıştır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2030 Akıllı Şehir Stratejik Planı, 2021). Söz konusu kurumsal yapı ve stratejik yol haritası, İstanbul'un dijital dönüşümünü salt bir teknoloji yatırımı olmaktan çıkarıp, çok katmanlı bir kentsel yönetişim modeline dönüştürmüştür. Özellikle 2030 vizyonundaki insan odaklılık vurgusu, akıllı şehir uygulamalarının başarısının yalnızca sensör yoğunluğuyla değil, vatandaşın yaşam kalitesindeki somut iyileşmelerle ölçüleceği bir döneme girildiğini göstermektedir.

İSTANBUL AKILLI KENT UYGULAMALARI	
Avrasya Tüneli	Şehir içi ulaşımı hızlandıran ve trafik yoğunluğunu azaltan altyapı projesidir..
Marmaray Tüneli	Kıtalar arası raylı ulaşımı sağlayarak ulaşım entegrasyonunu güçlendirir.
Yeni Havaalanı	Akıllı sistemlerle donatılmış büyük ölçekli ulaşım merkezidir.
Deniz Taksi Uygulaması	Deniz ulaşımını çeşitlendirerek alternatif ulaşım imkânı sunar.
Yürü Be İstanbul	Bireyleri fiziksel aktiviteye teşvik eden dijital uygulamadır.
Yeşil Alan Yönetim Sistemi (AYP)	Kentsel yeşil alanların izlenmesi ve yönetilmesini sağlar.
Sessiz İstanbul	Gürültü kirliliğinin azaltılmasına yönelik uygulamadır.
Tarımsal Sulama Sistemleri	Su kaynaklarının verimli kullanımını sağlar.
Bütçe Senin, Söz Senin, Muhtardan Al Haberi	Vatandaş katılımını artıran dijital platformdur.
Siber Güvenlik Merkezi	Dijital altyapının güvenliğini sağlar.
Merkezi Yetkinlik Okulu	Kurumsal eğitim ve kapasite geliştirmeyi destekler.

Kaynak: *(İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2030 Akıllı Şehir Stratejik Planı, 2021). Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.*

2026 verilerine göre İstanbul, Dünya Akıllı Kentler sıralamasında 148 kent arasından 116. Sırada bulunarak akıllı kentler alanına dair uluslararası platformlarda Türkiye'yi temsil etmektedir (IMD, 2025). Mega kentin bu sıralamadaki konumu; nüfus yoğunluğu, trafik yönetimi ve hızlı kentsel büyüme gibi faktörlerin getirdiği zorlukların akıllı şehir çözümleriyle aşılması noktasında kritik bir dönemeçte olunduğunu göstermektedir. Küresel ölçekteki bu endekste daha üst sıralara tırmanabilmek adına, veri odaklı akıllı ulaşım sistemlerinin, dijital kamu hizmetlerinin ve afet yönetimi altyapılarının entegrasyonuna hız verilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla İstanbul'un dijital ve teknolojik dönüşüm performansı, Türkiye'nin küresel akıllı kent ekosistemindeki genel algısını ve rekabet gücünü doğrudan etkileyecek bir potansiyel barındırmaktadır.

KONYA

Konya da yürütülen akıllı kent çalışmaları, özellikle son yıllarda hızlı bir gelişim göstererek kent hayatının ayrılmaz bir parçası haline geldiği görülmektedir. Bu kapsamda Konya da akıllı kent yönetimi ile ilgili gerçekleştirilen faaliyeteler aşağıdaki tabloda özetlenmektedir.

KONYA AKILLI KENT UYGULAMALARI	
Merkezi Trafik İşletim Sistemi	Trafik akışının merkezi olarak izlenmesi ve yönetilmesini sağlar.
Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi (ATUS)	Toplu taşıma süreçlerini optimize ederek zaman ve verimlilik sağlar.
Elkart Uygulaması	Ulaşımda elektronik ödeme ve kolay erişim imkânı sunar.
Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi	Sürdürülebilir ulaşımı teşvik eder.
Otopark Bul	Araç park yerlerinin hızlı bulunmasını sağlar.
Elektronik Denetleme Sistemi	Trafik kurallarının denetlenmesini sağlar.
Metan Gazından Elektrik Üretimi	Atıklardan enerji üretimini mümkün kılar.
Mevlana ve Mesnevi Mobil Uygulaması	Kültürel içeriklere erişim sağlar.
Kateneriz Tramvay	Enerji verimli ulaşım sistemi sunar.

Kaynak: (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Dünya genelindeki eğilimlere paralel olarak Türkiye'de de akıllı kent ekosistemi hızla genişlemekte, bu alandaki öncü uygulamalarla Konya dikkat çekmektedir. Kentte hayata geçirilen akıllı atık yönetimi, modernize edilmiş toplu ulaşım ağları, dinamik kavşak ve bisiklet sistemleri ile kent bilgi sistemleri, bu dönüşümün somut göstergeleridir. Özellikle yaygınlaştırılan fiber optik altyapı, elektronik haberleşme ve ulaşım ağlarının güvenliğini artırarak kentsel yaşam alanlarını daha korunaklı hale getirmektedir. Aydınlatmadan altyapıya kadar geniş bir yelpazeye yayılan bu teknolojik çözümler, kent güvenliğini pekiştirmenin yanı sıra hem merkezi hem de yerel yönetimlerin operasyonel süreçlerini kolaylaştıran stratejik araçlar olarak öne çıkmaktadır (Tozkoparan, 2019).

2025 yılında Konya, "Intelligent Community Forum (ICF)" tarafından açıklanan Smart21 (Dünyanın En Başarılı 21 Akıllı Şehri) listesine girmeyi başararak Türkiye adına önemli bir başarı elde etmiştir (GZT, 2025). Kentin küresel ölçekteki bu başarısı, yerel düzeyde yürütülen sürdürülebilir çevre yatırımlarının, geniş bant ağ altyapısının ve dijital kapsayıcılık çalışmalarının somut bir sonucudur. Uluslararası platformda kabul gören bu unvan, Konya'nın geleneksel belediyecilik anlayışını veri odaklı ve yenilikçi teknolojilerle entegre etme konusundaki kararlılığını kanıtlamaktadır. Bu tür küresel başarılar, Türkiye'deki diğer büyükşehir belediyeleri için de vizyoner bir model oluşturmakta ve akıllı kent ekosistemine yönelik yerel yatırımların artırılmasını teşvik etmektedir.

BURSA

Bursa'da yürütülen akıllı kent çalışmaları, teknolojik altyapıyı sosyal fayda ile birleştiren özgün bir model sunmaktadır. Şehrin dijital dönüşümündeki en kritik adım, veri güvenliğini ve yönetimini standardize eden sertifikalı veri merkezinin kurulması olmuştur. Kentin akıllı şehircilik yol haritası kapsamında; zihinsel engelli bireylerin sosyal hayata katılımını destekleyen 'sevgi çipi' uygulaması, kişiselleştirilmiş ulaşım çözümleri ve üç boyutlu turizm atlası gibi geniş bir yelpazede projeler üretilmiştir. Ayrıca, hafriyat takip sisteminden güneş enerjili akıllı banklara, dijital kütüphanelerden dedektörlü kavşaklara kadar uzanan bu girişimler, kentsel hizmetlerin dijitalleşmesi ve sürdürülebilir bir şehir yapısının inşası açısından stratejik önem taşımaktadır (Örselli ve Akbay, 2019).

BURSA AKILLI KENT UYGULAMALARI	
E-Belediye	Belediyecilik hizmetlerine dijital ortamda erişim imkanı sağlar.
Coğrafi Bilgi Sistemleri	Mekânsal verilerin analiz edilmesi ve planlama süreçlerinde kullanılmasını sağlar.
Altyapı Ruhsat Denetimi	Altyapı çalışmalarının izin ve denetim süreçlerini kontrol eder.
Üç Boyutlu Mobil Turizm Atlası	Turistik alanların dijital ve etkileşimli olarak tanıtılmasını sağlar.
Sevgi Çipi	Bireylerin güvenliğini artırmaya yönelik takip sistemidir.
Hafriyat Takip Sistemi	Hafriyat süreçlerinin izlenmesini ve denetlenmesini sağlar.
İnsansız Hava Araçları ile Kaçak Yapı Tespiti	Kaçak yapıların tespitinde teknoloji kullanımını sağlar.
GoBursa	Şehir içi hizmetlere mobil erişim sağlayan uygulamadır.

Kaynak: *(Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Tablo, yazar tarafından oluşturulmuştur.*

ANKARA

Ankara, 2011'den bu yana dijitalleşen bir kent vizyonuyla hizmet kalitesini zirveye taşıyor. Kentsel dönüşüm projeleriyle el ele yürüyen 'akıllı şehir' uygulamaları; dijital ödeme sistemlerinden akıllı ulaşıma kadar geniş bir yelpazede hayatı kolaylaştırıyor. Özellikle 2013'teki kartlı sistem devrimi; akıllı duraklar ve mobil takip

sistemleriyle birleşerek toplu taşımayı bir teknoloji üssüne dönüştürdü. Artık vatandaşlar tek bir uygulama üzerinden güzergâh takibi yapabiliyor ve bakiyelerini saniyeler içinde güncelleyebiliyor (EGO, 2018).

ANKARA AKILLI KENT UYGULAMALARI	
Harikalar Diyarı Akıllı Park Projesi	Akıllı çevre, ulaşım ve güvenlik sistemleri ile donatılmış park hizmeti sunar.
Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi	Atıkların toplanması, ayrıştırılması ve yönetilmesini sağlar.
Ankara Büyükşehir Belediyesi Mobil Uygulaması	Belediyecilik hizmetlerine dijital erişim imkânı sunar.
Ankara Telsiz Haberleşme Sistemi	Kurum içi iletişim ve koordinasyonu güçlendirir.
Elektrik Enerji Takip Sistemi (ETS)	Enerji tüketiminin izlenmesi ve verimliliğin artırılmasını sağlar.
Sıfır Atık Projesi	Atık oluşumunu azaltmayı ve geri dönüşümü teşvik eder.
Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri	Toplu taşıma süreçlerini optimize eder ve ulaşım verimliliğini artırır.
Ankara Sabit GNSS Ağı	Konum belirleme ve coğrafi veri altyapısını destekler.

Kaynak: *(Akıllı Şehir, 2024). Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.*

2026 verilerine göre Ankara, Dünya Akıllı Kentler sıralamasında 148 kent arasından 109. Sırada bulunarak akıllı kentler alanına dair uluslararası platformlarda Türkiye'yi temsil etmektedir (IMD, 2026). Kentin bu sıralamadaki yeri; özellikle akıllı yönetişim, akıllı mobilite ve dijital altyapı bileşenlerinde atılması gereken yeni adımların varlığına işaret etmektedir. Küresel ölçekteki bu konum, yerel yönetimlerin teknolojik dönüşüm süreçlerini ve veri odaklı kamu hizmetlerini daha sistematik hale getirmesi gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla, Ankara'nın uluslararası düzeyde rekabet edebilirliğini artırmak adına sürdürülebilir çevre yatırımları ile bütünleşik akıllı kent stratejilerine öncelik verilmesi büyük önem arz etmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak akıllı kent kavramı, günümüz kentleşme krizlerine karşı ortaya konan yalnızca teknolojik değil; aynı zamanda sosyal, çevresel, ekonomik ve yönetsel nitelikleri barındıran geniş çaplı bir değişim modelidir. Durmaksızın yükselen kent nüfusu, çevresel sorunlar, ulaşım yoğunluğu, enerji tüketimi, altyapı eksiklikleri ve kaynak kullanımındaki uyumsuzluklar, şehirlerin klasik yönetim yaklaşımlarıyla sürdürülebilir şekilde yönetilmesini güçleştirmektedir. Bu noktada akıllı kent stratejisi; dijital teknolojileri, veri yönetimini ve yenilikçi yönetişim modellerini kullanarak kent yaşamını daha verimli, yaşanabilir ve sürdürülebilir hale getirmeyi hedeflemektedir. Bu nedenle akıllı kent kavramı yalnızca teknolojik araçların şehir yönetimine dahil edilmesini değil; aynı zamanda insan merkezli, çevreye duyarlı ve katılımcı bir kent anlayışının inşa edilmesi anlamına gelmektedir. Yapılan incelemede ele alınan kavramsal modeller, dünya çapındaki modeller ve Türkiye uygulamaları ortaya koymaktadır ki akıllı kentler; sensörler, dijital altyapılar ve veri sistemlerinden çok daha geniş bir içeriğe sahiptir. Akıllı kent yaklaşımı; ulaşım, enerji, çevre yönetimi, sağlık, güvenlik, eğitim, yönetişim ve vatandaş katılımı gibi birçok alanın birbiriyle uyumlu halde çalışmasını amaçlayan geniş kapsamlı bir yapıdır. Bu açıdan akıllı kentler yalnızca teknolojik yenilenmenin değil; aynı zamanda toplumsal refahın artırılması, yaşam kalitesinin artırılması ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinin de önemli araçlarından biri olarak kabul edilmektedir.

Araştırmada ele alınan Barselona, Singapur, Londra, San Francisco ve Kopenhag örnekleri, akıllı kent uygulamalarının farklı toplumsal ihtiyaçlara ve yönetim modellerine göre biçimlenebildiğini net bir şekilde gözler önüne sermektedir. Barselona'nın katılımcı şehir laboratuvarı modeli, vatandaş katılımını ve veri temelli hizmet yönetimini temel alırken; Singapur'un merkezi dijital yönetim sistemi, kamu hizmetlerinde sürat ve etkinlik sağlamaktadır. Londra'nın dijital ulaşım ağları ve veri entegrasyon sistemleri, kent yönetiminde koordinasyon kabiliyetini yükseltmektedir. San Francisco'nun teknoloji ve inovasyon merkezli stratejisi, özel

sektör ile yerel yönetim iş birliğinin önemini göstermektedir. Kopenhag ise bilhassa çevresel sürdürülebilirlik, karbon salınımının azaltılması ve bisiklet odaklı ulaşım politikalarıyla akıllı kent anlayışının çevreci yönünü simgelemektedir. Bu örnekler göstermektedir ki başarılı akıllı kent uygulamaları yalnızca teknoloji üretmekle değil; aynı zamanda vatandaşların günlük yaşamını kolaylaştırmak, çevresel sorunları azaltmak ve toplumsal yaşam kalitesini yükseltmekle yakından bağlantılıdır.

Türkiye perspektifinden bakıldığında ise İstanbul, Ankara, Konya ve Bursa gibi büyükşehirlerin akıllı kent uygulamalarında değişime liderlik ettiği dikkat görülmektedir. Öncelikli olarak ulaşım yönetimi, enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik, dijital belediyecilik ve veri tabanlı hizmet sistemleri alanlarında ciddi adımlar atıldığı görülmektedir. İstanbul'da Marmaray, Avrasya Tüneli, elektronik ulaşımağları ve siber güvenlik merkezleri; Ankara'da akıllı ulaşım sistemleri, kapsamlı atık kontrolü ve enerji takip projeleri; Konya'da ise akıllı toplu ulaşım sistemleri, bisiklet altyapıları ve çevreci enerji projeleri dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, Türkiye'de yerel yönetimlerin dijital dönüşüm konusunda önemli bir farkındalık geliştirdiğini göstermektedir.

Öne çıkan bir gelişme olarak Konya'nın Intelligent Community Forum tarafından açıklanan 2026 Smart21 listesinde dünyanın en başarılı 21 akıllı şehri arasında kabul edilmesi, Türkiye açısından dünya ölçeğinde büyük bir başarı olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, yerel yönetimlerin sürdürülebilirlik, akıllı ulaşım, dijitalleşme ve çevreci politikalar alanında uluslararası düzeyde rekabet edebilme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan bu gelişme, akıllı kent uygulamalarının yalnızca ekonomik açıdan güçlü dünya şehirlerine özgü olmadığını; doğru planlama, sürdürülebilir politikalar ve başarılı yerel idaremodeliyle farklı şehirlerin de dünya çapında başarı elde edebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte IMD Smart City Index raporları analiz edildiğinde Ankara ve İstanbul gibi büyükşehirlerin son yıllarda küresel sıralamalarda ivme kaybettiği görülmektedir. Ankara'nın 2021 yılında 75. sıradan 2026 yılında 109. sıraya; İstanbul'un ise 2021 yılında 88. sıradan 2026 yılında 116. sıraya düşmesi, küresel ölçekte akıllı şehir yarışının hız kazandığını göstermektedir. Bu durum aynı zamanda yalnızca teknolojik altyapı yatırımlarının akıllı kent başarısı için kâfi gelmediğini de ortaya koymaktadır. Nitekim modern dünyada uluslararası değerlendirme kriterleri yalnızca dijital sistemlerin varlığına değil; vatandaş memnuniyetine, yaşam kalitesine, ulaşım performansına, çevresel sürdürülebilirliğe, veri güvenliğine, yönetişim kapasitesine ve toplumsal kapsayıcılığa da önem vermektedir.

Dolayısıyla akıllı kent başarısının yalnızca teknoloji merkezli bir yaklaşımla ölçülmesi yeterli değildir. Mevcut konjonktürde kent başarısı; vatandaşların şehir yaşamından duyduğu memnuniyet, kamu hizmetlerine erişim kolaylığı, çevre politikalarının etkinliği, kamusal eşitlik seviyesi ve demokratik katılım imkanlarıyla birlikte değerlendirilmektedir. Bu bağlamda akıllı kent anlayışı, teknik altyapı kadar sosyal politikaları da kapsayan bütüncül bir yönetim modeli olarak kendini göstermektedir.

Bu çerçevede Türkiye'de akıllı kent uygulamalarının daha dirençli ve kalıcı bir zemine oturması adına yalnızca teknik yatırımların artırılması yeterli olmayacaktır. Bunun yanında kurumlar arası iş birliğinin artırılması, veri paylaşım mekanizmalarının geliştirilmesi, etik veri yönetiminin sağlanması, kişisel verilerin korunması ve siber güvenlik altyapılarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Bunun yanında dijital eşitsizliğin giderilmesi, dezavantajlı grupların dijital hizmetlere erişiminin kolaylaştırılması ve vatandaş katılımının artırılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü akıllı kentlerin başarısı yalnızca teknoloji kullanımına değil; vatandaşların sisteme güven duymasına ve bu sürece etkin katılım sağlamasına bağlıdır. Özellikle insan odaklı tasarım vizyonunun güçlendirilmesi, geleceğin sürdürülebilir şehirlerinin inşasında anahtar bir işlev görmektedir. Akıllı kent stratejilerinin yalnızca teknik uzmanlar tarafından değil; vatandaşlar, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler ve özel sektör temsilcileriyle birlikte yürütülmesi gerekmektedir. Böylece kent idaresinde daha katılımcı, şeffaf ve demokratik bir sistem inşa edilebilecektir.

Sonuç olarak bakıldığında akıllı kentler; teknolojik yenilenmenin ötesine geçerek, sürdürülebilir, dayanıklı, kapsayıcı ve yaşanabilir şehirler oluşturma arayışının net bir göstergesidir. Geleceğin başarılı şehirleri yalnızca daha dijital olanlar değil; aynı zamanda insanı merkeze alan, çevreye duyarlı, sosyal adaleti önemseyen ve toplumsal refahı önceleyen şehirler olacaktır. Bu nedenle akıllı kent yaklaşımı, yalnızca bugünün kent sorunlarına çözüm üretmek için değil; gelecek nesillere daha sürdürülebilir, güvenli ve yaşanabilir şehirler bırakabilmek açısından da stratejik bir önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Akdamar, E. (2017). Akıllı kent idealine ulaşmada açık verinin rolü. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, (1), 45-52.

Anttiroiko, A. V., Valkama, P., & Bailey, S. J. (2014). Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. *AI & Society*, *29*(3), 323-334.

Ateş, M., & Önder, D. E. (2019). "Akıllı Şehir" kavramı ve dönüşen anlamı bağlamında eleştiriler. *Megaron*, *14*(1), 41-50.

Batty, M. (2013). Big Data, Smart Cities And City Planning. *Dialogues in Human Geography*, *3*, 274-279.

Benevolo, C., Dameri, R. P., & D'auria, B. (2016). Smart mobility in smart city. T. Torre, A. M. Braccini, & R. Spinelli (Ed.), *Empowering Organizations: Enabling Platforms and Artefacts* içinde (s. 13-28). Springer.

Bulut, A., & Adıgüzel, Ş. (2023). Akıllı kent yaklaşımı ve büyükşehir belediyelerinde uygulama imkânları: Gaziantep ve Hatay Büyükşehir Belediyeleri örnekleri. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, *6*(2), 196-218.

Caragliu, A., Delbö, C., ve Nijkamp, P. (2011). Akıllı Şehirler içinde Avrupahalat. *Kentsel Teknoloji Dergisi*, *18*(2), 65-82.

Colldahl, C., Sonya, F., & Joseph, E. K. (2013). *Smart cities: Strategic sustainable development for an urban world* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Blekinge Institute of Technology, İsveç.

Cömertler, S., & Cömertler, N. (2021). Akıllı kentlerde çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik, Kopenhag örneği. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, *6*(1), 317-333.

Çelikyay, H. H. (2013). Teknoloji Girdabından Sen Şehre Dönüşüm: İstanbul Örneği. Ümit Güneş (Ed.), *II. Türkiye Lisansüstü Çalışmalar Kongresi Bildiriler Kitabı – V* içinde (s. 1315-1328). Yıldız Ajans Yayınevi.

Dameri, R. P. (2013). Searching for smart city definition: A comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, *11*(5), 2544–2551. https://doi.org/10.24297/ijct.v11i5.1142

Deloitte & Govlab, T. (2015). *Smart cities – A Deloitte point of view* (Version 1.0). Deloitte.

Doruk, B. (2022). *Teknoloji ile bütünleşen şehirlerde akıllı şehir yönetiminin analizi* (Yayın No. 732241) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

EGO. (2018). Hizmetlerimiz: Otobüs. https://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/1074/otobus# adresinden 29.04.2026 tarihinde erişildi.

Eken, F. Ö. (2025). *Asya, Avrupa ve Amerika'daki akıllı kent modellerinin Türkiye'deki akıllı kentler bağlamında karşılaştırmalı tasarım analizi* [Yüksek lisans tezi, Kapadokya Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Elvan, L. (2017). Akıllı şehirler: Lüks değil ihtiyaç. *İTÜ Vakfi Dergisi*, (77), 6-9.

Giffinger, R. (2007). Avrupa Orta Ölçekli Şehirlerinin Akıllı Şehirler Sıralaması. *Viyana Üniversitesi Teknoloji Araştırma Raporu*, Ekim, 13-18.

Guşul, P. F. (2019). Smart entrepreneurship: Opportunity for development of the furniture industry in the northeast region of Romania. *Revista Economica*, *71*(2).

Gürsoy, O. (2019). *Akıllı kent yaklaşımı ve Türkiye'deki büyükşehirler için uygulama imkânları* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

GZT. (2025). Dünyanın en akıllı şehirleri listesi 2026: Türkiye'den o il listeye girdi. https://www.gzt.com/gundem/dunyanin-en-akilli-sehirleri-listesi-2026-turkiyeden-o-il-listeye-girdi-ozgun-haberler-4206113 adresinden 25.04.2025 tarihinde erişildi.

Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A theory of smart cities. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011*, 1-15.

Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, *54*(4), 1–16. https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257

Hoe, S. L. (2016). Defining a smart nation: The case of Singapore. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, *14*(4), 323-333.

Hollands, R. G. (2008). *Will The Real Smart City Please Stand Up? Intelligent, Progressive or Entrepreneurial?*. Routledge.

IMD. (2026a). Smart city profile: Ankara. https://www.imd.org/entity-profile/ankara/ adresinden 15.05.2026 tarihinde erişildi.

IMD. (2026b). Smart city profile: Istanbul. https://www.imd.org/entity-profile/istanbul/ adresinden 15.05.2026 tarihinde erişildi.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2021). *2030 İstanbul akıllı şehir stratejik planı*. T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Akıllı Şehir Şube Müdürlüğü.

Joo, Y. M. (2021). Developmentalist smart cities? The cases of Singapore and Seoul. *International Journal of Urban Sciences*, *25*(sup1), 1-19.

Karadağ, T. (2013). *An evaluation of the smart city approach* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Karayılmaz, C., & Özker, A. N. (2020). Kamusal nitelikli özel malların sunumunda akıllı şehirler olgusu: Akıllı şehir uygulamalarında küresel değişimler. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *22*(38), 82-100.

Kemeç, A., & Hüseyin, G. (2021). Antalya Büyükşehir Belediyesi örneğinde akıllı kent uygulamaları. *Kamu Yönetimi ve Politikaları Dergisi*, *2*(3), 355-382.

Köseoğlu, Ö., & Demirci, Y. (2018). Akıllı şehirler ve yerel sorunların çözümünde yenilikçi teknolojilerin kullanımı. *Uluslararası Politik Araştırma Dergisi*, *4*(2), 40-57.

Lopes, N. V. (2017). Smart governance: A key factor for smart cities implementation. *The IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC) 2017*, 277-282.

Mirghaemi, S. A. (2019). Akıllı kentler üzerine bir inceleme: Türkiye örneği. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *12*(2), 37-46.

Nanyang Teknoloji Üniversitesi. (2022). 3D print center. https://www.ntu.edu.sg/sc3dp adresinden 12.04.2026 tarihinde erişildi.

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scaiola, F. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylized facts. *Cities*, *38*, 25-36.

Örselli, E., & Akbay, C. (2019). Teknoloji ve kent yaşamında dönüşüm: Akıllı kentler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, *2*(1), 228-241.

Parks, D., & Rohracher, H. (2019). From sustainable to smart: Re-branding or reassembling urban energy infrastructure?. *Geoforum*, *100*, 51-59. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.02.012

Peek, G. J., & Troxler, P. (2014). City in transition: Urban open innovation environments as a radical innovation. *Real Corp 2014: Clever Plans For Smart Cities* içinde (s. 1-10). Real Corp.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019). *Akıllı şehirler beyaz bülteni*.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). Barselona akıllı şehir örneği. Akıllı Şehir Portalı. https://akillisehirler.csb.gov.tr/2023/08/15/ispanya-barselona-sehir-laboratuvari/ adresinden 12.04.2026 tarihinde erişildi.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). *2024-2030 ulusal akıllı şehir stratejisi ve eylem planı*.

Tilkioğlu, B. (2019). *Akıllı kent bileşenlerinin akıllı kentleşme anlayışı açısından değerlendirilmesi: İstanbul-Kadıköy Belediyesi örneği* (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Tozkoparan, İ. B. (2019). Değişen güvenlik anlayışında geleceğin akıllı kentleri. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, (Özel Sayı: 13. Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu), Gaziantep.

Türkiye Bilişim Vakfı (TBV), Vodafone & Deloitte**.** (2016). *Akıllı şehir yol haritası*. Türkiye Bilişim Vakfı Yayınları.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). Türkiye istatistik kurumu verileri. https://www.tuik.gov.tr/ adresinden 24.04.2026 tarihinde erişildi.

Varol, Ç. (2017). Sürdürülebilir gelişmede akıllı kent yaklaşımı: Ankara'daki belediyelerin uygulamaları. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, *26*(1), 43-58.

Williams, S. (2020). *Data action: Using data for public good*. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262545310/dataaction

Yılmaz, K. (2021). *Akıllı şehir: Belediyeler için Amsterdam deneyiminden uygulama örnekleri*. Atlas Akademik Yayınları.

KÜRESELLEŞMEYE KARŞI YEREL BİR DİRENİŞ MODELİ OLARAK SAKİN ŞEHİR (CİTTASLOW): TEORİK TEMELLER VE TÜRKİYE UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Sefa SAĞDIÇ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat, Türkiye. (Sorumlu Yazar) ORCID: 0009-0001-3408-2505

Nuriye AYGIN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat, Türkiye. ORCID: 0009-0001-8696-9511,

Ahmet GÜVEN

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat, Türkiye. ORCID: 0000-0002-5073-6345

ÖZET

Sakin şehir (Cittaslow) olgusu, küreselleşmenin beraberinde getirdiği mekânsal tek tipleşmeye, hızla artan tüketime ve kentsel yabancılaşmaya karşı yerel bir direniş modeli olarak günümüz şehircilik literatüründe kritik bir öneme sahiptir. 1999 yılında İtalya'da "Slow Food" hareketinin felsefi temelleri üzerine inşa edilen bu yaklaşım; kentin özgün kimliğini, yerel geleneklerini ve doğal kaynaklarını koruyarak sürdürülebilir bir yaşam kalitesi sunmayı hedeflemektedir. Kavramsal evrimi içerisinde Cittaslow; çevre politikaları, altyapı iyileştirmeleri, kentsel dokunun korunması, yerel üretimin desteklenmesi ve sosyal uyum gibi yetmişten fazla katı kriteri içeren kurumsal bir yönetişim ağına dönüşmüştür. Kamu yönetimi perspektifinden bakıldığında bu model, yerel aktörlerin karar alma süreçlerine katılımını teşvik eden ve yerel kalkınma odaklı yeni bir belediyecilik paradigmasını temsil etmektedir. Bu çalışmada, sakin şehir hareketinin felsefi kökenleri irdelenmiş; Avrupa'daki öncü örneklerin yanı sıra Türkiye'nin farklı bölgelerinden seçilen Cittaslow ağındaki kentler betimsel bir analizle incelenmiştir. Çalışmanın temel çıktısı olarak, Türkiye'deki uygulamaların salt turistik birer destinasyon olmanın ötesine geçebilmesi için kentsel kimlik, ekolojik sürdürülebilirlik ve sosyo-ekonomik refahı kapsayan bütünleşik bir stratejik planlama sürecinin kurumsallaştırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sakin Şehir, Cittaslow, Yerel Kalkınma, Küreselleşme, Türkiye.

CITTASLOW AS A LOCAL MODEL OF RESISTANCE AGAINST GLOBALIZATION: A REVIEW OF THEORETICAL FOUNDATIONS AND APPLICATIONS IN TURKEY

ABSTRACT

The Cittaslow (Slow City) phenomenon holds critical importance in contemporary urban planning literature as a local resistance model against the spatial homogenization, rapidly increasing consumption, and urban alienation brought about by globalization. Built upon the philosophical foundations of the "Slow Food" movement in Italy in 1999, this approach aims to offer a sustainable quality of life by preserving the city's unique identity, local traditions, and natural resources. In its conceptual evolution, Cittaslow has transformed into an institutional governance network encompassing over seventy strict criteria, including environmental policies, infrastructure improvements, preservation of the urban fabric, support for local production, and social cohesion. From a public administration perspective, this model represents a new municipal paradigm that encourages the participation of local actors in decision-making processes and focuses on local development. This study examines the philosophical origins of the Cittaslow movement; it descriptively analyzes leading examples from Europe as well as selected cities in the Cittaslow network from different regions of Turkey. The main outcome of the study emphasizes that, in order for practices in Turkey to go beyond being mere tourist

destinations, an integrated strategic planning process encompassing urban identity, ecological sustainability, and socio-economic well-being needs to be institutionalized.

Keywords: Slow City, Cittaslow, Local Development, Globalization, Türkiye.

GİRİŞ

"Yavaş şehir" hareketi olarak bilinen Cittaslow, küreselleşmenin şehirleri tek tipleştirme ve kimliksizleştirme tehdidine karşı geliştirilmiş bir direnç modelidir (Aslan, 2019:152). 20. yüzyılın son çeyreği, sadece ekonomik büyümeye odaklanan modellerin ekosisteme verdiği ağır zararların kanıtlandığı ve insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki yıkıcı etkisinin zirveye ulaştığı bir dönüm noktası olmuştur. Bu süreçte, sınırsız büyüme idealinin yol açtığı çevresel sorunlar, özellikle doğal kaynak tüketiminin ve atık üretiminin odağı haline gelen kentlerde iyice belirginleşmiştir. Kontrolsüz şehirleşmenin doğa üzerindeki ağır baskısı, kalkınma düşüncesinde köklü bir değişimi zorunlu kılmış; bu doğrultuda, gelecek nesillerin haklarını ve kaynakların verimli kullanımını esas alan "sürdürülebilir kalkınma" anlayışı doğmuştur. Küresel çapta doğayı onarmanın ve sürdürülebilir bir gelecek kurmanın yolu, şehirlerin ekolojik sınırlar gözetilerek yeniden düzenlenmesinden geçmektedir. Nihayetinde; çevre, ekonomik gelişme ve şehircilik unsurlarının bir araya getirilmesi, günümüzün modern planlama anlayışını şekillendiren, çok yönlü ve krizlere karşı dayanıklı (resilient) yeni yaklaşımların temelini atmıştır. Cittaslow, küreselleşmenin tetiklediği hızlı değişimin aslında kültürel bir kimlik kaybı ve başkalaşım olduğunu fark eden bir topluluğun, 1999 yılında İtalya'da başlattığı bir harekettir. Kavram, İtalyanca "Citta" (Şehir) ve İngilizce "Slow" (Yavaş) kelimelerinin birleşimiyle türetilmiştir (Özmen vd., 2017:141). Bu hareket, modern kentleşmenin doğa üzerindeki yıkıcı baskısını reddeden; gelişimin ekolojik dengeye zarar vermeden de mümkün olduğunu savunan özgün bir yerel kalkınma modeli sunar. Yaklaşımın temelinde; kentin tarihsel dokusunu korumak, doğa dostu teknolojileri günlük yaşamla harmanlamak ve yönetim süreçlerini katılımcı demokrasi ilkeleriyle yürütmek yer alır. Yerel lezzetlerin, geleneksel zanaatların ve kültürel mirasın korunmasını merkezine alan bu felsefe, toplumsal bir uzlaşıyla daha insani ve yaşanabilir bir gelecek kurmayı amaçlar. Bu yapılanmada temel görev belediyelere düşer; yerel yönetimler, her yaştan ve cinsiyetten bireyi kalkınma sürecinin bir parçası yaparak süreci tüm topluma yaymayı hedefler.

Dünya genelinde hız ve araç odaklı büyüme stratejileriyle şekillenen modern metropoller, Covid-19 pandemisinin yarattığı sarsıntıyla birlikte ciddi bir kimlik krizine girmiştir. Karantina dönemlerinde insanların yeniden keşfettiği "nefes alan sokaklar", "yürünebilir mahalleler" ve "doğayla temas" arzusu, sakin şehir felsefesinin sadece kasabalara özgü bir tercih değil, büyükşehirler için hayati bir zorunluluk olduğunu kanıtlamıştır. Bu süreçte İzmir, 2021 yılında dünyanın ilk Cittaslow Metropol pilot kenti seçilerek, kaotik metropol yaşamını "yavaş yaşam" öğretisiyle buluşturan devrim niteliğinde bir modele öncülük etmiştir. Kentsel dirençten yerel gıdaya kadar altı ana tema üzerine kurulan bu yeni yönetim anlayışı, teknolojinin hızıyla insanın ihtiyaç duyduğu sükuneti bir araya getirmeyi amaçlar. İzmir'in tarihi sokaklarından Antalya'nın doğayla barışık yeşil alanlarına kadar uzanan bu vizyon, büyükşehirlerin geleceğini beton yığınlarından kurtarıp insan odaklı ve sürdürülebilir bir mirasa dönüştürme yolculuğunun ilk adımlarıdır. Modernleşme ile ivme kazanan küreselleşme süreci, günümüz kentlerini kimliksizleştiren, standartlaştıran ve sürekli bir tüketim döngüsüne hapseden mekanlara dönüştürmüştür. Kapitalist üretim biçimlerinin dayattığı "hız" olgusu, kentlerin özgün karakterini zayıflatırken; kontrolsüz kaynak tüketimi ve sosyal dokunun mekanikleşmesi gibi ciddi sürdürülebilirlik krizlerini de beraberinde getirmiştir. Bu hızlı ve tüketim odaklı modele bir tepki olarak doğan Cittaslow (Sakin Şehir) hareketi, 1999 yılında İtalya'nın Greve kasabasında Belediye Başkanı Paolo Saturnini öncülüğünde, Slow Food felsefesinin kentsel boyuta taşınmasıyla kurumsallaşmıştır. Hareketin temel felsefesi; yerel kimliği, geleneksel yaşam biçimlerini ve çevresel değerleri küreselleşmenin tek tipleştirici etkilerine karşı korumaktır. Cittaslow, yaygın kanının aksine sadece bir "yavaş turizm" markası değil; ekolojik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği odağına alan bütüncül bir yerel yönetim modelidir. Bu model, kentin yaşam kalitesini artırmayı hedeflerken; yerel üreticiyi desteklemeyi, yenilenebilir enerjiyi teşvik etmeyi ve teknolojik imkanları kentin tarihsel dokusuna zarar vermeden kullanmayı öngörür. Dolayısıyla "sakin şehir" unvanı, bir durağanlığı değil; aksine modernleşme ile geleneksellik arasında sürdürülebilir ve sağlıklı bir denge kurabilme becerisini temsil eder. Türkiye, zengin kültürel mirası ve coğrafi çeşitliliği sayesinde bu küresel ağın en dinamik üyelerinden biri haline gelmiştir. 2009 yılında Seferihisar'ın üyeliğiyle başlayan bu süreç, bugün Türkiye'nin yedi bölgesine yayılan 29 farklı yerleşimin ağa dahil olmasıyla geniş bir kapsama ulaşmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, farklı coğrafi, ekonomik ve sosyal dinamiklere sahip olan bu 29 sakin şehrin, birliğin katı üyelik kriterleri ışığında sergiledikleri performansı analiz etmektir. Çalışma kapsamında, her bölgenin

kendine has özelliklerinin sakin şehir kriterleriyle nasıl harmanlandığı ve bu sürecin yerel sürdürülebilirliğe sağladığı katkılar derinlemesine incelenecektir.

1.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1 SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Günümüzde en sık başvurulan terimlerden biri haline gelen sürdürülebilirlik, özellikle 1980'li yıllardan itibaren geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Latince "Sustinere" kökeninden gelen bu kavram; esas itibarıyla bir durumu sürdürmek, devamlılığını sağlamak, desteklemek ve varlığını korumak anlamlarını taşır (Onions, 1964: 2095). Özünde süreklilik, kesintisiz ilerleme ve mevcut olanın korunması anlamlarına gelen sürdürülebilirlik, önüne geldiği "kalkınma", "turizm" veya "çevre" gibi kavramları niteliksel olarak güçlendirerek bu kaynakların korunmasını ve daha iyi bir geleceğe yönelik geliştirilmesini hedefler (Olcay, 2015:19). Doğa ve çevre, tarih boyunca insanla sürekli bir etkileşim içinde olmuş; bu çift taraflı etkileşim sonucunda hem doğa hem de insan dönüşüm geçirmiştir. İlk çağlarda çevresel etkilerle şekillenen bu süreç, zamanla kültürel ve sosyal değişimlerden etkilenmiş; günümüzde ise teknolojinin sürece dahil olmasıyla sürdürülebilir kalkınma anlayışı çok daha kapsamlı boyutlara ulaşmıştır (Ozmehmet, 2008: 6-7). Sürdürülebilir kalkınma, günümüzde hem ulusal hem de küresel ölçekteki çevre politikalarının temel kabul görmüş ana kavramıdır. Hatta bu kavram, çevrenin korunmasıyla o kadar özdeşleşmiştir ki sıklıkla çevre koruma ifadesiyle eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Turgut, 1996: 701). Modern kalkınma yaklaşımları bugün artık tamamen insan odaklı bir yapıya bürünmüştür. Kalkınma olgusu, başlangıçta sadece ekonomik bir argüman olarak ele alınsa da günümüzde ekonomik sınırları aşarak çok daha geniş ve kapsayıcı bir alanı temsil etmektedir (Yaylı, 2012: 153)

1.2 SAKİN ŞEHİR

Günümüz dünyası dev bir köye dönüşürken, küreselleşmenin getirdiği tek tipleşme nedeniyle şehirlerimiz maalesef birbirinin kopyası haline gelmiş, özgün ruhlarını ve yerel renklerini kaybetmiştir. Bu noktada İtalya'da doğan Cittaslow (Sakin Şehir) akımı, küresel çarkın içinde kaybolmak yerine kendi özgün kimliğiyle markalaşmak isteyen kentler için güçlü bir direnç modeli sunmaktadır. Bu ağ, şehirlerin benzersiz kimliklerini, kültürlerini ve sosyal yapılarını koruyarak sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi hedefleyen uluslararası bir kentler birliğidir (Knox & Mayer, 2009: 43). Hareketin temelinde yatan "Yavaş Felsefesi", hızın gündelik hayat üzerindeki yıkıcı etkisine bir cevap niteliğinde olup; özünde sürdürülebilir, anlamlı ve zevkli bir yaşam idealini barındırır (Sağır, 2017: 51). Cittaslow, özellikle küresel fast-food devlerinin amansız hegemonyasına karşı bir "kültürel barikat" olarak tasarlanan Yavaş Yemek (Slow Food) hareketinden ilham almıştır (Mayer & Knox, 2010: 1552). 1986 yılında Roma'da McDonald's'a karşı başlayan bu toplumsal tepki, kısa sürede yerel üretimi ve geleneksel tarifleri önceleyen küresel bir alternatife dönüşmüştür (Mayer & Knox, 2010: 1555). Bu sürecin devamında, 15 Ekim 1999'da İtalya'nın Orvieto şehrinde imzalanan tüzükle resmen kurulan Cittaslow, bugün hem dünyada hem de Türkiye'de kent yönetimlerini yerel değerlere sahip çıkmaya yönlendiren uluslararası bir belediyeler birliğini temsil etmektedir (Bulut ve Adıgüzel, 2024: 49),. Milan Kundera'nın felsefi yaklaşımıyla ifade edersek; yavaşlık ile anımsama, hız ile unutma arasında gizli bir bağ vardır (aktaran Cittaslow Türkiye, 2026). Yoğun kentleşme baskısı altındaki büyükşehirler kentsel hafızayı hızla tüketirken, Cittaslow Metropol modeli kenti ve insanı yeniden "yavaşlatarak" toplumsal belleği ve anın yoğunluğunu geri kazanmayı hedeflemektedir.

Şekil 1: Cittaslow Logosu

Kaynak: https://cittaslowturkiye.org/tr/. (Erişim Tarihi: 24.04.2026).

Yavaşlığı ve korumacılığı simgeleyen 'Salyangoz' logosunu kullanan Sakin Şehirler, hız ve teknolojinin domine ettiği günümüz dünyasında, bulundukları bölgelerin çevreci, geleneksel ve yaratıcı kimliğini temsil etmektedirler (Özhancı vd., 2014:163). Mevcut literatürde küreselleşme ve teknolojik değişimlerin etkileri genellikle büyük metropoller ve makro ölçekli kent bölgeleri odağında incelenmektedir. Bu durum, küresel dinamiklerin küçük ölçekli yerleşimler üzerindeki etkilerinin arka planda kalmasına ve kasaba araştırmalarının akademik dünyada ikincil bir konuma itilmesine yol açmıştır. Sonuç olarak, çalışmaların büyük kentsel odaklara hapsolması, küçük yerleşim birimlerinin geçirdiği sosyo-mekânsal dönüşümleri anlamayı sağlayacak akademik derinliğin yetersiz kalmasına neden olmuştur.

2. MEVZUAT VE ÜYELİK KRİTERLERİ

Cittaslow hareketi, küreselleşen dünyada birbirinin kopyasına dönüşen kentlerin aksine, yerel değerlerini koruyan ve bu özgünlüğü dünyaya tanıtan şehirleri ön plana çıkarmayı hedeflemektedir. İnsan sağlığını tehdit eden unsurların kent yaşamından temizlendiği, temiz bir çevre ve sağlıklı beslenme kültürünün yaygınlaştığı yerleşimleri destekleyen bu hareket, belediyeleri bu doğrultuda çalışmaya teşvik eder. Sakin şehir üyeliği için; çevre ve altyapı politikaları, kentsel kaliteyi artıracak teknoloji ve tesisler, yerel üretimin korunması, misafirperverlik ve farkındalık gibi çeşitli kriterler esas alınmaktadır (www.trakyaka.org.tr). Yavaş şehir hareketinin en belirgin özelliği, yerel kimliğin yeniden canlandırılmasıdır. Bu doğrultuda, harekete katılacak her kentin, uygulama yapılan ülkeden bağımsız olarak uyması gereken bazı temel kurallar bulunmaktadır (Coşar, 2013, s.12). Sakin Şehir kriterleri yedi ana başlık altında toplanmaktadır: çevre politikaları, altyapı politikaları, teknoloji yardımıyla kent kalitesinin artırılması, yerel üretimin ve ürünlerin desteklenmesi, misafirperverlik, sosyal uyum ve farkındalık ile ortaklıklar. Bu genel çerçeve, zorunlu olan ve olmayan çeşitli alt kriterlerle detaylandırılarak kentlerin sürdürülebilirlik performansını ölçmektedir (Cittaslowturkiye, 2023).

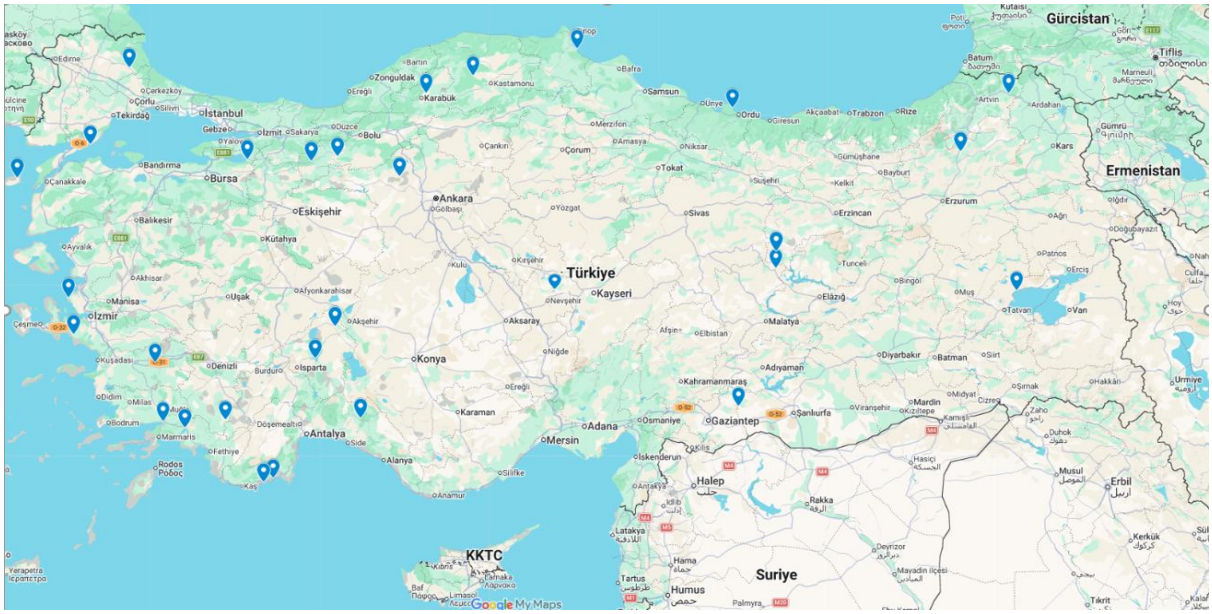
Cittaslow ağına dahil olmak, yerel yönetimlerin sadece niyet beyanıyla değil, uluslararası tüzükte belirlenen teknik ve idari standartları karşılamasıyla mümkündür. Bu yapı, kentin mevcut durumunu analiz eden ve gelişim potansiyelini ölçen 7 ana başlık altında toplanmış 72 kriterden oluşmaktadır. Aday kentlerin sertifikalandırılabilmesi için bu kriterler üzerinden yapılan değerlendirmede 100 üzerinden en az 50 puan alması ve "zorunlu" olarak tanımlanan maddeleri eksiksiz yerine getirmesi gerekmektedir. Bu puanlama sistemi, kentin sürdürülebilirlik performansını ölçen somut bir denetim mekanizması işlevi görür. Cittaslow üyesi statüsüne ulaşmak için bir şehrin Slow Food ilkelerini kabul etmesi ve toplumsal yaşamı iyileştirmeye, yerel çevreyi korumaya yönelik çalışmalar yapması şarttır. Bir şehir bu statüyü kazandığında, bazı hedefler zaten kentin mirasında mevcut olabilir; ancak eksik yönler, diğer şehirlerde uygulanan başarılı programlardan ilham alınarak her zaman geliştirilebilir. Hareket kapsamında yürütülen geri dönüşüm projeleri, Presidia çalışmaları, okul sonrası programlar ve turistlere gerçek bir "yerli" deneyimi sunan bilgilendirmeler bu sürecin bir parçasıdır.

Cittaslow kriterleri, kentsel sürdürülebilirliği sağlamak adına geniş bir çevresel ve altyapısal politika setini önceliklendirir. Bu çerçevede; hava ve su kalitesinin korunması, atıkların kaynağında ayrıştırılması ve enerji verimliliği gibi parametrelerle kentin ekolojik ayak izinin azaltılması hedeflenir. Altyapı ve kentsel yaşam kalitesi politikaları ise ulaşımı bisiklet yolları ve yaya bölgelerine kaydırmayı, engelli erişilebilirliğini sağlamayı ve kamusal alanlardaki yeşil dokuyu yerel estetikle artırmayı amaçlar. Ayrıca, dijital belediyecilik (e-belediyecilik) hizmetlerinin modernizasyonu ve metruk alanların rehabilitasyonu da bu bütünsel kalite anlayışının bir parçasıdır. Modelin sosyo-ekonomik ve idari ayağı, yerel kalkınmayı Slow Food prensipleriyle uyumlu hale getirerek "sıfır kilometre" üretim-tüketim modelini ve yerel ürünlerin sertifikalandırılmasını esas alır. Sürecin başarısı; yerel halkın ve esnafın "yavaşlık" felsefesi üzerine eğitilmesine, dezavantajlı grupların toplumsal hayata tam entegrasyonunu hedefleyen sosyal uyum projelerine ve sivil toplumla kurulan stratejik ortaklıklara dayanır. Son olarak, kentin Cittaslow logosunu kurumsal kimliğine uygun kullanması ve ağın diğer üyeleriyle yürüttüğü iş birlikleri, bu "yavaşlık" modelinin bir yönetim disiplini olarak ne derece içselleştirildiğini gösteren temel göstergelerdir.

3. TÜRKİYE'NİN CITTASLOW PANORAMASI:

Türkiye'nin ilk sakin kenti kabul edilen Seferihisar'dan sonra ülkemizin değişik bölgelerinden ve illerinden kentler, sakin kent olmak için girişimlerde bulunmuştur (Bulut ve Adıgüzel, 2024: 55). Türkiye, 2009 yılında ağa dahil olan Seferihisar'dan bu yana, günümüzde 29 üyeye ulaşan geniş bir yelpazede temsil edilmektedir. Bu şehirler, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesine heterojen bir şekilde dağılmış olup, her bölge Cittaslow kriterlerini kendi sosyo-ekonomik ve ekolojik bağlamında yeniden yorumlamaktadır.

Şekil 2: Türkiye'deki Cittaslow Ağının Coğrafi Dağılım Haritası



Kaynak: Google (t.y.) harita altlığı üzerine Cittaslow Türkiye (2026) verileri işlenerek yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sakin şehir hareketinin Türkiye'deki başlangıcı, 2009 yılında İzmir'in ***Seferihisar*** ilçesinin bu unvanı almasıyla gerçekleşmiştir. Seferihisar, ülkemizden ağa katılan ilk kent olması sebebiyle **"**Sakin Şehir Başkenti**"** olarak anılmaya başlanmış; bu başarı, ilerleyen yıllarda Türkiye'nin farklı bölgelerindeki diğer yerleşimlerin de sürece dahil olma çabalarını hızlandırmıştır (Bulut& Adıgüzel, 2024: 52).

2026 yılı itibarıyla Türkiye, yerel kalkınma ve kültürel mirasın korunması paydasında buluşan oldukça geniş ve çeşitli bir ağa sahiptir. Bu doğrultuda; ***Ahlat (Bitlis), Akyaka (Muğla), Arapgir (Malatya), Daday (Kastamonu), Eğirdir (Isparta), Finike (Antalya), Foça (İzmir), Gerze (Sinop), Gökçeada (Çanakkale), Göynük (Bolu), Güdül (Ankara), Halfeti (Şanlıurfa), İbradı (Antalya), İznik (Bursa), Kemaliye (Erzincan),***

Köyceğiz (Muğla), Mudurnu (Bolu), Perşembe (Ordu), Safranbolu (Karabük), Seferihisar (İzmir), Şarköy (Tekirdağ), Şavşat (Artvin), Uzundere (Erzurum), Vize (Kırklareli), Yalvaç (Isparta), Yenipazar (Aydın), Çameli (Denizli) *ve* ***Demre (Antalya)*** gibi merkezler öne çıkan üyelerdir. Söz konusu bu yerleşimler; sahip oldukları somut ve somut olmayan kültürel zenginlikleri, özgün mimari dokuları ve kararlı sürdürülebilir çevre politikaları ile Anadolu'nun sosyal ve mekânsal çeşitliliğini en iyi şekilde yansıtmaktadır. Her bölgenin kendine has tarihi geçmişi ve yerel kimliği, ulusal düzeydeki toplumsal ve kentsel bütünlüğün korunmasını sağlayan temel güçler olarak görülmektedir.

3.1. Ege Bölgesi:

Türkiye'de sakin şehir hareketinin "laboratuvarı" sayılan Ege Bölgesi; **Seferihisar, Yenipazar, Akyaka, Köyceğiz, Foça ve Çameli** gibi üyeleriyle ağın en yoğun temsil edildiği bölgedir. Ege bölgesi şehirlerinde sürdürülebilirlik, özellikle "Akdeniz Diyeti" ve yerel tohum merkezleri üzerinden şekillenmektedir. Bu şehirlerde, kentsel rant baskısına karşı zeytinliklerin ve kıyı ekosisteminin korunması, yerel üretici pazarlarının (üretici odaklı ekonomi) kurumsallaşması temel başarı göstergesidir. Bölge, kıyı yönetimi ile ekolojik koruma arasındaki dengeyi kurmada model teşkil etmektedir. Ege Bölgesi, sakin iklimi ve köklü zeytin kültürüyle bu felsefeyi en iyi yansıtan yerlerin başında gelir. Bölgenin en karakteristik köşelerinden biri olan **Muğla'nın Akyaka beldesi**, Azmak Nehri'nin buz gibi serin suları ve kendine özgü ahşap mimarisiyle tam bir huzur vahası sunarken, hemen yakınındaki **Köyceğiz** ise dingin gölü ve şifalı kaplıcalarıyla sakinliğin adeta kelime anlamı haline gelmiştir. **Aydın'ın Yenipazar ilçesi** ise zengin tarihi dokusu ve damak çatlatan yöresel lezzetleriyle bu dingin coğrafyayı kusursuz bir şekilde tamamlar(www.prontotour.com).

3.2. Karadeniz Bölgesi:

Perşembe, Şavşat, Gerze, Göynük, Mudurnu, Safranbolu ve Daday gibi kentlerin dahil olduğu Karadeniz havzası, "yeşil sürdürülebilirlik" odağında öne çıkar. Bölgedeki sakin şehirler için temel kriter, biyofilik tasarım ve doğa koruma odaklı turizmdir. Şavşat gibi yüksek rakımlı yerleşimlerde biyolojik çeşitliliğin korunması, geleneksel ahşap mimarinin restorasyonu ve ekoturizm faaliyetleri, küresel ısınma çağında alternatif bir kalkınma rotası sunmaktadır. Bu şehirlerde "hız", topografyanın dayattığı doğal bir yavaşlıkla birleşerek özgün bir kentsel karakter oluşturur. Karadeniz Bölgesi, sahip olduğu zengin florası ve "yeşilin her tonunu" barındıran ekolojik yapısıyla, yavaş yaşam (cittaslow) felsefesi için literatürde özgün bir habitat sunmaktadır. Bu coğrafyanın karakteristik mikro-bölgelerinden biri olan ve tarihsel olarak **"Vona"** ismiyle anılan **Ordu'nun Perşembe ilçesi**, Karadeniz'in dinamik ve hırçın hidrografik yapısına tezat oluşturan korunaklı morfolojisiyle dingin bir liman niteliği taşımaktadır. Bölgenin bir diğer nitelikli kırsal yerleşimi olan **Artvin'in Şavşat ilçesi** ise, ekoturizm ve peyzaj değeri yüksek olan buzul gölü Karagöl ve geleneksel vernaküler (sivil) ahşap mimarisiyle, doğal ve kültürel mirasın estetik bir bütünlük içinde korunduğu somut bir örnek teşkil etmektedir(www.prontotour.com).

3.3. Doğu ve Güneydoğu Anadolu:

Uzundere, Ahlat, Arapgir ve Kemaliye gibi kentler, Anadolu'nun kadim geçmişini sakin şehir felsefesiyle birleştirir. Bu bölgedeki şehirlerde sürdürülebilirlik, somut olan ve olmayan kültürel mirasın korunması üzerinden okunmaktadır. Halfeti'de su altında kalan tarihin eko-turizme kazandırılması veya Ahlat'ta Selçuklu mirasının korunması, "kültürel sürdürülebilirlik" kriterinin en somut örnekleridir. Gastronomi ve el sanatlarının korunması, bu dezavantajlı bölgelerde mikro-ölçekli ekonomik kalkınmayı tetikleyen temel motor güçtür.

3.4. İç Anadolu:

Güdül ve **Ortahisar** gibi üyeler üzerinden İç Anadolu, sakin şehir kriterlerini "bozkır estetiği" ve geleneksel aile yapısının korunmasıyla harmanlar. Bu kentlerde kentsel yaşam kalitesi, geleneksel mahalle kültürünün ihyası ve yerel zanaatların (lületaşı, dokumacılık vb.) canlandırılması üzerine inşa edilmiştir. Tarımsal üretimin endüstriyel baskıdan korunması ve kooperatifleşme süreçleri, bölgenin sürdürülebilir kalkınma stratejisinin temelini oluşturur.

3.5. Marmara ve Akdeniz:

Gökçeada, Vize, İznik, Şarköy (Marmara) ve **Yalvaç, Eğirdir, Finike, İbradı, Demre** (Akdeniz) gibi kentler, büyük metropollere yakınlıkları nedeniyle en çok "hız" ve "tüketim" baskısı hisseden bölgelerdir. Gökçeada'da organik tarım ve ada izolasyonunun korunması, İznik'te UNESCO vizyonuyla bütünleşen zanaat politikaları bu kentlerin savunma mekanizmasıdır. Akdeniz havzasındaki üyelerde ise narenciye bahçelerinin korunması ve su havzası yönetimi (Eğirdir örneğinde olduğu gibi), kentsel yayılmaya karşı geliştirilen normatif barikatlar olarak nitelendirilebilir.

Sıra No	Sakin Şehirler	Coğrafi Bölgesi	Katılım Yılı
1	Seferihisar/ İZMİR	Ege Bölgesi	2009
2	Yenipazar/ AYDIN	Ege Bölgesi	2011
3	Gökçeada/ ÇANAKKALE	Marmara Bölgesi	2011
4	Akyaka/ MUĞLA	Ege Bölgesi	2011
5	Perşembe/ ORDU	Karadeniz Bölgesi	2012
6	Vize/ KIRKLARELİ	Marmara Bölgesi	2012
7	Yalvaç/ ISPARTA	Akdeniz Bölgesi	2012
8	Halfeti/ ŞANLIURFA	Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2013
9	Şavşat/ ARTVİN	Karadeniz Bölgesi	2015
10	Uzundere/ ERZURUM	Doğu Anadolu Bölgesi	2016
11	Eğirdir/ ISPARTA	Akdeniz Bölgesi	2017
12	Gerze/ SİNOP	Karadeniz Bölgesi	2017
13	Göynük/ BOLU	Karadeniz Bölgesi	2017
14	Mudurnu/ BOLU	Karadeniz Bölgesi	2018
15	Köyceğiz/ MUĞLA	Ege Bölgesi	2019
16	Ahlat/ BİTLİS	Doğu Anadolu Bölgesi	2019
17	Güdül/ ANKARA	İç Anadolu Bölgesi	2020
18	Arapgir/ MALATYA	Doğu Anadolu Bölgesi	2021
19	Foça/ İZMİR	Ege Bölgesi	2021
20	İznik/ BURSA	Marmara Bölgesi	2021
21	Kemaliye/ ERZİNCAN	Doğu Anadolu Bölgesi	2022
22	Finike/ ANTALYA	Akdeniz Bölgesi	2023
23	Şarköy/ TEKİRDAĞ	Marmara Bölgesi	2023
24	Safranbolu/ KARABÜK	Karadeniz Bölgesi	2024
25	Daday/ KASTAMONU	Karadeniz Bölgesi	2024
26	İbradı/ ANTALYA	Akdeniz Bölgesi	2024
27	Çameli/ DENİZLİ	Ege Bölgesi	2025
28	Demre/ ANTALYA	Akdeniz Bölgesi	2025
29	Ortahisar/ NEVŞEHİR	İç Anadolu Bölgesi	2026

Kaynak: (Cittaslow Türkiye, 05.05.2026, https://cittaslowturkiye.org).

Tablo 1'de Nisan 2026 verilerine göre Cittaslow Türkiye ağına üye 7 coğrafi bölgede toplam 29 şehir bulunmaktadır.

SEFERİHİSAR

Türkiye'de Sakin Kent (Cittaslow) hareketinin serüveni, ilk olarak 2009 yılında İzmir'in Seferihisar ilçesinin bu unvanı kazanmasıyla başladı. Ülkemizin sakin kentler ağına katılan bu ilk göz ağrısı, öncü rolünden dolayı zamanla "Sakin Şehrin Başkenti" olarak anılmaya başlandı. Seferihisar'ın açtığı bu vizyoner yol, sonraki yıllarda Türkiye'nin dört bir yanındaki pek çok kente ilham verdi; böylece farklı bölgelerden birçok yerleşim yeri, sakin kent ağına dahil olabilmek için yürüttükleri çalışmalara hız kazandırdı(www.cittaslowturkiye.org).

YENİPAZAR

Yenipazar, Cittaslow unvanını almak için köklü kültürünü koruyarak modern bir kent olmayı başarmış bir yer. Yörük Ali Efe'ye ve meşhur pidesine sahip çıkan bu ilçe, yerel üretime ve kadın kooperatiflerine verdiği önemle de öne çıkıyor(cittaslowturkiye.org).

GÖKÇEADA

Gökçeada, 2011 yılı haziran ayında almış olduğu Cittaslow unvanı ile dünyanın ilk ve tek sakin adası olmuştur. Yurtiçinden ve yurtdışından organik tarımla uğraşmak isteyenler için Gökçeada bir cazibe merkezi haline gelmeye başlamıştır. Yeryüzünde organik tarımın yapılacağı topraklar ve iklim alanı gitgide daralmaktadır. Gökçeada, insanların yeniden doğaya dönüş arzusunun hız kazandığı bir çağda bu olanağı sunabilen yerlerden birisidir. Hayata geçirilen Gökçeada Organik Tarım Projesi ile bağcılık, zeytincilik ve arıcılık gibi, tarıma dayalı üretimle geçimini sağlayan küçük üreticilerin organik tarıma yönlendirilmesiyle adada yaşam farklı alternatiflerle renklenmeye başladı (www.gokceada.gov.tr).

AKYAKA

Muğla'nın Ula ilçesinde yer alan, Muğla merkeze 18 km ve Marmaris'e 31 km mesafedeki Akyaka, Gökova Körfezi'nin doğu ucunda konumlanan eski bir balıkçı kasabası kimliğine sahip bir mahalledir. 1988 yılında doğal sit alanı ilan edilmesi ve bölgede yüksek katlı yapılaşmaya izin verilmemesi, Akyaka'nın doğallığını ve özgün dokusunu günümüze kadar korumasını sağlamıştır. Akyaka'nın "Sakin Şehir" olma süreci, katılımcı bir demokrasi örneği sergileyerek 900 mahalle sakininin katıldığı bir referandum ile şekillenmiş; halkın %98 gibi büyük bir çoğunluğunun "evet" oyu vermesi sonucunda 2011 yılında Cittaslow ağına dahil edilmiştir. Ege Bölgesi'nin bu alandaki en önemli temsilcilerinden biri olan Akyaka, günümüzde Türkiye'deki 29 sakin şehirden biri olarak kıyı ekosisteminin korunması, yerel üretici pazarlarının desteklenmesi ve Akdeniz diyeti odaklı sürdürülebilir yaşam modeliyle ön plana çıkmaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

PERŞEMBE

Karadeniz Otoyolu'nun açılmasıyla birlikte, Ordu'nun Kumbaşı sahili ile Fatsa arasında kalan şeritte, doğa ve tarih meraklıları için keşfedilmeyi bekleyen özel bir durak olan Perşembe ilçesi gün yüzüne çıkmıştır. Bu güzergâh üzerindeki tek ilçe olan Perşembe; saklı kalmış çok sayıdaki kumsalı, Hoynat Adası, Yasonburnu Yarımadası ve Kilisesi gibi doğal güzelliklerinin yanı sıra tarihi camileri, türbeleri ve emsalsiz limanıyla ziyaretçilerine unutulmaz anlar sunmaktadır. "Sakin Şehir" (Cittaslow) unvanına sahip olan bu yerleşim, taze balıkları ve güler yüzlü sakinleriyle turistleri kendisine çekmektedir (www.kulturportali.gov.tr). Kentlerin kendi özgün yapılarını koruyarak; yerel ürünlerine, sanatına ve mutfağına sahip çıkıp doğaya zarar vermeden sürdürülebilir turizm ilkeleriyle gelişebileceğini savunan Cittaslow ağına Perşembe, 2 Kasım 2012 tarihinde resmen katılmıştır. Bu üyeliğiyle dünyadaki 161., Türkiye'deki ise 8. Sakin Şehir olma unvanını kazanmıştır (Kabacık, 2015: 37)

VİZE

Kırklareli'nin Vize ilçesi, Uluslararası Sakin Şehirler (Cittaslow) Birliği'ne sunduğu başvurunun onaylanmasıyla bu küresel ağın bir parçası olmuştur. Vize'nin üyeliğine dair resmi karar, 2 Haziran 2012 tarihinde Avusturya'nın Enns kentinde toplanan Cittaslow Koordinasyon Komitesi tarafından ilan edilmiştir. Bu tescille birlikte Vize, Türkiye'nin sekizinci, Trakya bölgesinin ise ilk "sakin şehri" unvanını elde etmiştir. Köklü geçmişiyle bir "başkent", tarihi surlarıyla bir "kalekent", zengin kültürel dokusuyla bir "müzekent" ve korunmuş ekosistemiyle bir "doğakent" olarak tanınan ilçe, tüm bu değerlerini artık Cittaslow kimliği altında sürdürülebilir bir geleceğe taşımaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

YALVAÇ

Isparta'nın şirin ilçesi Yalvaç, tarih öncesi dönemlerden beri pek çok farklı uygarlığa ev sahipliği yapmış, ziyaretçilerine tek bir günde adeta 5000 yıllık bir tarih yolculuğu sunan eşsiz bir kültür noktasıdır. Anadolu'nun geçmişte en işlek yollarının ve yolcuların buluşma noktası olan bu stratejik yerleşim; geleneksel yaşam kültüründen nadide el sanatlarına, antik kalıntılardan günümüze ulaşan kültürel birikimlere kadar oldukça zengin bir deneyim vadetmektedir. 2012 yılında "Sakin Şehir" unvanını alan Yalvaç, bu köklü mirasını modern dünyanın getirdiği hız ve tüketim baskısına karşı koruyarak sürdürülebilir bir modelle geleceğe taşımaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

HALFETİ

2013 yılında Güneydoğu Anadolu'nun ilk sakin şehri seçilen Halfeti'de, adaylık ve üyeliğe kabul edilme sürecinden itibaren kent kimliğini güçlendiren çeşitli projeler hayata geçirilmiştir (Acar, 2016). Bu kapsamda; tarihi konakların aslına uygun restorasyonu, bölgenin endemik zenginliği olan "Slow Rose" (Karagül) projesi, turistik faaliyetleri çeşitlendiren zipline sistemi, modern ihtiyaçlara yönelik ulaşım ve üstyapı yatırımları ile ziyaretçilere dinlenme imkânı sunan sosyal alanlar ve seyir terasları kurulmuştur(www.cittaslowturkiye.org).

ŞAVŞAT

İtalya'nın Milano kentinde gerçekleştirilen Cittaslow 2015 Genel Kurulu'nda resmen "Sakin Şehir" unvanını alan Şavşat, küreselleşen dünyada hızla yitirilen yerel değerlerin, geleneksel yaşam kültürünün ve el değmemiş doğanın nasıl korunabileceğine dair Türkiye'deki en somut örneklerden biridir,. Karadeniz'in coğrafi olarak izole kalmış ve yeşilin her tonunu barındıran büyüleyici atmosferinde yer alan bu ilçe; modern şehir hayatının yarattığı gürültü, stres ve hızlı tüketim sarmalına adeta meydan okumaktadır. Yüksek rakımlı coğrafyası, geleneksel ahşap mimarisi ve biyolojik çeşitliliğiyle öne çıkan Şavşat, topografyanın getirdiği doğal bir yavaşlıkla küresel "hız" odaklı paradigmaya karşı özgün bir kentsel karakter sergilemektedir(www.cittaslowturkiye.org).

UZUNDERE

19 Mart 2016 tarihinde Polonya, Almanya, Güney Kore, İtalya, Belçika, ABD, İsviçre, Fransa, Çin, Macaristan ulusal koordinatörlerinin katıldığı toplantıda, Almanya, İtalya ve Tayvan'dan yeni katılan kentlerle Türkiye'den Uzundere üyeliği kabul edildi(www.cittaslowturkiye.org).

EĞİRDİR

30 ülkeden 200 kentin üye olduğu uluslararası bir organizasyon olan Cittaslow 2017 tarihinde Isparta'nın 17 bin nüfuslu güzel ilçesi Eğirdir'i sertifikalandırarak sakin şehirler arasına almıştır. 1999 yılında İtalya'da başlatılan Cittaslow, Eğirdir'i ülkemizdeki 14. Sakin şehir olarak onaylamıştır(www.aa.com.tr).

GERZE

TÜİK verilerine göre Türkiye'nin en mutlu şehri seçilen Sinop'un şirin ilçesi Gerze, 2017 yılında sakin şehir kriterlerini başarıyla tamamlayarak bu unvana hak kazanmıştır. Masmavi denizin yemyeşil bir doğayla kucaklaştığı bu sakin şehirde, Karadeniz'in hırçın dalgalarının sesini her an hissedebilir; özellikle Deniz Feneri'ne çıktığınızda dalgaların huzurlu ritmine kendinizi kaptırabilirsiniz. Küçük bir balıkçı kasabası sıcaklığını koruyan Gerze'nin merkezini keşfetmek için en ideal yöntem bisiklet kiralamaktır. Cittaslow hareketi kapsamında bisiklet kullanımını yaygınlaştırmaya yönelik yapılan pek çok çalışma sayesinde, ilçede bisiklet kiralayabileceğiniz noktaları kolayca bulabilirsiniz (www.enuygun.com).

GÖYNÜK

Osmanlı'dan bugüne titizlikle korunan tarihi dokusu, kültürü ve doğasıyla Göynük, resmen "Sakin Şehir" (Cittaslow) unvanını elde etmiştir. Birliğe üye olabilmek için gereken 70 teknik ve idari kriteri başarıyla tamamlayan ilçenin Uluslararası Cittaslow Birliği üyeliği tescillenmiştir. Akşemseddin Diyarı olarak bilinen Göynük, modern şehir hayatının koşuşturmacasından uzaklaşmak isteyenler için huzur ve sükunetin merkezi olarak Türkiye gündeminde öne çıkmaktadır (www.goynuk.bel.tr)

MUDURNU

Bolu'nun güneybatısında, yemyeşil vadilerin kucağında yer alan tarihi bir yerleşim olan Mudurnu, 2015 yılında Cittaslow (Sakin Şehir) unvanını kazanmıştır. Osmanlı sivil mimarisinin en zarif örneklerini günümüze

dek korumayı başaran bu kasaba; taş döşeli sokakları, tarihi ahşap evleri ve asırlık çarşılarıyla ziyaretçilerini adeta bir zaman yolculuğuna çıkarmaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

KÖYCEĞİZ

Her bir ilçesi ve beldesi güzel olan Muğla'nın Köyceğiz ilçesi, sakin şehirler arasına 2019 yılında girdi. Bodrum, Fethiye, Marmaris gibi popüler ve kalabalık tatil beldelerinin yanı başında olan Köyceğiz, aslında hepimizin aradığı sakin ve huzur dolu tatili sunuyor. Dünyada benzeri az bulunan ayaklı göl çeşidinde olan Köyceğiz Gölü, burada mutlaka görmen gereken bir doğal güzellik(www.enuygun.com).

AHLAT

Bitlis'in Ahlat ilçesi, stratejik önemi ve sahip olduğu doğal güzellikleri ile tarihin her döneminde çeşitli uygarlıklara merkezlik yapmıştır. Kubbet-ül İslam olarak tanımlanan üç şehirden biri olan Ahlat, Türkler için Anadolu'ya açılan kapı olmuştur. Van Gölü kenarındaki bu güzel ilçe, aynı zamanda Türkiye'nin Cittaslow ağını oluşturan sakin şehirlerden biridir(www.kulturportali.gov.tr).

GÜDÜL

2020 yılının Nisan ayında sakin şehir ilan edilmiştir.Ankara'nın kuzey batısında yer alan Güdül; doğası, mimarisi, kültür ve tarihi ile sakinliği ve huzurun cazibe merkezi olabilecek bir şirin kenttir bir çok kent için benzer tanımlar kullanılabilir gerçekten sizi çok şaşırtacak sürprizlere sahip özellikle ile numaraları, Sorgun göleti ve ki Kirmir Vadisi 'ben nereye geldim!' duygusu uyandırıyor(cittaslowturkiye.org).

ARAPKİR

Arapgir, barındırdığı tarihi yapı stoğuyla rekor kırıyor. Malatya il genelinde koruma altına alınmış toplam 1.385 tescilli yapı bulunurken, bu eserlerin neredeyse yarısı (638 adet) Arapgir sınırları içerisinde yer alıyor. İlçenin dudak uçuklatan tarihi envanteri ile 2021 yılında cittaslow üyesi oldu(www.malatyasoz.com).

FOÇA

"Ege'nin saklı cenneti" olarak nitelendirilen Foça, Cittaslow felsefesini benimseyerek yavaş yaşamın huzurunu arayanların vazgeçilmez adresi haline gelmiştir. Taş evleri, karakteristik dar sokakları ve renkli balıkçı tekneleriyle kendine hayran bırakan ilçe, misafirlerine son derece dingin bir atmosfer sunmaktadır. Masmavi denizi, incecik altın sarısı kumsalları ve büyüleyici doğasıyla hem yerli hem de yabancı turistlerin yoğun ilgisini çeken Foça; ziyaretçilerine tarihi kalıntıları keşfetme, yerel lezzetleri deneyimleme ve doğa yürüyüşleri yapma imkânı tanımaktadır. 2021 yılında resmi olarak sakin şehirler ağına katılan ilçe, bu süreçle birlikte sürdürülebilir turizm anlayışını temel bir yönetim politikası haline getirmiştir. Doğal ve kültürel mirasın korunmasına büyük önem veren Foça, kıyı ekosistemini ve zeytinliklerini kentsel rant baskısına karşı koruyarak, yerel kimliğini gelecek nesillere aktarmayı hedeflemektedir (www.cittaslowturkiye.org).

İZNİK

Dünya genelinde eşine az rastlanan ve bütünüyle bir "açık hava müzesi" olarak nitelendirilen İznik, tarihi ve antik dokusuyla büyüleyici bir şehirdir. Bereketli toprakları, özgün iklimi ve doğal güzellikleri sayesinde tarih boyunca her dönemde cazibesini koruyarak insanlığın ortak mirası haline gelmiştir. Cittaslow ağına katılarak "yavaş yaşam" öğretisini benimseyen İznik, doğal zenginliklerini kadim tarihiyle harmanlamaktadır. İznik Gölü, kenti çevreleyen tarihi surlar ve Bizans döneminden kalma kiliseleriyle ziyaretçilerine son derece dingin bir atmosfer sunan ilçe, 2021 yılında resmen Türkiye'nin 20. sakin şehri ilan edilmiştir. Marmara Bölgesi'ndeki metropollerin "hız" ve "tüketim" baskısına karşı İznik, UNESCO vizyonuyla uyumlu zanaat politikalarıyla kendine has bir savunma mekanizması geliştirmiştir. Göl kıyısındaki tarihi taş evlerde konaklayarak hem gölün

hem de doğanın keyfini sürmek, bu sakin şehir felsefesinin sunduğu huzurlu bir deneyimdir(www.cittaslowturkiye.org).

KEMALİYE

Cittaslow International Başkanlık Konseyi'nin 26 Mart Cumartesi günü çevrimiçi ortamda gerçekleştirdiği ve İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Cittaslow Metropol projesine dair güncel bilgilerin paylaşıldığı toplantıda, Kemaliye resmi olarak Türkiye'nin 21. sakin şehri ilan edilmiştir. Keban Baraj Gölü kıyısında yer alan bu özel ilçe; iyi korunmuş tarihi taş evleri, dar sokakları ve yemyeşil doğasıyla adeta yaşayan bir açık hava müzesini andırmaktadır. Tarihi hanları, camileri ve kiliseleriyle köklü bir geçmişe tanıklık eden Kemaliye, yerel el sanatlarını keşfetmek ve geleneksel lezzetlerin tadına bakmak isteyen ziyaretçiler için huzur dolu bir rota sunmaktadır. Doğu Anadolu'nun bu kadim yerleşimi, sahip olduğu bu zengin mirası sakin şehir felsefesiyle birleştirerek kültürel sürdürülebilirliğin en somut örneklerinden birini temsil etmektedir(www.cittaslowturkiye.org).

FİNİKE

Antalya'nın tarihi ve doğal güzellikleriyle her yıl binlerce yerli ve yabancı turisti ağırlayan ilçesi Finike, Cittaslow ağına katılarak "yavaş yaşam" felsefesini benimsemiştir,. Masmavi denizi, antik kent kalıntıları, tarihi limanı ve büyüleyici doğasının yanı sıra ilçe; organik tarım ürünleriyle hazırlanan yöresel lezzetleriyle de büyük bir popülariteye sahiptir. Özellikle kentsel yayılmaya karşı birer "normatif barikat" olarak korunan turunçgil bahçeleri ve zeytin ağaçlarıyla çevrili köylerde yapılan trekking ve doğa yürüyüşleri, ziyaretçilere modern hayatın hızından uzak, unutulmaz bir deneyim sunmaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

ŞARKÖY

Tekirdağ'ın güneybatısında konumlanan Şarköy, karakteristik balıkçı tekneleri, geniş sahil şeridi ve sunduğu gelişmiş imkanlarla bilinen bir yerleşimdi; ancak son dönemde asıl ününü dahil olduğu Cittaslow (Sakin Şehir) hareketiyle kazanmıştır. Uzun kumsalları, tertemiz denizi ve yeşilin her tonunu barındıran doğasıyla ziyaretçilerine huzur dolu bir tatil ortamı sunan ilçe, özellikle köklü bir geçmişe sahip şarap bağları ve zeytin ağaçlarıyla meşhurdur. Marmara Bölgesi'ndeki büyük metropollere yakınlığı nedeniyle "hız" ve "tüketim" baskısını en yoğun hisseden yerlerden biri olan Şarköy, 2023 yılında bu ağa katılarak yerel kimliğini koruma yolunda önemli bir adım atmıştır. Ziyaretçiler bu sakin şehirde butik otellerde konaklayarak yerel dokuyu hissedebilir ve eşsiz doğa yürüyüşlerine çıkarak yavaş yaşamın keyfine varabilirler(www.cittaslowturkiye.org).

SAFRANBOLU

Batı Karadeniz bölgesinde, Karabük iline bağlı bir ilçe olan Safranbolu, tarihi zenginliği ve doğal güzellikleriyle öne çıkan müstesna bir yerleşimdir. UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan ve titizlikle muhafaza edilen tarihi dokusuyla dikkat çeken şehir, aynı zamanda geleneksel değerleri koruyan "sakin yaşam" tarzını benimsemiş bir kenttir. Günümüze kadar korunarak ulaşan tarihi evleri, tümülüs mezarları, camileri, hanları ve hamamlarıyla köklü bir geçmişi temsil eden Safranbolu; taş döşeli dar sokaklarıyla ziyaretçilerine adeta bir zaman tünelinde yolculuk hissi yaşatmaktadır. Karadeniz havzasındaki diğer üyeler gibi "yeşil sürdürülebilirlik" ve geleneksel mimarinin restorasyonu odağında gelişen ilçe, 2024 yılında resmen Cittaslow ağına katılarak bu özgün karakterini uluslararası düzeyde tescillemiştir. Safranbolu, modern dünyanın hızına karşı topografyanın ve tarihin sunduğu doğal bir yavaşlığı harmanlayarak, yerel kimliğin korunması noktasında Türkiye'deki en somut örneklerden biri olmayı sürdürmektedir(www.cittaslowturkiye.org).

DADAY

Kastamonu'nun Daday ilçesi, Belçika'nın Damme kentinde gerçekleştirilen Uluslararası Cittaslow Komitesi Toplantısı'nda Türkiye'den ağa kabul edilen yirmi dördüncü merkez olarak duyurulmuştur. Bu tescille birlikte Daday, Türkiye'nin 25. Sakin Şehri unvanını alarak Karadeniz havzasındaki "yeşil sürdürülebilirlik" ve doğa koruma odaklı yerleşimler arasındaki yerini almıştır(www.cittaslowturkiye.org).

İBRADI

Binlerce yıldır farklı medeniyetlere ev sahipliği yapan bir bölgede yer alan İbradı, Antalya'nın en küçük ilçesi olma özelliğini taşır. Avrupa Alp Dağları'nın Anadolu'daki uzantısı olan Toroslar'ın kalbinde konumlanan ilçe, bu coğrafyanın sunduğu tüm doğal güzellikleri bünyesinde barındırmaktadır. Sahip olduğu bu özel doğa içerisinde, çevresindeki diğer yerleşim birimlerinden ayrılan kendine özgü bir kültür geliştiren İbradı, Osmanlı döneminden itibaren "ilmin başkenti" olarak anılmıştır. Eğitim tarihinde derin izler bırakan ibtida, rüşdiye ve çok sayıda medreseye ev sahipliği yapan ilçede, bugünkü hukuk fakültelerine eşdeğer görülen mektebi kuzzat'ın (kadı yetiştiren okul) açılmış olması, kentin köklü akademik geçmişini kanıtlar niteliktedir. 2024 yılında "Sakin Şehir" (Cittaslow) ağına katılan İbradı, bu tarihi ve kültürel mirasını Toroslar'ın el değmemiş doğasıyla birleştirerek korumaya devam etmektedir (www.cittaslowturkiye.org).

ÇAMELİ

Denizli'nin Çameli ilçesi 1300 metreyi aşan rakımı, serin havası, zengin bitki örtüsü ve bozulmamış doğası ile dikkat çeken bir ilçedir. Karasal ve Akdeniz ikliminin kesişim noktasında bulunur. Çam, meşe, ardıç ağaçları ile kaplı ormanları vardır. Doğa yürüyüşleri, kampçılık, dağ bisikleti foto- safari ve kırsal turizm yanı sıra yamaç paraşütü sporunda da dünya çapında tanımaktadır(www.cittaslowturkiye.org).

DEMRE

Antalya'nın Demre ilçesi, 7–9 Haziran 2025 tarihleri arasında Hollanda'nın Borger-Odoorn kentinde düzenlenen Uluslararası Cittaslow Koordinasyon Toplantısı'nda resmi sertifikasını alarak ağa katılımını tescillemiştir. Cittaslow Uluslararası Bilim Komitesi tarafından yapılan değerlendirmede 75,40 gibi rekor bir puan elde eden Demre, bu başarısıyla Cittaslow Türkiye Ulusal Ağı'nın 28. üyesi olmaya hak kazanmıştır. Demre'nin uluslararası alandaki başarıları bununla da sınırlı kalmamış; ilçeye bağlı Kale Üçağız köyü, Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü (UNWTO) tarafından yürütülen "En İyi Turizm Köyleri" programı kapsamında "2025 En İyi Turizm Köyü" ödülüne layık görülmüştür. Bu kazanımlar, Demre'nin hem sürdürülebilir yerel kalkınma hem de kültürel mirasın korunması konusundaki başarısını küresel ölçekte belgelemektedir(www.cittaslowturkiye.org).

ORTAHİSAR

Ortahisar Belediye Başkanı Mustafa Ateş, bu önemli gelişmeyi "Kapadokya'nın merkezi Ortahisar'ımıza ve hemşehrilerimize büyük müjde" sözleriyle duyurmuştur. Beldenin doğasına, kültürel mirasına ve yaşam felsefesine verilen değerin uluslararası düzeyde tescillendiğini belirten Ateş; Ortahisar'ın, kaliteli turizm anlayışıyla bilinen Cittaslow ailesine Türkiye'deki tek kasaba olarak katıldığını ifade etmiştir. Bu başarıyla birlikte Ortahisar, Kapadokya'nın ilk ve tek "Sakin Şehri" unvanını alırken, aynı zamanda bu ağa kabul edilen ilk belde statüsündeki yerleşim olmuştur (www.nevsehirkenthaber.com). Cittaslow Uluslararası Koordinasyon Komitesi Toplantısı'nda alınan kararla Ortahisar, 84,74 gibi rekor bir puan elde ederek Türkiye'nin 29. üyesi olarak tescillenmiştir. Ortahisar'ın belde statüsünde bu ağa katılan öncü yerleşimlerden biri olması, elde edilen başarıyı daha da anlamlı kılmaktadır.

Bu örnek, küçük ölçekli yerleşim birimlerinin de sürdürülebilirlik, yerel kalkınma ve yaşam kalitesi alanlarında uluslararası standartları yakalayabileceğini güçlü bir şekilde kanıtlamıştır (cittaslowturkiye.org).

TARAKLI

Tarihi İpekyolu güzergâhında yer alan ve geleneksel Osmanlı evleriyle tanınan Taraklı ilçesi, 2011 yılında "Sakin Şehir" (Cittaslow) unvanını elde etmişti. Sahip olduğu doğal güzellikler ve köklü tarihi dokusu sayesinde her yıl binlerce turisti ağırlayan Taraklı'nın, Sakin Şehir listesinden çıkarıldığı anlaşıldı. İlçenin bu ağdan çıkarılma nedeninin birikmiş aidat borçları olduğu belirtilmektedir. Bu gelişme ile Taraklı, Türkiye'deki Cittaslow ağından ihraç edilen ilk kent olma özelliğini taşıdı (www.sakaryahaber.com). Her ne kadar Taraklı 2011'de bu unvanı alan ilk yerleşimlerden biri olsa da, Nisan 2026 itibarıyla Türkiye'nin 29 üyeden oluşan güncel Cittaslow panoraması içerisinde yer almamaktadır.

4. CITTASLOW METROPOL

Geleneksel olarak küçük ölçekli yerleşimlere odaklanan Cittaslow (Sakin Şehir) hareketi, günümüzde küreselleşmenin yarattığı yoğun kentleşme baskısı altındaki büyükşehirler için yenilikçi bir dönüşüm modeline evrilmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen "Cittaslow Metropol" kavramı; nüfusu milyonları aşan metropollerdeki hız, aşırı tüketim ve mekânsal yabancılaşma sorunlarına karşı, "sakin ve sürdürülebilir yaşam" felsefesinin büyük kentlerde nasıl uygulanabileceğini ve kurumsal temellerini tartışmaya açmaktadır. Mahalle ölçeğinde yerelleşmeyi, yeşil altyapıyı, eko-gastronomiyi ve sosyal kapsayıcılığı merkeze alan bu kentsel politika modeli, sadece bir yaşam tarzı alternatifi sunmakla kalmaz; aynı zamanda yerel yönetimlerin çağdaş kentsel krizlere karşı geliştirebileceği dirençli ve insan odaklı bir yönetişim modelinin temel taşlarını oluşturur. Bu vizyoner yaklaşım, büyükşehirleri sadece beton yığınları olmaktan çıkarıp, içinde yaşayanların mutluluğunu ve sağlığını önceleyen "nefes alan" organizmalara dönüştürmeyi hedeflemektedir. Dijitalleşmenin sınırları aşan gücüyle adeta bir "belediye başkanları çıkarmasına" dönüşen Cittaslow 2021 Genel Kurulu, 30 farklı ülkeden 276 kentin yerel liderini ekran başında bir araya getirerek geleceğin şehirleşme vizyonunu tartışmaya açmıştır. Bu küresel zirvenin en dikkat çeken ismi, oturuma İzmir'den değil, gönül bağlarını güçlendirmek ve stratejik iş birliği köprüleri kurmak amacıyla ziyaret ettiği kardeş şehir Ardahan'dan bağlanan İzmir Büyükşehir Belediye Başkanı Tunç Soyer olmuştur. Bu katılım, İzmir'in dünyanın ilk Cittaslow Metropol pilot kenti ilan edildiği süreçte, yerel diplomasinin ve dayanışmanın önemini vurgulayan sembolik bir adım niteliği taşımaktadır. Soyer konuşmasında;

> "Sokağa çıkma kısıtlamaları sürecinde karantinada evlerimizde otururken, birçok kişi neden daha çok yeşil alanımız yok, ne zaman arabalara bu kadar bağımlı olduk, neden sokaklarımızda daha çok yürünebilir alana sahip değiliz sorularını daha çok sormaya başladı. Covid-19 salgını, geçen sene başladığımız Cittaslow Metropol çalışmalarına daha da önem vermemize neden oldu. Büyükşehirlerde daha iyi bir yaşamı nasıl sağlarız sorusuna İzmir'den 60 paydaşımızla ve uluslararası çalışma grubumuzla cevap aradık. Biz bu bir yıllık süreçte Cittaslow Metropol pilot kenti olarak paydaşlarımızla, toplum katılımıyla geliştireceğimiz projelerimizi hayata geçireceğiz. İzmir'den başlayan bu yeni sürdürülebilir kent modelinin önümüzdeki yıllarda dünyanın farklı noktalarındaki büyükşehirlerde de uygulanacağını görecek olmamız bizi çok heyecanlandırıyor. Covid-19 salgını yaşam tarzımızın ve kentlerimizin artık değişmesi gerektiğini çok net bir şekilde gösterdi. Kendi kendine yeten, üreten, insan ilişkilerinin ön planda olduğu Cittaslow felsefesinin kentlerdeki bu değişimin odağında olacağına inanıyorum (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2021)."

dedi.

Giuseppe Roma, Cittaslow hareketinin kökeninde, büyük metropollerin baskısına karşı yerel kimliğini ve haklarını korumaya çalışan küçük kentlerin verdiği mücadelenin yattığını belirtmektedir; ancak ona göre bu felsefe, kentsel sorunların yaşandığı her noktaya ulaşmalı ve çözüm üretmelidir (cittaslowturkiye.org). Bu anlayışın bir parçası olan Sakin Mahalle projesi; çocukların sokaklarda güvenle oynayabildiği, sakinlerin ise iş, okul, sağlık ocağı, pazar ve yeşil alan gibi temel ihtiyaçlarına sadece 15 dakikalık keyifli bir yürüyüşle erişebildiği yerleşimler kurgulamayı hedefler (ekokent.ieu.edu.tr). Toplum sağlığını destekleyen ve aktif bir yaşamı teşvik eden bu model, şehirleri daha sürdürülebilir, canlı ve mutlu kılarak "Sakin Şehir" idealini geleceğe aktarılacak bir miras olarak konumlandırmaktadır (ekokent.ieu.edu.tr).

Bu vizyon doğrultusunda İzmir, 2021 yılındaki Cittaslow Genel Kurulu'nda dünyanın ilk Cittaslow Metropol pilot kenti ilan edilmiştir (www.izmir.bel.tr). İzmir Büyükşehir Belediyesi; akademisyenler, uzmanlar ve sivil toplum temsilcileriyle birlikte bir yılı aşkın süredir, "yavaş yaşam" felsefesini büyükşehir yönetimine entegre

eden küresel bir model üzerinde çalışmaktadır (www.izmir.bel.tr). İnsan odaklılığı, yüksek yaşam kalitesini ve kentsel değerlerin korunmasını esas alan bu model; "Toplum", "Kentsel Direnç", "Herkes için Gıda", "İyi Yönetişim", "Hareketlilik" ve "Cittaslow Mahalleleri" olmak üzere altı ana tema üzerine inşa edilmiştir (www.izmir.bel.tr). Belirlenen özel kriterler çerçevesinde İzmir genelinde bir yıl boyunca uygulanacak projelerle, bu yeni sürdürülebilir büyükşehir yönetim biçiminin somut örnekleri hayata geçirilmektedir (www.izmir.bel.tr).

PAZARYERİ - DEMİRKÖPRÜ MAHALLESİ

İzmir, 2021 yılındaki Cittaslow Genel Kurulu'nda dünyanın ilk Cittaslow Metropol pilot şehri ilan edilerek bu alanda öncü bir rol üstlenmiştir. İzmir Büyükşehir Belediyesi; akademisyenler, sivil toplum temsilcileri ve uzmanlarla iş birliği yaparak, İzmir'den başlayıp tüm dünyaya model olabilecek sürdürülebilir bir büyükşehir yönetim sistemi üzerinde çalışmaktadır. Bu vizyonun sahadaki ilk uygulamaları, pilot "Sakin Mahalle" olarak seçilen Karşıyaka Demirköprü ve Konak Pazaryeri mahallelerinde hayata geçirilmektedir. Proje kapsamında, küresel ölçekteki kentleşme ve refah perspektifleri derinlemesine analiz edilerek "yavaş yaşam" felsefesinin sunduğu insani değerlerle bütünleştirilmiştir(www.izmir.bel.tr).

YEŞİLBAYIR MAHALLESİ

Antalya'nın Döşemealtı ilçesindeki Yeşilbayır Mahallesi'nde, yaklaşık 14.000 metrekarelik bir sahada Cittaslow Metropol kriterlerine uygun bir park alanı projelendirilmiştir. Parkın çizgisel tasarımı oluşturulurken, sakin şehir hareketinin simgesi olan salyangoz formuna ve ilçedeki Kırkgöz Sulak Alanı'nda yaşayan endemik *Theodoxus altenai (Schutt, 1964)* türünün spiral kabuk yapısına sadık kalınmıştır. Dört farklı giriş noktası bulunan parkta, Döşemealtı'na adını veren 2000 yıllık Antik Döşeme Yolu'na atıfta bulunan doğal taş görünümlü dairesel bir yol tüm alanı dolaşmakta; ayrıca kullanım alanlarına engelsiz erişim sağlayan yollar bulunmaktadır (yesilkent.antalya.bel.tr).

Cittaslow Metropol projesinin Türkiye'deki yansımaları, İzmir ve Antalya'daki model mahalleler üzerinden kentsel yaşamın geleceğine dair somut bir vizyon ortaya koymaktadır. Dünyanın ilk sakin metropol pilot şehri olan İzmir'de, Pazaryeri Mahallesi tarihi dokuyu sosyal dayanışma ile birleştirerek mahalle kültürünü canlandırmayı hedeflerken; Demirköprü Mahallesi, bisiklet yolları ve kentsel tarım uygulamalarıyla sürdürülebilir bir eko-mobilite merkezi olarak öne çıkmaktadır. Antalya'nın Yeşilbayır Mahallesi ise, metropolün çeperinde düşük nemli mikrokliması ve geniş yeşil alanlarıyla yerel el sanatlarını ve doğayla barışık mimariyi merkeze alan bir "vaha" niteliği taşımaktadır. Bu üç mahalle, sakin şehir ilkelerinin büyükşehirlerin karmaşık yapısı içinde dahi yaşanabilir, yaya dostu ve yerel kimliğe saygılı mikro yaşam alanları oluşturabileceğini kanıtlamaktadır.

5. SONUÇ

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesine dağılan 29 sakin şehir üzerine yapılan bu çalışma, hareketin bölgesel farklılıklarına rağmen "yerellik" ve "özgünlük" paydasında birleştirici bir üst kimlik oluşturduğunu kanıtlamaktadır. Ege'nin tarımsal çeşitliliğinden Doğu Anadolu'nun tarihi mirasına kadar her bir yerleşim, Cittaslow kriterlerini kendi sosyo-kültürel yapısına göre yorumlayarak küreselleşmenin tek tipleştirici etkisine karşı yerel birer direnç odağı haline gelmiştir. Bu bağlamda sakin şehir modeli, sadece bir kentsel etiket değil; Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG) ile tam uyumlu; sorumlu üretim, iklim eylemi ve sürdürülebilir topluluklar hedeflerine hizmet eden somut bir yönetim rehberidir. Türkiye'deki sakin şehirlerin sürdürülebilirliğini artırmak adına yerel yönetimlere; bu unvanın bir pazarlama aracından ziyade kentsel bir koruma kalkanı olarak konumlandırılması, kitle turizminin baskısını yönetmek için kapasite analizlerinin yapılması ve yerel halkın karar alma süreçlerine "yönetişim" prensibiyle aktif dahil edilmesi önerilmektedir. Geleceğin kentsel vizyonunda Cittaslow, teknolojik imkanları reddetmeden ama hıza da mahkûm olmadan, insan ölçeğinde ve doğayla uyumlu bir yaşamın mümkün olduğunu kanıtlayan en güçlü alternatif modeldir. Bu noktada sakin şehir felsefesi, teknolojik determinizmin ötesine geçerek "Akıllı Kent" (Smart City) uygulamalarıyla ortak bir paydada buluşmaktadır. Buradaki temel sentez, teknolojinin kentsel hızı artırmak için değil, kentsel yaşam kalitesini ve kaynak verimliliğini "yavaşlatmak ve iyileştirmek" için kullanılmasıdır. Akıllı enerji yönetimiyle karbon ayak izinin düşürülmesi, sensör teknolojileriyle tarımda su tasarrufu

sağlanması veya dijital platformlar aracılığıyla yerel üreticinin doğrudan tüketiciye ulaşması, bu modelin başlıca uygulama alanlarıdır. Dolayısıyla Türkiye'deki sakin şehirler için bir sonraki aşama, dijital dönüşümü yerel kimliği koruyan ve şeffaf yönetişimi destekleyen bir "Akıllı-Sakin Şehir" modeline evrilmek olmalıdır. İzmir'in dünyanın ilk pilot kenti seçilmesiyle somutlaşan Cittaslow Metropol modeli, modern büyükşehirlerin kaotik yapısına karşı insani bir başkaldırıyı temsil etmektedir. Pandemiyle birlikte sorgulanan "hızlı yaşam" anlayışı; yerini İzmir'in Sakin Mahalleleri ve Antalya'nın Yeşilbayır örneğinde olduğu gibi doğayla barışık, yaya dostu ve toplumsal dayanışmayı merkezine alan bir yönetim modeline bırakmaktadır. Bu model; kentsel dirençten gıda güvenliğine kadar uzanan altı ana tema ile büyükşehirlerin sadece beton yığınları değil, içinde yaşayanların mutluluğunu önceleyen nefes alan organizmalar olabileceğini kanıtlamaktadır. Sonuç olarak bu vizyoner yaklaşım, önümüzdeki yıllarda dünya genelindeki diğer metropoller için de daha adil ve yaşanabilir bir kentsel mirasın en güçlü rehberi olacaktır.

KAYNAKÇA

Aslan, D. (2019). Modern şehir anlayışına alternatif olarak sakin şehir: Halfeti Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: Konya.

Bulut, A., ve Adıgüzel, Ş. (2024). Türkiye'den bir sakin kent örneği: Halfeti. Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 48-56. https://doi.org/10.58588/aru-jfeas.1410498

Coşar, Y. (2013). Yavaş şehir (cittaslow) olgusunun turist davranışları ve yerel halkın kentsel yaşam kalitesi algısına etkileri. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Heike Mayer-Paul Knox, "Small-Town Sustainability: Prospects in the Second Modernity", European Planning Studies, 18/10, 2010, s. 1552.

Heike Mayer-Paul Knox, a.g.m., s. 1555.

https://cittaslowturkiye.org/tr/cittaslow-belgesel-yenipazar-egenin-sakin-kalbi/ 24.04.2026

https://cittaslowturkiye.org/tr/cittaslow-hareketi/: 11.04.2026

https://cittaslowturkiye.org/tr/demre-artik-bir-cittaslow-ilcesi/: 24.04.2026

https://cittaslowturkiye.org/tr/dunyanin-ilk-cittaslow-metropol-kenti-izmir/: 24.04.2026

https://cittaslowturkiye.org/tr/ortahisar-rekor-puanla-cittaslow-agina-katildi/: 22.04.2026

https://ekokent.ieu.edu.tr/tr/sakin-mahalle-projesi/: 23.04.2026

https://www.enuygun.com/bilgi/turkiye-nin-huzur-dolu-17-sakin-sehri/: 22.04.2026

https://www.aa.com.tr/tr/yasam/turkiyenin-11-sakin-sehri-uzundere-oldu/540657/ 11.04.2026

https://www.cittaslow.org/association/: 11.04.2026

https://www.eskitadinda.com/sakin-sehir-egirdir-533-c#:~:text=30%20%C3%BClkeden%20200%20kentin%20%C3%BCye,14.%20Sakin%20%C5%9Fehir%20olarak%20onaylam%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r/: 11.04.2026

https://www.gokceada.gov.tr/dunyanin-ilk-ve-tek-sakin-adasi-cittaslow-gokceada/:11.04.2026

https://www.goynuk.bel.tr/ilcemizin-dillere-destan-guzelligi-uluslararasi-alanda-datescillendi/: 11.04.2026

https://www.kulturportali.gov.tr/portal/sakin-sehir-ahlat/: 11.04.2026

https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/ordu/gezilecekyer/persembe---cittaslow/: 11.04.2026

https://www.malatyasoz.com/malatyanin-tek-sakin-sehir-unvanina-sahip-ilcesi/: 11.04.2026

https://www.nevsehirkenthaber.com/haber/27409753/turkiyede-tek-kapadokyada-ilk/: 11.04.2026

https://www.prontotour.com/Blog/cittaslow-nedir-turkiyenin-cittaslow-sehirleri-nerelerdir/: 26.2026

https://www.sakaryahaber.com/sakarya/tarakli-sakin-sehir-listesi-nde-yok/ : 11.04.2026

https://www.trakyaka.org.tr/tr/34253/Vize-Artik-Resmen-Sakin-Sehir/: 11.04.2026

https://yesilkent.antalya.bel.tr/Projeler/ProjeDetay/7/: 23.04.2026

Kabacık, M. (2015). Orta Karadeniz'de Sakin Şehir(Citta Slow) Perşembe: Sakin Şehir Olma Sürecinde Karşılaştığı Sorunlar ve Yöreye Katkıları. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 10(2), 31-46. https://doi.org/10.19129/sbad.28

Knox, P., & Mayer, H. (2009). Small Town Sustainability: Economic, Social, and Environmental Innovation. Belwether Publishing, Maryland.

Olcay, T. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ölçümü Üzerine Bir İnceleme, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir

Onions, C.T.(Ed), (1964), The Shorter Oxfort English Dictonary, Oxford:Clarendan press

Ozmehmet, D. E. (2008). Dünya'da ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımlar. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 3(12), 1853-1876. https://doi.org/10.19168/jyu.48930

Özhancı, E.,Bozhüyük Ardahanlıoğlu, Z., & Yılmaz, H. (2014). Sakin Şehir Üyelik Süreci Analizi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(2), 163-173. https://izlik.org/JA36RR98AH

Özmen, Ş. Y., Birsen, H. ve Birsen, Ö. (2017). Sakin Şehir Yalvaç örneğinde Sürdürülebilirlik, Sakin Şehirler ve Toplumsal Katılım. Akademia Sosyal Bilimler Dergisi, 3, 140-158. https://izlik.org/JA54CJ96YA

Sağır, G. (2017). Küreselleşmeden Geleneksele Dönüşte Slow Food ve Cittaslow Hareketi. The Journal of Social Science, 1(2), 50-59.

Turgut, N., (1996), Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasında Katılımın Rolü, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt:52, Sayı:1, ss:701-715

Yaylı, H., (2012), Çevre Etiği Bağlamında Kalkınma, Çevre ve Nüfus, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl:2012/1, Sayı:15, ss:151-169.

OSMANLI VAKIF KÜLTÜRÜNDE KADINLAR TARAFINDAN KURULAN VAKIFLARIN TOPLUMSAL HAYATTA YERİ VE ÖNEMİ

Doç. Dr. M. Nazan ARSLANEL

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-8565-7081

Prof.Dr. Ahmet ÖZKİRAZ

Tokat Gaziosmapaşa Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0003-2349-6566

ÖZET

Vakıflar Osmanlı Devleti'nin en önemli kurumlarından biridir. Osmanlı Devletinde yönetim anlayışı içerisinde Devletin toplum ihtiyaçlarını doğrudan ya da dolaylı olarak yerine getirdiği görülmektedir. Yönetim, güvenlik, ülke müdafaası ve adalet gibi meseleler merkezi yönetim tarafından gerçekleştirilirken; toplumun temel ihtiyaçları olan sağlık, eğitim, bayındırlık, dini ve kültürel hizmetlerin önemli bir kısmı vakıflar tarafından yerine getirilmiştir. Osmanlı Vakıfları, Osmanlı Devleti'nin yapısı göz önünde tutulduğunda günümüzdeki sivil toplum kuruluşlarına benzer fonksiyonlar üstlenmişlerdir. Osmanlı Devleti'nde sivil topluma örnek niteliğinde olan vakıflar devlet yönetiminin içinde yer almayan ancak devlet tarafından denetimi ile sosyal, ekonomik ve kültürel alanlarda hizmet vermişlerdir. Başta yardımlaşma olmak üzere kamusal alanda faaliyette bulunarak devletin yükünü hafifletme görevini yerine getirmişlerdir. Çalışma açısından Osmanlı' da vakıfları önemli kılan husus, kadınların da vakıf kurabilmesidir. Her ne kadar Osmanlı'da kadınların çalışma hayatında etkin olmadıkları ve kamusal alanda var olmalarının mümkün olmadığına dair bir düşünce olsa da vakıflar açısından durum farklıdır. Kadınların kurmuş oldukları vakıflar ve gerçekleştirdikleri hayır işleri Osmanlı kadınının mülk sahibi olduğunun ve kamusal alanda olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çalışmada, toplumsal yapı içerisinde Osmanlı kadınının kurduğu vakıflar ile kamusal alana katkısını ve bu vakıfların, kadınlar için gerçekleştirdiği hizmetlerin toplum hayatında kadının yerini nasıl konumlandırdığı üzerinde durulmaktadır. Çalışma yöntem olarak literatür taraması şeklinde yapılmıştır. Sosyal hizmet ve kamusal alanda kadınlar tarafından kurulmuş vakıfların koruyucu ve yerel düzeyde toplumsal problemleri çözen yönü üzerinde durulmuştur. Çalışma ile Osmanlı kadınının toplum hayatında vakıflar üzerinden nasıl etkin yer aldığı; aynı zamanda da sosyal sorumluluk alma hususunda üstlendiği rol vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kadın, Vakıf, Sosyal Sorumluluk, Osmanlı Vakıfları

ABSTRACT

Foundations (waqfs) were one of the most important institutions of the Ottoman Empire. Within the Ottoman understanding of governance, the state directly or indirectly fulfilled the needs of society. While matters such as administration, security, national defense, and justice were handled by the central government, a significant portion of the basic needs of society, such as health, education, public works, religious and cultural services, were provided by foundations. Considering the structure of the Ottoman Empire, Ottoman foundations undertook functions similar to modern-day civil society organizations. Serving as examples of civil society in the Ottoman Empire, foundations, while not directly involved in state administration, provided services in social, economic, and cultural fields under state supervision. Primarily through mutual aid, they operated in the public sphere, fulfilling the role of alleviating the burden on the state. What makes foundations significant in the Ottoman Empire is that women were also able to establish them. Although there is a perception that women were not active in working life and could not be present in the public sphere in the Ottoman Empire, the situation was different with foundations. The foundations established by women and the charitable works they carried out can be considered an indicator of Ottoman women's ownership of property and their presence in the public sphere. This study focuses on the contribution of Ottoman women to the public sphere through the foundations they established within the social structure, and how these foundations, through the services they provided for women, positioned women in social life. The study was conducted through a literature review. It emphasizes the protective and problem-solving aspects of foundations established by women in the social service and public sphere at the local level. The study highlights how Ottoman

women actively participated in social life through foundations and the role they undertook in assuming social responsibility.

Keywords: Women, Foundation, Social Responsibility, Ottoman Foundation

GİRİŞ

Vakıflar, toplumun refahını huzurunu arttırmak, insanların kendinden başkasını da gözettiği, zenginlerin fakirleri koruduğu bir toplum inşa etmek ve sosyal dayanışmayı arttırmak için birlik ve beraberliğin sembolü olarak kurulan kurumlardır. İslam medeniyetinde oldukça önemli bir yere sahip olan vakıflar en parlak dönemlerini Osmanlı döneminde yaşamıştır. Vakıf, kişinin malının veya mülkünün bir kısmını ya da tamamını belli bir amaç için kendi hür iradesiyle mülkiyetinden çıkararak, alınıp satılmaktan alıkoyması ve gelirini belirli şartlar altında bir amaç için tahsis etmesidir. Osmanlı vakıflarına genel olarak bakıldığında bu amaç yelpazesinin oldukça geniş olduğu bunların arasında; din, eğitim, sağlık, sosyal ve kültürel, şehircilik ve bayındırlık, gıda, barınma, yaşlılara yardım ve ayrıca yaşlı kadınlara yardım için tahsis edilmiş vakıflar gibi oldukça fazla türde kurulmuş oldukları görülmektedir. Allah rızasını kazanmak için, varlıklı kişiler tarafından tamamen ihtiyaç sahiplerinin yararına olmak üzere kurulan vakıfların temelinde yardımlaşma ve dayanışma vardır. Temeli insanlara yardım olan vakıflar ‘’alan el’’ ile ‘’veren eli’’ buluştururken günümüz devlet anlayışında benimsenmiş olan pek çok kamu hizmetinin geçmişte vakıflar tarafından yerine getirildiği görülmektedir. Osmanlı Devletinde vakıfların bu derece gelişmesi ve yaygınlaşmasında şüphesiz İslam dininin temelinde yer alan yardımlaşma ve ihtiyacı olanlara destek olma fikri yer almaktadır. Osmanlı Devletinde vakıflar Osmanlı toplumunun özelliklerine, yapısına, eğitim ortamına ve toplumun geleneklerine göre hizmet üretmiş ve fayda sağlamışlar, halkın ihtiyaçlarının büyük bir kısmı da vakıfların çeşitli hizmetleri ile karşılanmıştır.

Osmanlı devletinde idari yapı ve aynı zamanda toplum yapısı açısından bu kadar önemli bir yer tutan vakıflarda Osmanlı kadınının yerinin ne olduğu sorusu bizi bu çalışmayı yapmaya yöneltti. Çünkü Osmanlı toplum düzeninde vakıfların yeri ve önemini araştırırken, azımsanmayacak kadar çok sayıda ve çok değişik hayır amaçlı vakfın kurucusunun aynı zamanda yöneticisinin kadın olduğu dikkat çekiciydi. Osmanlı dönemine ait yapılan birçok çalışmada Osmanlı kadını genellikle toplumdan uzak tecrit hayatı yaşayan, toplum içerisinde ikinci sınıf muamelesi gören, değersiz, aciz bir durumda anlatılmaktadır. Osmanlı kadınının tasviri açısından bu durumun objektif olmadığı kanısındayız. Özellikle devlet düzeninin sağlanması ve yönetimi bakımından vakıflar değerlendirildiğinde, Osmanlı kadınları tarafından kurulmuş, yönetimi gerçekleştirilmiş sayıca oldukça çok vakfın olduğu görülmektedir. Toplumsal hayatın refahı açısından vakıfların kamusal alanın düzenlenmesi ve sürdürülmesi bakımından vakıf kuran kadınların rolü ve önemi dikkat çekmektedir. Ayrıca konuya yoksulluk açısından bakıldığında ise Osmanlı kadınının, toplumda fakir ve varlıklı iki kesimin kaynaşması karşılıklı anlayış ve hoşgörü içinde yaşamalarını sağlayan vakıf sisteminde etkili bir rol üstlendiği görülmektedir.

Osmanlı toplumunda göz ardı edildiği toplumdan dışlandığı düşünülen ve devlet idaresinin dışında olduğu düşünülen Osmanlı kadınının, vâkıfe (kadın vakıf kurucu) olarak toplumsal hayatın içerisinde olduğunu bu çalışma ile ortaya koymaya çalıştık. Bu bağlamda toplumun ihtiyaçlarına yönelik olarak kurulan vakıflarda, kadının yerini ve rolünü, kadınların kurmuş olduğu vakıfların sosyal hizmet açısından toplumsal işlevlerini ve kurdukları vakıfların hizmetlerinden bahsederek kadının Osmanlı toplum yapısının dışında tutulduğuna dair değerlendirmenin yanlışlığını kendi açımızdan açıklamaya çalışacağız. Aynı zamanda da kadının toplum yaşamında sorumluluk üstlendiği ve bu anlamda önemli bir rol aldığını ifade etmeye çalıştık. Ancak öncelikle Osmanlı Devletinin yönetim yapısı içerisinde vakıfların genel olarak üstlendikleri fonksiyonlarından bahsetmenin daha uygun olacağı kanaatindeyiz.

1.OSMANLI DEVLETİNDE VAKIFLARIN YERİNE GETİRDİĞİ TEMEL FONKSİYONLAR

Vakıflar, Osmanlı Devletinde toplumsal, sosyal, ekonomik ve kültürel alan gibi pek çok alanda faaliyet gösteren kimi zaman devlet kimi zaman belediye vazifesini yerine getiren sosyal müesseseler olmuştur. Toplumun her alanında etkinliğini sürdüren vakıflar Osmanlı İmparatorluğu’nun vazgeçilmez bir parçası olarak Osmanlı devletinin ‘‘vakıflar medeniyeti’’ olarak da nitelendirilmesini sağlamıştırlar (Ateş, 1995,s.25).

Osmanlı devletinde vakıflar, sosyal ve ekonomik yaşam başta olmak üzere hayatın bütün bölümlerinde etkisini gösteren, dini ve toplumsal ihtiyaçları karşılayan ve hayat standartlarını arttırmada etkili, hukuki temellere dayalı ve süreklilik arz eden bir kurum olarak karşımıza çıkmaktadır. (Taşkesen, 2017, s.62). Gerek dini amaçlı olarak gerekse de devletin merkezi otoritesini güçlü tutmak istemesi gibi pek çok sebepten ortaya çıkmış olan vakıflar, görmüş oldukları hizmetlerle hayır amacını taşıyan bir müessese olmaktan çıkmış, dönemin birçok kamu hizmetini de yerine getiren ve sosyo-ekonomik alanı düzenleyen önemli kurumlar olmuşturlar. Osmanlı devletindeki vakıfların, devlet yönetiminin talebi olmaksızın yürüttüğü faaliyetlerde genel olarak yönetimle çatışmayı değil, uyumlu çalışmayı amaç edindiklerini, böylece devlet-millet bütünlüğünü hedeflediklerini söyleyebilmekteyiz. Lakin faaliyetlerini yürütürken yaptıkları işler yönetim tarafından tek tek belirlenen ve dayatılan işler olmadığı için sivil faaliyetlerdir ve bu tür faaliyetleri gerçekleştirenler de sivil toplum olarak adlandırılmaktadır. Osmanlı Devletinde yer alan vakıflarının fonksiyonlarının toplumsal düzenin oluşmasına katkılarının şu alanlarda yoğunlaştığını görmekteyiz (Koyunoğlu, 2017, s. 99).

1.1.Dini Hizmetler

Dini açıdan vakfın mahiyeti, iyiliği emretme, yardımlaşma, birlik olma, sevap işleme kavramlarından hareketle oluşturulmaktadır. Bütün dinlerde insanların birlik beraberlik içinde yaşamalarını, fakirlere yardım yapılmasını, hakkın gözetilmesini, doğruyu ve güzeli telkin eden tavsiyeler mevcuttur (Akyıldız & Abay, 2017, s. 5).İslam dini, kuşkusuz Osmanlılar 'da vakıf sisteminin böylesine genişlemesinin en önemli sebeplerinden biridir. Allah korkusu ve rızasını kazanma isteği ile kurulan vakıflar, din hizmeti verecek yapılar oluşturarak veya bu yapılara destek olarak da faaliyet göstermektedir (Kaya & Koca, 2020, s. 152).

Dinî hizmetler kapsamına cami ve mescit yaptırma, buraların imam, müezzin, kayyım gibi görevlilerinin maaşlarını ödeme ve camilerin temizlik ve aydınlatma gibi diğer ihtiyaçlarının karşılanması dâhildir. Dinî hizmetler kapsamında değerlendirilen görevliler sadece din hizmeti yürütmemektedir. İmamlar, köylerin diğer ileri gelenleri gibi, devlet ile köy halkı arasında aracı görevi görürler ve bundan dolayı köy çevresinde önemli itibara sahip bulunmaktadırlar. Osmanlılarda camiye yardım olarak para toplanmazdı. Çünkü camilerin personel dâhil tüm giderlerini karşılamak üzere vakfedilen gayrimenkullerin gelirleri bunu karşılardı (Koyunoğlu, 2017, s. 101). Sosyal yardımlaşma dini açıdan bir hizmet olarak değerlendirildiği takdirde bütün vakıfları bu kategoride değerlendirmek mümkündür. Fakat buradaki amacımız dini ibadetlerin yerine getirilmesi gayesi ile vücuda getirilen vakıfları ele almaktır. Dini ibadetlerin yerine getirilmesi için oluşturulan cami, mescit, namazgâh, türbe, dar'ul-huffaz vakıflarının yanı sıra, ibadet gayesi güden Kur'an-ı Kerim hatmedilmesi, caminin mum ve kandillerinin temin edilmesi, camilerde vaaz edilmesi ve mevlit okutulması vakıflarını, "dini hizmet gören vakıflar" olarak ele alabiliriz. Bu mahiyetteki vakıflara Osmanlı'nın her döneminde rastlamak mümkündür (Ertem, 2011, s. 35).

1.2.Eğitim- Öğretim Hizmetleri

Osmanlı Devleti'nde vakıf yoluyla oluşturulan sıbyan mektepleri ve medreselerin yanı sıra darü'l-hadis, darü'l-kurra, tıp medreseleri de birer vakıftır. Buradan anlaşılacağı üzere, eğitim çağında olan bütün öğrenciler vakıf sistemi ile eğitilmekte ve yine devletin yerine bu hizmeti vakıfların karşıladığı görülmektedir. Ayrıca mektep ve medreselerde ders veren hocaların maaşları da vakıflar tarafından karşılanmaktaydı (Kaya & Koca, 2020, s. 152). Bir de Osmanlı döneminde oluşturulan müzeler de vakıftı. Eğitim hayatının hemen hemen tamamı vakıflar aracılığı ile yürütülmüştür (Ertem, 2011, s. 35).Varlıklı kimselerin ve özellikle devletin yüksek dereceli memurları tarafından kurulan vakıfların gelirleriyle varlığını sürdüren medreselerin şehir halkına ekstra bir yük getirmediği görülmektedir (Buluş, 2009, s. 30).

1.3. Sağlık Hizmetleri

Osmanlı devletinde hastaneler devlet tarafından yapılmamıştır. Külliye şeklinde oluşturulan her büyük vakfın bir hastanesi vardı. Bütün sağlık kurumları hayır sahipleri tarafından ve vakıf yoluyla ihdas edilmiştir. Tımarhane, darüşşifa ve tab hane olarak adlandırılan sağlık kurumlarında çalışan personelin maaşları da yine bağlı oldukları vakıf tarafından karşılanmaktaydı. Bunların dışında cüzzamlı hastalar için ayrı bakımevleri ve hastanenler yapılmıştı. Halkın "miskinler tekkesi" dediği cüzzam hasta hanelerinde cüzzamlılara karantina uygulanır, hastalığı bulaştırmaları önlenmeye çalışılırdı (Koyunoğlu, 2017, s. 100).

1.4. Şehircilik, Bayındırlık ve Belediye Hizmetleri

Osmanlı döneminde şehircilik ve belediye hizmetlerinin tamamı yine vakıf sistemine dayanmaktadır (Ertem, 2011, s. 36). Vakıfların yerine getirdikleri belediyecilik hizmetleri içerisinde suyolları, çeşmeler, sebiller ve sebilhaneler, temizlik işleri, şehir içi imar faaliyetleri ve şehir içi yollar ilk göze çarpanlarıdır (Koyunoğlu, 2017, s. 100). Osmanlı Devletinde belediye hizmetlerinin yerine getirilmesinde devletin mali katkısı yoktu. Halktan da vergi alınmadan o dönemde dünyanın en kalabalık merkezlerini oluşturan Osmanlı şehirlerinde belediye ve şehircilik hizmetlerinin mükemmel ve düzenli bir şekilde yürütülmesinde vakıflar rol oynamıştır. Batıda kilise, belediye ve devletin gördüğü hizmetler, Osmanlı'da vakıflar tarafından yerine getirilmiştir. Bayındırlık hizmetleri kapsamında ise, bugün olduğu gibi, yol, köprü, kanal, kemer, bent, çeşme, sebil, kaldırım, kervansaray, deniz feneri vs. sayılabilir. Bu hizmetlerin hemen tamamı vakıf yoluyla ihdas edilmiş ve halkın kullanımına sunulmuştur. Osmanlı döneminde askeri gayelere matuf bayındırlık hizmetleri haricinde devletin herhangi bir katkısı söz konusu değildi (Ertem, 2011, s. 36).

Tehlikeli bölgelerin güvenliğini sağlamak veya yeni elde edilen toprakları şenlendirmek için kurulan derbentlerin bir kısmının oldukça büyük vakıflar eliyle idare edildikleri görülmektedir. Her ne kadar bu vakıfların gelirleri belli yerlerin vergilerinden buraya tahsisinden ibaret ise de, bu tür derbentlerin yerine getirdiği işlevler esasen derbent görevlileri ve derbendin bulunduğu insanlar marifetiyle yerine getiriliyordu. Bu vakıflar eliyle bakir topraklar işlenmekle kalmıyor; zirai sahada büyük işletmeler ve sulama tesisleri de meydana getirilmesine katkıda bulunuluyordu. Bazı tehlikeli yerlerde ise han, çeşme, kale, cami inşaatları ile yerleşim yerleri haline dönüşmesini sağlanmak suretiyle hem güvenli ticaret imkânı sağlanıyor, hem de konargöçerlerin veya topraksız unsurların iskânı mümkün oluyordu (Buluş, 2009, s. 31).

1.5.Askeri Hizmetler

Askeri hizmetler genellikle devlet tarafından ifa edilse bile bu alanda kurulan vakıflar da vardır. Kale, istihkâm, gemi ve top yapımı, lengerhane, dökümhane, saraçhane yapımını gerçekleştiren vakıfların yanı sıra savaşta başarı gösteren askerlere yardım vakıfları da Osmanlı devletinde sıkça rastlanılan bir gerçektir. Aynı şekilde askeri eğitime yönelik tesislerin kurulmasını amaç edinen vakıflarla da karşılaşmaktayız. Okmeydanı, kemankeş zaviyeleri, pehlivan tekkeleri bunlar arasında sayılabilir (Ertem, 2011, s. 36).

2.1.OSMANLI DEVLETİNDE VAKIFLARIN YERİNE GETİRDİĞİ SOSYAL FONKSİYONLAR

2.1.Sosyal Çatışmayı Engellemesi

Vakıflar, toplumda sosyal çatışmayı kısıtlayıcı ve engelleyici fonksiyonu yerine getirir. Gelir ve servet dağılımına olumlu yönde tesir eder. Vakıflar genellikle üst gelir grubuna mensup kişiler tarafından kurulduğundan, bu gruba mensup bireylerin kendi servet ve gelirlerinden ayırdıkları payın, artık özel mülkiyetten çıkarak kamu mülkiyetine geçmesi, yani toplumsallaşmasıyla birlikte alt gelir grubuna mensup kişilere bir gelir aktarımı söz konusudur. Vakıf sayesinde ortaya çıkan hâsıla üst gelir grubu tarafından oluşturulmakta ve hasılanın hemen hemen tamamına yakını düşük gelirli kişiler tarafından tüketilmektedir. Dolayısıyla vakıflar, gelir dengesizliği sebebiyle toplumda ortaya çıkacak birbiriyle uzlaşmayan iki düşman sınıfın birbiriyle çatışmasını engelleyerek toplumda huzur ve barışın sağlanmasına yardımcı olur. Vakıflar bu gibi sosyal fonksiyonları yerine getiren bir kurumdur. Bu fonksiyonları icra ederken, kesinlikle din, dil, renk, ırk ve sınıf ayrımı yapmamaktaydı (Soysaldı, 2004,s.9).

2.2.Gelir ve Servet Dağılımını Düzenlemesi

Vakıfların, gelir ve servet dağılımının dengelenmesine de katkısı olmuştur. Bir vakfın kurulması demek, bir hizmetin yapılması için servetin vakfedenin mülkiyetinden çıkarak gelir seviyesi düşük grupların kullanımına, yani toplumun mülkiyetine geçmesi demektir. Servetin transferinden sonra bu servetin gelirleriyle sağlanan hizmetler yoluyla, düşük gelirli gruplar lehine gelirin yeniden dağılımı sağlanmaktaydı. Servet transferi bir defa olmakta ancak gelir transferi vakıf yaşadıkça devam etmektedir. Osmanlı'da vakıflar aracılığıyla düşük gelirli kişilere gelir sağlama konusunda bu kişilere yardım sağlanırken, kişilerin psikolojik durumlarının dikkate alınması, yardım eden ve edilenin çoğu kere birbirlerini tanımamaları yardımlaşmada dikkat edilen önemli konulardan biri olmuştur (Işık, 2009, s. 6-7).

2.3.Sosyal İlişkileri Düzenlemesi

Toplumda sosyal ilişkileri düzenleyen çeşitli kurumlar vardır. Bu kurumlardan biri olan din, sosyal ilişkilerin sağlanmasında ve geliştirilmesinde gerekli tedbirleri alır ve tavsiyelerde bulunur. İslam Dini de insanları, karşılık beklemeden sırf Allah rızasının kazanılması için sosyal yardım yapma hususunda teşvik eder. İşte bu teşvik vakıf müessesini doğurmuştur. İnsanların sosyal yardımda bulunma gaye ve düşünceleri, kendileri dışında bulunan kişi ve gruplarla sosyal ilişkinin doğmasına neden olur. Toplumsal ihtiyaçların karşılanması esasına dayanan vakıf müessesesi, toplumsal hizmetlerin sunulmasında herhangi bir ayrım gözetmediğinden, hizmetlerden yararlananların öncelikle kendi aralarında, daha sonra hizmetten yararlananlarla vakıf müessesesi arasında bir sosyal ilişkinin olması normaldir. Hatta mevcut sosyal ilişkinin varlığı ve devamının vakıf müessesesini yaşatan bir unsur olarak değerlendirmek doğru bir yaklaşım olsa gerektir (Ertem, 2011, s. 37).

Vakıflar insanlar arasında sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı sağlaması, artırması sebebiyle toplumda sosyal gelişmeyi, sosyal adaleti ve sosyal barışı gerçekleştirmeye de katkıda bulunmaktadır. Sosyal yardımlaşma, dayanışma ve işbirliği gibi hizmetleri ile Osmanlı vakıflarının sosyal bütünleşmeyi sağlayan nadir kurumlardan olduğu da belirtilmelidir. Vakıflar, fertlerin maddi ve manevi bir bütün etrafında hareket etmesine aracılık ederek, bütün sosyal kurumları içine alan, çalıştıran ve kullanan bir hukuki yapı olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Yıldırımalp, 2013, s. 65).

2.4. İstihdamı Artırıcı Etkisi

Osmanlıda neredeyse her alanda hizmet veren binlerce sayıdaki vakfın, bu hizmetleri yürütebilmek için çok sayıda personel çalıştırması ve karşılığında maaş ödemesi dolayısıyla ülkede istihdamı arttırıcı yönde katkıda bulunmuştur. Vakıflar yaygınlık kazandıkça vakıfta istihdam edilenlerin sayısında önemli derecede artış olması doğaldır. Bütün kamu hizmetlerinin vakıflar tarafından yerine getirilmesi, bu alandaki istihdam potansiyelinin boyutlarını ve hacmini ortaya koymaktadır. Ayrıca zamanla yıpranan ve onarım gerektiren vakıf eserlerinin bakımı durumunda ek istihdam da yaratılmıştır (Işık, 2009, s. 7).

2.5. Yabancılaşmayı Önleyici Etkisi

Vakıflar, bireylerin onurunu, saygınlığını, bir grup ya da toplum içerisinde küçümsenmemesini gözeterek, bireyin kendisinde toplum tarafından değerli bir vatandaş olarak değerlendirildiği düşüncesinin oluşmasını sağlayarak kişilerin toplumdan yabancılaşmasını engelleyici bir fonksiyon üstleniyordu. Vakıflardan yardım alan kişiler sadece yardım gördüğü vakfa değil, aynı zamanda ait olduğu topluma karşı da sevgi, saygı, bağlılık duyguları beslemekte, yalnızlık duygusu ve yabancılaşma güdüsünden kurtulmuş olmaktaydılar (Işık, 2009, s. 8).Vakfın bir başka sosyal fonksiyonu ise “sosyalleşme” ve “sosyalleştirme” aracı olmasıdır. Vakıf kuran bir fert kendi özel menfaatini değil, toplumun menfaatini ön planda tutarak mal varlığından bir bölümünü kamu alanına aktarmak suretiyle üyesi olduğu topluma faydalı olmakla örnek bir toplum üyesi olduğunu göstermekle sosyalleştirmekte, vakıf da bu süreç içerisinde, sürecin etkin bir şekilde devamına neden olup ferdi sosyalleştirmektedir (Ertem, 2011, s. 38).

2.6.Sosyal Bütünleşmeye Etkisi

Vakıflar insana ve topluma hizmet etme, onların refahını ve mutluluğunu koruma ve artırma temelleri üzerine kurulmuş; insanlar arasındaki dayanışmayı, yardımlaşmayı ve işbirliğini hedefleyen bir sosyal kurumdur. Vakfı bir sosyal kurum olarak tanımlamak, ister istemez vakfın bütün sosyal fonksiyonları icra ettiğini kabullenmek anlamına da gelmektedir ve bu sosyal fonksiyonlarını sosyal bütünleşmeyi sağladığını da söylemek mümkündür

Osmanlılarda vakıflar kamu hizmetlerinin büyük bir bölümünü yerine getirerek şehirlerin sosyal merkezi niteliği halindeydi. Vakıf külliyeler oldukça kapsamlı olup, bünyesinde cami, medrese, mektep, kütüphane, hamam, türbe, çeşme, han, imaret, hastane gibi yerleri içermekteydi. Hemen hemen her Osmanlı şehrinin merkez camii etrafında kümelenen medrese, imaret, çeşme, sebil, kütüphane, hastane ve bunun gibi diğer kuruluşlardan oluşmaktadır (Soysaldı, 2004,s.9).Görüleceği üzere hemen hemen bütün sosyal ihtiyaçların karşılandığı merkez konumunda olan vakıf külliyeler yerleşim yerindeki konumları itibariyle toplumda fertler ve gruplar arasında sosyal bütünleşmenin sağlanmasında etkin rol oynamışlardır. Toplumda fertleri bir sosyal

merkez etrafında toplayan kurumları bünyesinde taşıyan vakıf külliyeler maddî ve manevî etkileriyle sistemde var olabilecek aksaklıkları gidermeyi amaç edinmişler ve sosyal katalizör rolü oynamışlardır. Gerek Selçuklular' da, gerekse Osmanlılar' da manevî unsurun sembolü olan cami daima merkezi rol oynamıştır (Işık, 2009, s. 8).

Vakıflar ikinci olarak içinde bulundukları toplumda ifa ettikleri ve yukarıda kısaca izah etmeye çalıştığımız sosyal fonksiyonları sayesinde sosyal bütünleşmeye katkıda bulunmaktadırlar. Vakıf müesseseler, toplumda fertler arasında sosyal yardımlaşma, sosyal dayanışma ve iş birliğini amaç edindiğinden, bu tür hizmetlerin doğal sonucu olarak fertlerin maddi ve manevi bir bütün etrafında hareket etmesini de sağlamaktadır (Ertem, 2011, s. 39).

Vakıflar konusunda dikkat edilmesi gereken nokta yapılan iyiliğin bir defaya veya belli bir zamana ait olmamasıdır. Vakıfta esas olan, iyilik ve hayır fikrinin ebediyetidir. Yukarıda bahsi geçen örneklerden de anlaşılıyor ki vakıflar; yerine getirdiği tüm hizmetleriyle kişilerin hayır yapma arzularını ölümlerinden sonra da yaşatacak kesintisiz devam ettirebilecek bir sistem olarak varlıklarını sürdürmüşlerdir (Soyer ve Zeyrek, 2007, s. 24).

3. OSMANLI DEVLETİNDE KADINLAR TARAFINDAN KURULAN VAKIFLARIN TOPLUM HAYATTA ÖNEMİ

Osmanlı Devletinde kadın; Müslümanı, gayrimüslim, şehirli, saraylı ve köylüsüyle homojen olmayan bir yapıya sahiptir. Osmanlı toplum yapısında yaşadığı döneme, bölgeye ve sahip olduğu dini inanca göre farklılık gösteren tek tip bir Osmanlı kadınından söz edilemez. Osmanlı Devletinin çok geniş bir coğrafyada hâkimiyet sürmesinin de bir sonucu olarak bünyesinde farklı kültürleri barındırmıştır. Böylelikle tek tip Osmanlı kadınından bahsetmek mümkün değildir (Ertaş & Ulubaş Şahin, 2015, s. 103).

Osmanlı Devletinin kuruluşundan itibaren kadınların vakıf sistemine oldukça önemli oranda katkıda bulundukları görülmektedir. Hatta vakıf kuran Osmanlı kadınlarının öncüsü olarak Orhan Gazi'nin eşi Nilüfer Hatun olduğu, Bursa'da cami ve köprü yaptırdığı bilinmektedir. Osmanlı kadını yaşadığı toplumda ortaya çıkan değişme ve gelişmelerin farkında olarak, toplumun ihtiyaçlarına göre vakıflar kurarak sorunları çözmeye çalışmışlar, kamu düzenini sağlamak hususunda çaba sarf etmişlerdir. Osmanlı döneminde yerine getirdikleri işlevlerle günümüz belediyeleri ve sosyal hizmet kurumlarının fonksiyonlarını üstlenmiş olan vakıfların, din, eğitim, sağlık, sosyal ve kültürel, şehircilik ve bayındırlık, gıda, barınma, yaşlılara yardım ve ayrıca yaşlı kadınlara yardım için kurulmuş olmaları, kadın vakıflarının aslında çok yönlü olarak toplumsal hayata destek olduklarını da göstermektedir.

Vakıf kuran kadınlara genel olarak bakıldığında - ki bunlar arasında Gevher Nesîbe Sultan, Gülnûş Emetullah Sultan, Zeynep Sultan, Hürrem Sultan, Mihrişah Sultan, Bezm-i Âlem Valide Sultan, Pertevniyal Valide Sultan, Mihrimah Sultan gibi Osmanlı hanedan soyundan gelen bazı isimlerdir – bu isimlerin çoğunlukla Sultanlar olduğu görülmektedir. Ancak Osmanlı'da, hanedan veya bürokrasi içindeki ailelere mensup olmayan kadınların geniş ekonomik imkânlara sahip olmadığı da bilinen bir husustur. Fakat bu durum kadınları vakıf hizmetlerinde bulunmaktan geri koymamıştır. Gelirleri itibariyle daha geniş alanlara hizmet götürme imkânı bulan hanedan mensubu kadınlarla birlikte Osmanlı taşrasındaki kadınlar da pek çok şehirde vakıf eserler kurmuşlardır. Elbette vakıf kurmak mal varlığı sahibi olmayı zorunlu kılmaktadır ve vakıfların türü ve büyüklüğü vakıf kuran kişinin mal varlığı ile de doğrudan ilgilidir. Bu sebeple toplumun en üst seviyesindeki Hanım Sultanlardan, Anadolu'nun küçük bir kasabasındaki kadınlara kadar her gelir seviyesinden ve sosyal tabakadan kadın, maddi durumuna göre büyük veya küçük vakıf kurma faaliyetine katılmıştır (Taş,2015,s.2-4)

Osmanlı kadınının vakıf kurmak yoluyla toplum içerisinde sosyal kargaşa ve çatışmanın önüne geçerek toplumsal huzurun sağlanması vakıf hizmetlerinin "koruyucu sosyal hizmet" olarak değerlendirilebilmesini mümkün kılmaktadır. Osmanlı kadınları, içinde yaşadıkları toplumun sorunlarına kayıtsız kalmamışlar, bu sorunların çözümü için vakıflar kurarak sosyal hizmet anlayışıyla toplumun refahının sağlanması hususunda yardımcı olmuşlardır. Osmanlı kadınlarının yaptıkları hayır işlerine bakıldığında bunların toplumun birçok ihtiyacını karşıladığı ve sosyal ve ekonomik düzenin devamlılığına katkıda bulunduğu görülmektedir. Ayrıca Osmanlı kadınının geleneksel özellikleri nedeniyle mali durumu ne olursa olsun hayır işleri ile uğraşmış oldukları da dikkat çekmektedir. Hayır amacıyla çok çeşitli vakıflar kuran Osmanlı kadınının kurduğu vakıflara

bakıldığında eğitim, sağlık, din, barınma, gıda temini, yaşlıların bakımı, bayındırlık işlerini düzenleyen vakıflardan başka, toplumun yaşam kalitesini arttıracak çok ince düşünülmüş vakıflar kurduklarını görmekteyiz. Bu vakıflara örnek verecek olursak medrese öğrencilerini pikniğe götürme amacıyla kurulmuş vakıflar, ibadethanelerin kandil, yağ, mum ihtiyacını temin eden vakıflar, su ihtiyacının sürekli teminini sağlamak amacıyla suyollarının tamiri için vakıflar, medrese öğrenci ve öğretmenlerinin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik vakıflar kurmuşlardır(Şahin ve Kaya,2016,s.42-59).

Buradan sosyal hayatın gereklerine ihtiyaçlarına yönelik olarak kurulmuş vakıfların, hayır işlerine devam edebilmesi gibi bir düşünceyle hareket edilerek hayır işlerinin devamlılığını sağlayacak destek vakıflarının kurulduğu görülmektedir. Görüldüğü üzere hayır işleri konusunda oldukça geniş bir çeşitliliğe sahip vakıflar kuran Osmanlı kadınları, toplu yaşam şartlarının kalitesini ve yaşam şartlarını iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca kurulmuş olan vakıfların hayır işlerinin devamlılığının sağlanmasına yönelik olarak karşılaşılabilecek problemler de düşünülerek onarım giderlerinin nasıl temin edileceği de düşünülmüş ve hayrın devamlılığı sağlanmıştır. Osmanlı kadını içinde yaşadığı toplumun sorunlarına duyarsız kalmamış tam tersine sorunların çözümü için neler yapabileceğine dair düşünüp fikirler üretmiş toplumsal yaşamın daha güzel daha yaşanılır olmasına katkıda bulunmuştur.

Osmanlı şehir hayatını da düzenleyen vakıfların bazılarının kurucusu bazılarının ise yöneticisi olan Osmanlı kadınının kamusal alanda görünmez olduklarını söylemek mümkün değildir. Aksine kurdukları vakıflarla ve vakıf çalışmalarıyla toplumun ihtiyaçları ile yakından ilgilenen sorumluluk sahibi kişiler oldukları görülmektedir. Osmanlı kadınları Kuran-ı Kerim'in Ali İmran Suresinde yer alan; "Sevdiğiniz şeylerden (Allah yolunda) harcamadıkça, gerçek iyiliğe asla erişemezsiniz. Her ne harcarsanız Allah onu hakkıyla bilir" ayetini kendilerine düstur edinerek hayır işleri yapmışlardır. Kendilerinin sahip olduğu varlıklara başkalarının da sahip olmasını amaç edinerek, ülkenin bir vakıf cenneti haline gelmesinde önemli bir rol oynamışlardır. Osmanlı kadını toplum hayatının sosyal alanı ve hayır işleri ile her zaman ilgilenmiş ve vakıflar sayesinde sosyal hayatta da ne kadar güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Sadece ana ve eş olmadığını bunun yanı sıra toplum yararına hayır işlerinde erkeklerden geri kalmamışlar, kadınının sosyal yönünü de öne çıkarmış kurdukları vakıfları ile bunu ortaya koymuşlardır (Savcı, 1973,s. 40-49).

Bu düstura göre hareket etmeye çalışan Osmanlı kadınları ekonomik güçleri yettiği kadar vakıf kurmak için gayret etmişler, ekonomik durumlarının elvermediği durumlarda ise vakıflara bağış yaparak destek vermişlerdir. Vakıf kurabilecek güce sahip olan Osmanlı kadınları, kurdukları vakıflarda mütevelli olarak görev yapmışlar veya mütevelli olarak başka birini atayabilmişlerdir. Ayrıca kadınlar vakıflarda yalnızca mütevelli görevi yerine getirmedikleri farklı birçok görevi de yerine getirebilmekteydiler. (Öztürk, 1995,s. 28).

Toplu yaşam merkezi olan Osmanlı şehirlerinde vakıflar, çok çeşitli hizmetlerin yerine getirilmesinde önemli bir rol üstlenmiştir. Vakıflar vasıtasıyla şehirlerin genelinin ihtiyacı olan ibadethane, eğitim, kütüphane, şifahane, han, çeşme, sebil, imaret, su getirme ve suyollarının bakımı, mezarlıklar ile bu ve bunlara benzer birçok hizmet yerine getirilmiştir ((Ertem, 2011, s. 36).

Vakıflar sosyal yardım ve güvenliğin sağlanmasında sosyal politika açısından büyük bir öneme sahiptir ve aynı zamanda da toplum hayatında sosyal yardımlaşma ve dayanışma kültürünün oluşmasında da önemli bir etkiye sahiptirler. Vakıflar insanları sosyal yaşamda ortak menfaatler ve çıkarlar etrafında toplarken herkese eşit davranılmasını da sağlamıştır. Böylece vakıflar toplumda sosyal adalet, sosyal barış ve sosyal gelişmenin de gerçekleşmesine katkıda bulunmuşlardır (Soysaldı,2004,s.17). Diğer taraftan Osmanlı vakıflarının sosyal yardımlaşma, sosyal dayanışma ve işbirliği gibi hizmetleri yerine getirirken sosyal bütünleşmeyi de sağlayan, bütün sosyal kurumları bünyesinde barındıran, çalıştıran, aynı zamanda kullanan hukuki bir yapı olduğu görülmektedir (Arslanel ve Özkiraz,2010,s.234). Bu bağlamda Osmanlı Devletinde vakıfların sosyal politika aracı olarak önemli bir yere sahip olduğunu ve devlet eliyle gerçekleştirilmesi beklenen pek çok hizmetin vakıflar vasıtasıyla yerine getirildiği özellikle de kadın vakıflarının fonksiyonlarının bu süreçte kayda değer bir yeri olduğu görülmektedir.

Osmanlı Devletinde vakıf müessesinin çok önemli bir yere sahip olduğu, devlet politikalarının uygulanmasında temel bir role sahip olduğu aynı zamanda da sosyo-ekonomik bakımdan hayatın her alanının vakıflar tarafından düzenlendiği görülmektedir. Kadınlar tarafından kurulan veya kadınlar için kurulmuş olan vakıfların Osmanlı toplum hayatında sosyal politikaya katkılarını ve önemini göz ardı etmek mümkün değildir. Çünkü vakıflar aynı zamanda Osmanlı kadınının varlık gösterdiği kamusal alanlardı (Yüksel, 1999: 45-56).

Vakıf kurmanın yanı sıra yönetici olarak da görev yapmaları, kadınların toplumdaki rolünü belirlerken karar alabilme gücüne de sahip olduklarını öte yandan da vakıf kuran Osmanlı kadınlarının mülk sahibi oldukları yani ekonomik olarak da bağımsız olduklarını da göstermektedir.

Osmanlı kadını kurduğu vakıflar sayesinde; toplumun kültür ve değerlerini gelecek nesillere aktarılmasında önemli bir role sahip olurken, içerisinde yaşadıkları toplumda istihdam sağlayarak birçok kişinin düzenli gelir sahibi olmasına imkân oluşturmuşlardır. Yine vakıfların yerine getirdiği fonksiyonlarla birçok insan ortak amaç ve çıkarlar çevresinde bir araya getirilerek toplumda kargaşanın kaosun önüne geçilmiş refah toplumunun oluşması sağlanmıştır. Osmanlı kadınları üstlendikleri rol sayesinde toplum ile aralarında sevgi ve saygıya dayalı bir bağ oluşmasını mümkün hale getirmişler ve kurmuş oldukları vakıflarla toplumun her alanında var olduklarını göstermişlerdir (Şahin ve Kaya,2016, s.59-60). Ayrıca Osmanlı kadını, Osmanlı toplumunda yer alan zengin ve fakir tabaka arasında kaynaşmanın ve barışın temininde vakıf sistemi içinde etkin rol oynadığı da görülmektedir (Singer, 2004,s. 104-105). Yine aile birliğini korumayı, aile içi dayanışmayı temel alan vakıflar, her yaş grubundan ve evli, bekar, dul her medeni durumdan kadınları korumak, desteklemek ve yardım etmek amacını gütmüştür. Bu vakıflar aracılığıyla toplumsal ilişkiler ve gündelik hayatta birçok problemin çözümü mümkün hale gelirken, toplumun her kesiminden kadın toplumdan dışlanmazken aksine vakıflar aracılığıyla kendilerine sahip çıkılmış ve daha güvenli bir ortamda hayatlarını sürdürme imkanına sahip olmuşlardır (Ateş, 1995:25).

SONUÇ

Osmanlı Devletinde sosyal ve ekonomik politikalar belirlenmesinde halkın sosyal refahının ön planda tutulduğu görülmektedir. Bundan dolayı da vakıflar vasıtasıyla gerçekleştirilen hayır işlerinde de sosyal refahın yükseltilmesinin amaçlandığı görülmektedir. Vakıflar, toplumda herhangi bir ayrım yapmaksızın bütün halk kesimine eşit hizmet vermiş olması sebebiyle, sosyal adaletin sağlanmasında ve toplumdaki farklılıkların azaltılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Vakıflar, yapmış olduğu hizmetler sayesinde toplumsal hayatta sosyal bütünleşmeyi sağlarken aynı zamanda da sosyal çatışmayı toplumsal kaosu engellemekte, sosyal ilişkileri düzenlemekte, sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı da hem arttırmakta ve aynı zamanda da güçlendirmekte olduğu söylenebilir

Tarihte çok ayrı bir öneme sahip olan vakıf müessesesi, Osmanlı kadını sayesinde önemini daha da pekiştirmiştir. Osmanlı toplumunda kadınlar yardımlaşma ve dayanışmanın toplumsal yapı içerisinde hayat bulmasına kurdukları vakıflar ile aracılık etmiş, kamusal hayatta aktif rol almışlardır. Aslında Osmanlı kadını toplum hayatında olmadığı, erkeklerin arkasında görünmez olduğuna dair söylemlerin gerçekliği yansıtmadığı kurdukları vakıflar ve yaptıkları hizmetlerle toplum hayatından izole olmadıklarını da göstermişlerdir.

Osmanlı toplumunda kadının "görünmezliği" ne dair Batılı Oryantalistlerin ve geç Osmanlı ve erken Cumhuriyet dönemi yazarlarının iddiaların aksine, kadınlar kurdukları vakıflar ve kadınlar için kurulmuş olan vakıflarda kendilerini gösterebilmiş ve ifade edebilmiştir. Yine çok sayıda erkeğin de Osmanlı kadınının ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak özel ve kamusal alanda hayatlarını rahat sürdürebilmesi için çaba sarf ettiğini, ailelerinden başka kadınları da düşünerek onların ihtiyaçlarına yönelik vakıflar kurduklarını görmekteyiz. Bunun yanı sıra Osmanlı kadınının vakıf kurması ve hayır işlerinde bulunabilmesi, söylenilenin aksine Osmanlı kadınının mülk sahibi olduğu, ekonomik anlamda erkeğe bağımlı olmadığı sonucunu da ortaya koymaktadır. İçinde yaşadığı toplumu gözlemleyen Osmanlı kadını toplum düzeni ve refahı için eksikleri görmüş, bu eksiklikleri ortadan kaldırmak için ihtiyaçlar doğrultusunda vakıflar kurmuştur. Bunu yaparken de toplumun her kesimini kapsayacak bir şekilde hayrını gerçekleştirmiştir.

Sonuç olarak Osmanlı toplumunda yardımseverlik ve dayanışmanın vücut bulmuş hali olarak görülen vakıflar –ki Osmanlı Devleti bir vakıf cenneti olarak bilinmektedir- toplum ihtiyaçlarını gözeterek sosyal hizmet alanında var olan boşlukları doldurmuştur. Toplum hayatında sosyal hizmet görevini yerine getirmek yoluyla toplumsal refah ortamını sağlayan vakıf müessesesi sayesinde Osmanlı kadınlarının kamusal alanda görünür olduğunu kendi açımızdan söylememiz mümkündür.

KAYNAKÇA

Ateş, İ. (1995), ”Bursa’da İnegöllüoğlu Saffet Beyin yaptırdığı dullarevi”, XII. *Vakıf Haftası Kitabı*, XII,1995. 25.

Akyıldız, Y.ve Abay, A.R. (2017). *Vakıf Müessesesinin Gelişimi ve Mahiyeti Tarihsel Bir Değerlendirme*. 5,23,2026 tarihinde acikerisim.kirklareli: http://acikerisim.kirklareli.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11857/548/VAKIF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Buluş, A. (2009). Sivil Toplum Kuruluşlarına Tarihsel Bir Örnek: Osmanlı Vakıfları. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi.* 8(16),20-36 Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/susead/issue/28423/302678 (15.01.2021)

Ertaş, F. C., & Ulubaş Şahin, Ş. (2015). 17. Yüzyılda Anadolu’da Kadın Vakıfları ve Muhasebesi: Tokat Hatuniye Vakıf Muhasebesi Örneği. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 101-125.

Ertem, A. (2011). Osmanlıdan Günümüze Vakıflar. *Vakıflar Dergisi. Aralık,*(36), 25-65 Erişim adresi: http://acikerisim.fsm.edu.tr:8080/xmlui/handle/11352/902#sthash.YYwgHXW3.DZn51e36.dpbs (12.01.2026)

Işık, H. (2009). Bir kamu hizmeti birimi olarak vakıfların osmanlı toplum yaşamındaki rolü. *Akademik Bakış,*16, 1-10.

Kaya, P. H., & Koca, M. (2020). Osmanlı’dan günümüze vakıf sisteminin gelişimi, *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 5*(2), 146-160.

Koyunoğlu, H. (2017). Osmanlı'dan Günümüze Vakıfların Sivil Topluma Katkısı. *Vakıf ve Sivil Toplum* Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları., s. 93-110, Ankara.

Özkiraz,A. Ve Arslanel ,M.N.(2010),Sivil toplum kuruluşu olarak Osmanlıda vakıflar, *Uluslararası VII. STKlar Kongresi Bildiri Kitabı*, s.232-239 Çanakkale.

Öztürk, N. (1995),Türk yenileşme tarihi çerçevesinde vakfı müessesesi*, Diyanet Vakfı Yayınları,* Ankara.

Şahin, M., & Kaya, N. (2016). Valide Sultanların kurduğu vakıfların kadına yönelik sosyal hizmetleri. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(12), 36-65.

Savcı, K. (1973), *Cumhuriyet’in 50. Yılında Türk Kadını*, Ankara: Cihan Matbaası.

Singer, A. (2004), Osmanlı’da hayırseverlik Kudüs’te bir Haseki Sultan imareti (Çev. Dilek Şendil), İstanbul, Tarih Vakfı Yurt Yayınları.

Soysaldı, M. (2004). *Vakıflar ve Psiko-Sosyal Fonksiyonları*. 3, 23, 2026 tarihinde dergi.diyanet: https://dergi.diyanet.gov.tr/makaledetay.php?ID=11937

Taşkesen, Ö. M. (2017). Osmanlı döneminde sosyal refah sistemi olarak vakıflar. *İş ve Hayat Dergisi.* 3(5):57-66 Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/isvehayat/issue/52096/680389 (11.01.2026)

Yıldırımalp, S. (2013). Osmanlı Dönemi sivil toplum ve devlet ilişkisinde vakıfların yeri üzerine bir değerlendirme. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi e-Dergi, 2 (1)*, *1*(49-77).

Yüksel, H. (1999, ”Osmanlı Toplumunda Vakıflar Ve Kadın (XVI-XVII. yüzyıllar)”, *Osmanlı Ansiklopedisi,* c.5, Ankara: Yeni Türkiye Yayınları.

AKP ve CHP ÖZELİNDE SİYASİ PARTİ PROGRAMLARININ KADIN POLİTİKALARI BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ VE PRATİK ALANDAKİ UYUMU

Doç. Dr. M. Nazan ARSLANEL

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat- Türkiye
ORCID:0000-0002-8565-7081

Özet

Demokrasilerde önemli bir role sahip olan siyasi partiler, toplumun farklı kesimlerinin talep ve tercihlerini dikkate alarak siyasal sisteme aktaran yapılardır. Siyasal partiler seçmen kitlesinin taleplerini gerçekleştirme noktasında gerek duyulan plan ve programı oluşturarak siyasal hayatta uygulamaya koyarlar. Seçmen kitlesini etkilemek adına belirlenen politikalar uygulamada bazen tam karşılığına ulaşabilirken bazen bu politikalar karşılığını bulamazlar. Partilerin uygulamada karşılığını bulamadığı alanların başında kadınlara yönelik politikalarında gözlemlemek mümkündür. Kadının toplumsal hayatta varlığını ortaya koyabilme mücadelesinde siyasi partiler önemli bir rol üstlenmektedirler. Özellikle parti programlarında ve söylemlerinde kadınlara yönelik vaadleri, kadın seçmenlerin partiye yakınlaştırmalarına hatta aktif olarak partide var olmalarına imkan verirken, parti program ve söylemlerinde kadına ayrı bir yer veriliyor olması aslında erkekler için olduğu iddia edilen siyasette kadının cinsiyet ayrımına tabi tutulduğunun da bir göstergesidir.

Kadınların toplum hayatının her alanında var olma mücadelesini bu çalışmamızda siyasal alana dahil olma çabası açısından ele almaya çalışacağız. Parti program ve söylemlerinde kadını siyasal hayata dahil etme sürecinde partilerin cinsiyetçi bir düşünceden hareketle nasıl ortaya konulduğunu açıklamaya gayret ederken, kadının siyasal alanda temsil yetersizliğini iktidar partisi olan Adalet ve Kalkınma Partisi ve ana muhalefet partisi olan Cumhuriyet Halk Partisi'nin parti programları esas alınarak kadın söylemleri ve parti programlarının siyaset pratiğindeki karşılığı üzerinden değerlendirmeye çalışacağız.

Anahtar kelimeler: Kadın, Parti Programı, Siyasal Katılım, AKP, CHP

Abstract

Political parties, which play a significant role in democracies, are structures that incorporate the demands and preferences of different segments of society into the political system. They create and implement plans and programs to meet the demands of their electorate. While policies designed to influence the electorate sometimes achieve their full potential in practice, sometimes they fail to do so. One of the areas where parties often fail to achieve their goals is in their policies concerning women. Political parties play a crucial role in women's struggle to assert their presence in social life. While promises made to women in party programs and rhetoric may draw female voters closer to the party and even enable their active participation, the fact that women are given a separate place in party programs and rhetoric is actually an indication that women are subjected to gender discrimination in politics, which is claimed to be for men.

In this study, we will try to examine women's struggle for presence in all areas of social life from the perspective of their efforts to participate in the political arena. While striving to explain how parties present themselves based on a sexist mindset in the process of including women in political life through their party programs and rhetoric, we will try to evaluate the insufficient representation of women in the political arena by focusing on the party programs of the ruling Justice and Development Party (AKP) and the main opposition party, the Republican People's Party (CHP), and their reflections on women's discourse and political practice.

Key words: Woman, Party Programs, Political Participation, AKP, CHP

GİRİŞ

Siyasi partilerin söylem ve uygulamaları cinsiyet ayrımının kendisini en iyi gösterdiği alanlardan birisidir. Siyasal partilerin örgüt yapılarında kadına uygun görülen konumu ile partilerin kadınlara ile ilgili izledikleri siyasi yol ve yöntemleri erkekler için öngörülenden farklı olmaktadır. Siyasi partilerin bu cinsiyet ayrımcılığı

erkek ve kadın politikacılar tarafından normal bir durum olarak kabul görmektedir (Çakır 2001, s.398-401). Ancak burada asıl problem kadın ya da erkek olsun bu ayrımın siyasal arenada sorun olarak görülmemesinden de kaynaklanmaktadır. Siyasal hayata katılım anlamında kadın erkek arasındaki eşitlik veya eşitsizlik anlayışı siyasal partilerin izledikleri politikalarda kendini belli etmektedir. Mesela sağcı ve muhafazakâr partilerin kadınlara bakış açısı aile kurumu içinde anne ve eş rolleri ile çerçevelendirilirken sol partilerde kadınlar için durum eşitlik ideolojisi açısından eşitsizliği ortadan kaldıracak çözüm yolları arayışları ile ortaya çıkmaktadır. Sol eğilimli partilerde, "çalışan kadın" ve "birey olarak kadın" kimlikleriyle kadının eşitlik, bağımsızlık ve özgürlüğü ideolojik olarak değerlendirilmektedir. Liberal partiler ise daha ziyade kadın erkek arasında eşitlik ve özgürlük esasına dayanan bir inanca sahip olmakla birlikte, devletin müdahalesine sebep olan kamu politikalarına sıcak bakmamakta eşitlik meselesinin zamanla kadının güçlenmesi sayesinde çözüme kavuşacağına inanmaktadırlar(Sancar-Üşür 1997, s.36-37).

Türkiye'de kadınlar siyasal temsil açısından yeterli düzeye ulaşamamış milletvekili sayısının 600'e çıkarılmış olmasına rağmen kadın milletvekili sınırlı sayıda kalmıştır. Kadınların erkeklerden siyasi temsil konusunda geri kalmasının en önemli nedenlerin başında kadının sosyal rollerinin fazlalığı gösterilebilir. Siyasal hayata katılımın azlığına neden olarak siyasetin erkek işi olarak görülmesi de eklenebilir bu sebeple kadınlar siyasi çalışmalarında daha fazla çaba sarf etmek zorunda kalmaktadır. Toplumsal anlamdaki cinsiyet eşitsizliği kadınların siyasi hayattaki aktifliğini de belirleyen bir unsur haline gelmiştir. Günümüzde kadınlar toplumsal olarak yüklenmiş olan sorumluluklar ile iş hayatı arasında bir seçim yapmaya mecbur bırakılmakta, kadına öncelikle ev işleri ve çocukla ilgilenmeyi layık gören anlayış, eğitim konusunda da kadınların erkekler ile eşit düzeyde avantaja sahip olmadığını ortaya koymaktadır. İnsanların doğup büyüdüğü toplum ve içerisinde yaşadığı sosyal çevre kadın olmak konusunda statüsünü şekillendirmekte ve kadınların meslek seçimlerinde de belirleyici rol oynamaktadır. Bu sebeple eril olarak görülen mesleklerde kadınların yükselmesi daha zor olmaktadır.

Mevcut araştırmalara bakıldığında siyasi alanın eril cinsiyetle bağdaştırılmasının da kadının siyasal hayatta temsiline engel olan nedenlerden birisi olduğu söylenebilir (Keser vd, 2021, s.194).

Siyasetin erkek egemen bir yapıya sahip olduğu düşüncesi siyasal olarak liderlik ve siyasetin aktörü olma durumunun erkeklere ait görülmesi, kadınların siyasal toplumsallaşma sürecinde göz ardı edilmesi, kadının siyasete ve liderliğe uygun görülmemesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Yine kadınların parti desteğinden yoksun olması da kadınların siyasette yer almalarını zorlaştırmaktadır. Kadınların siyasal katılım, siyasi partiler vasıtasıyla mümkün olmaktadır. Dolayısıyla da kadınların bu süreci partiler tarafından destek görmeden gerçekleştirmesi çok zordur (Tekeli,1982,s.375-379).

Aslında siyasi partilerin kadına dair söylemleri çoğunlukla kadını ötekileştirmektedir. Her ne kadar partilerin tüzüklerinde ve programlarında partilerin söylemleri kadınların lehineymiş gibi görünse de uygulamada havada kalmaktadır. Bu durum kadın seçmenlerin partiye yönlendirilmesi için kullanılan bir yöntemdir (Tokgöz (1996, s.57-58). Türkiye'de kadınlar, siyasal partilerin izledikleri kadın politikaları aslında partilerine seçmen kazandırmak amaçlı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bir taraftan kadınların siyasal hayata katılımını sağlamak için politikalar üreten siyasi partiler diğer taraftan uygulamada erkek egemen bir siyaset sürdürmektedirler.

Görünür bir çelişki olarak siyasi partilerin kadınlara yönelik politikaları, söylemleri ve gerçekte uygulamalardaki farklılıkları bu çalışmada ele almak istedik. Çalışmamızda ideolojileri birbirinden tamamen farklı olan ve aynı zamanda da iktidar partisi olan AKP ile ana muhalefet partisi olan CHP'nin kadına dair söylem ve politikalarını parti tüzükleri ve seçim bildirileri üzerinden değerlendirmeye çalışacağız. Bu değerlendirmeyi yaparken AKP ve CHP'nin kadın meselesini hangi konular çerçevesinde ele aldıkları, ne gibi politikalar ürettikleri ve kadını hangi konularda ön plana çıkardıkları ya da arka planda bıraktıkları alanların neler olduğunu söylemleri üzerinden incelemeye çalışacağız.

1.AKP ve CHP'NİN PARTİ PROGRAMLARINDA KADIN

AKP'nin parti programında kadın konusu "sosyal politikalar" başlığı altında ve "sosyal politikalar" ve sosyal hizmetler" başlığı ile "temel hak ve özgürlükler" bölümünde yer almıştır. Parti programında kadın başlığı altında partinin kadın konusuna önem verme nedeni şu şekilde gerekçelendirilmiştir: "Kadınlar sadece toplumumuzun yarısını oluşturdukları için değil, her şeyden önce birey ve sağlıklı nesillerin yetiştirilmesinde

birinci derecede etkin oldukları için, yılların ihmali sonucu biriken her türlü sorunlarıyla ilgilenilmesi, partimizin öncelik verdiği bir konudur.

CHP'nin parti programında kadın konusu ise; "Demokrasiyi Güçlendirme Demokrasi İnsan Hakları ve Özgürlükler" başlığı altında "Hedefimiz Kadını Erkeği Her Alanda Eşit Türkiye" alt başlığında ele alınmış ve parti programında kadın konusuna kadın başlığı dışında başka konular içinde de göndermeler yapılmıştır. "Hedef ve Önceliklerimiz" ana başlığı altında "Laiklik" ve "Türkiye'yi Çağdaş Uygarlık Düzeyine Çıkarmak İçin Önceliklerimiz" alt başlıklarında ve bu alt başlık içinde de "demokrasi", "cinsiyet eşitliği" başlıklarında, "Demokrasi İnsan Hakları ve Özgürlükler" ana başlığının bir alt başlığı olan "Etnik Farklılıklar Ülkemizin Zenginliğidir" alt başlığı içinde "CHP için laiklik ilkesi" ara başlığında, Demokrasi ana başlığı içinde yer alan "Çalışma Hakkı Kutsaldır Emek En Yüce Değerdir" başlığı içinde, Demokrasi ana başlığı içinde yer alan "Siyaset ve Sivil Toplum" başlığının bir alt başlığı olan "Siyasi Partiler" içerisinde, "Kamu Yönetimi" ana başlığının "Kapsamlı Çağdaş Hizmete Odaklanmış Yerel Yönetimler" alt başlığında, "Ulusal Güvenlik ve Dış Politika" ana başlığının "İç Güvenlik" ara başlığında, "Üretimden ve Üretenden Yana Yeni Ekonomik Düzen" ana başlığının "Orta ve Uzun Vadeli Bakış Açımız: Güçlü Bir Türkiye İçin Strateji ve Politika Planlaması" alt başlığında, yine aynı ana başlığın "Güçlü Ekonomik Temellere Sahip Türkiye" alt başlığında, "Sosyal Refah Devleti" ana başlığının "Aile Sigortası Kurumu Kurulacak", "Vatandaşlık Hakkı Ödemesi", "Herkese Sosyal Güvenlik", "İşsizlikle Etkin Mücadele Hedefimizdir", "Okul Öncesi İki Yıllık Eğitim", "Aile Planlaması Politikaları ve Ana-Çocuk Sağlığı" alt başlıklarında da kadınla bir takım konular ilişkilendirilmiştir.

CHP programında kadın başlığı altında partinin kadın konusuna önem verme nedeni şu şekilde gerekçelendirilmiştir: "Kadın sorunu bir demokrasi, insan hakları ve eğitim sorunudur. Kadınlarımıza her alanda fırsat eşitliği, çağdaş laik demokratik Cumhuriyetimizin var olma koşuludur. Türkiye'de kadın erkek eşitliğinin öncülüğünü Mustafa Kemal Atatürk ve O'nun kurduğu Cumhuriyet Halk Partisi yapmıştır. Atatürk devrimleri ile Türk kadınını toplumda çağdaş, eğitimli, meslek sahibi, özgür bireyler olma niteliğine kavuşturma yolunda çok büyük kazanımlar sağlanmıştır. CHP kadını özgürleştirmek, çevre baskısından ve feodal yapı etkisinden kurtarmak, sosyolojik kökenden kaynaklanan sıkıntıları gidermek için eğitim, kültür yolunda sonuç alıcı çabalar gösterecektir".

2. ADALET VE KALKINMA PARTİSİ (AKP)

AKP'nin parti programı, partinin web sitesi üzerinden paylaşılmaktadır. 99 sayfadan oluşan parti programı incelendiğinde "kadın" kelimesinin 19 kez, AK Parti'nin 2023 yılında yayınladığı 486 sayfadan oluşan Seçim Beyannamesi incelendiğinde ise 160 kez "kadın" kelimesinin kullanıldığı görülmüştür. AKP'nin 2015 yılında hazırlanan parti programı yedi bölümden oluşmuş beşinci bölümü oluşturan "Sosyal Politikalar" başlığının altında "Kadın" alt başlığına 2 sayfa yer verilmiştir. Seçim beyannamesi ise altı bölümden oluşturulmuş, ikinci bölümde "Sağlam Toplumsal Yapı" başlığının altında 7 sayfadan oluşan "Kadın" alt başlığına yer verilmiştir. Ayrıca kadına şiddet konusu seçim beyannamesinde altıncı bölümde "Güven ve İstikrarla Huzur Gelecek" ana başlığının altında "Aile İçi ve Kadına Yönelik Şiddetle Mücadele" alt başlığıyla tek sayfada yer verilmiştir.

2.1. Kadın Politikalarında Temalar

AKP'nin kadın politikalarını incelemek amacıyla parti programıyla birlikte 2023 yılında sunduğu Seçim Beyannamesi de esas alınmıştır. Her iki metinde de kadınlar ile ilgili çeşitli alanlarda politikalar geliştirildiği görülmüştür. Çalışmanın bu bölümünde AK Parti'nin kadın politikaları konu başlıklarına göre incelenecektir.

2.1.1.Kadın ve Yasal Düzenlemeler

Kadınlar, sadece toplumun yarısını oluşturdukları için değil, öncelikle birey ve sağlıklı nesillerin yetiştirilmesinde en önemli etken oldukları için, kadınların yıllarca ihmal edilen her türlü sorunlarıyla ilgilenilmesi partinin öncelikli konuları arasında yer almaktadır. Aynı zamanda kadın potansiyelini kullanmadan onların emeğinden faydalanmadan kalkınma veya demokrasi alanında mesafe kaydetmek de oldukça zordur. Bu minvalde AKP her alanda kadının konumunu güçlendirmeyi esas alındığını ve başta cinsiyet ayrımcılığı olmak üzere her türlü ayrımcılığa karşı bir politika benimsediklerini söylemektedir. Yine mevzuatta bulunan kadın aleyhindeki ayrımcı hükümlerin ayıklanacağı, kadınla ilgili dernek, vakıf ve sivil

toplum örgütlerine destek verileceği, kadınları ilgilendiren hukuki düzenlemelerde bu örgütlerle iş birliği yapılacağı belirtilmiştir. Aynı zamanda yerel yönetimleri de devreye sokarak kadınların sorunları doğrultusunda çalışma yapması teşvik edilmesi ve kadınların kamusal alana katılımının teşviki için gereken tüm önlemlerin alınması da programda değinilen konulardandır (AK Parti, Parti Programı, 2015: 52).

2.1.2.Kadın, Eğitim ve Sağlık

Eğitim konusu AKP'nin programında ağırlıklı olarak yer verdiği bir konu olmamakla birlikte kadın ve eğitim politikaların daha ziyade kız çocuklarının eğitimi üzerinde yoğunlaşmış olduğu görülmektedir.

AK Parti, kadınların eğitimi ile ilgili Seçim Beyannamesinde bazı hedefler ortaya koymuştur. Örneğin; örgün eğitim kademelerinin tamamında kız çocuklarının okullaşması sağlanarak kadınlarda okuryazarlık oranını %100'e ulaştırılması öncelikli hedeflerdendir. Uygulanan politikalarla kız çocuklarının okullaşma oranının arttırılması, onların eğitimlerinin önündeki engellerin kaldırılması, bilhassa kırsal kesimlerdeki ailelerin bu konuda bilinçlendirilmesi gibi hususların üzerinde durulduğu da görülmektedir. Kırsal kesimde yaşayan kız çocuklarına yönelik olarak yaşadıkları bölgelerin koşullarına uygun yerel eğitim projeleri geliştirilerek, bu konuda çalışan sivil toplum kuruluşlarının desteklenmesi de üzerinde durulan bir diğer konudur. Kadınların eğitim hayatına katılımı noktasında engel teşkil edecek her türlü algı ve yaklaşım ile mücadelenin sürdürüleceği, kadının eğitim imkânlarına erişimde eşit haklara sahip olacağı belirtilmektedir. (AKP Parti Programı, 2015: 52). Partinin kadın sağlığı konusundaki politikaları incelendiğinde konunun üzerinde çok fazla durulmadığı dikkat çekmektedir. Seçim Beyannamesinde normal doğumun teşvik edilmesiyle daha sağlıklı nesillerin devamının sağlanacağı, bu kapsamda ulusal doğum eylem planı çerçevesinde normal doğum teşvik kampanyasının başlatılacağı belirtilmiştir. "Her Gebeye Bir Ebe" projesinin başlatılarak doğal bir süreç olan doğumda gebelerin her zaman yanında olacakları ve her gebenin sağlıklı olarak hastanede doğum yapmasını ve takiplerinin gerçekleştirmesini sağlayan Anne Dostu Hastane sayısını artırılması AKP'nin vaatleri arasında yer almaktadır.

2.1.3.Kadın ve Çalışma Hayatı

AKP'nin "çalışan kadın"a kadın politikalarının merkezinde yer vermese de dışarıda da tutmadığı görülmektedir.2001 yılında hazırlanan parti programında kadın, ev içi rolleri ile tanımlamışken seçim beyannamesinde çalışan kadın vurgusu yaptığı görülmektedir. AKP Seçim Beyannamesinde (2023: 105), beşerî sermayenin güçlendirilmesinde kadının hem kendisi ve ailesi için hem de bulunduğu kent ve ülkesi için potansiyelinin hayata geçirilmesi kapsamında alt yapının hazırlandığını iddia etmektedir. "bir kadın değişirse bir aile, bir aile değişirse toplum değişir" mottosu ile bu yapının güçlendirildiği ifade edilmektedir. Bu bağlamda ev kadınlarının sosyal güvence kazanmasını sağlayacak çalışmaların gerçekleştirilmesi, ev içi emeğin saygınlığının korunarak kadınlar için yeni istihdam alanları yaratılması, bunu yaparken de kadınların çocuk ve aile sorumlulukları dikkate alınarak sosyal güvenlik ve çalışma koşullarında iyileştirmeler yapılacağı vaat edilmektedir (AKP Parti Programı, 2015:76). İşgücü piyasasında kadınların nitelikli istihdam imkânlarına erişimini artıracağız. Mesleki eğitim ve beceri geliştirme programları ile kadın girişimciliği fırsatlarını güçlendireceğiz. Kadınların, çalışma hayatında daha fazla varlık bulabilmesi için iş kurma ve geliştirme süreçlerinin kolaylaştırılması, e-ticaret platformlarında daha fazla görünür olmalarının sağlanması, başta hizmet kooperatifleri olmak üzere kooperatifler yolu ile kadının güçlendirilmesi AKP'nin hedefleri arasında bulunmaktadır. Ek olarak kadınların istihdama erişim imkânlarını arttırılırken bu imkânlara ulaşımı engelleyen toplumsal ve zihinsel bariyerleri de aşmak için gerekli olan eğitim ve bilgilendirme çalışmalarının ve istihdamdaki kayıt dışı kadın konusunda denetlemelerin arttırılacağı ifade edilmektedir (Seçim Beyannamesi, 2023: 110).

2.1.4.Kadın ve Kadına Yönelik Şiddet

AKP parti programında "kadına yönelik şiddet"in, ayrıca "cinsel ve ekonomik istismarın önlenmesi" nin partinin öncelik verdiği politikalar olduğu söylenmektedir. Maddi durumu iyi olmayan ya da şiddete gören kadınları koruyan programlar oluşturulacağı ifade edilmektedir. töre ve namus cinayetlerinin sık görüldüğü yörelerde ve Kadın intiharlarının sıklıkla görüldüğü bölgelerde, kadınlara ve onların aileleri için önleyici ve eğitici tedbirlerin alınacağı ifade edilmektedir.

AKP 2023 Seçim Beyannamesinde (2023: 450) Aile İçi ve Kadına Yönelik Şiddet başlığıyla konuyu ayrıca ele alınmış, cinsel ve ekonomik istismarın önlenmesinin de partinin öncelikli politikaları arasında yer aldığı belirtilmiştir. Bu politikalar doğrultusunda sıfır tolerans anlayışı ile erken yaşta evliliklerin ve kadına yönelik şiddetin önlenmesi için gerekli tüm tedbirlerin alınarak çalışılması ilkesi benimsendiği ifade edilmektedir. Kadına yönelik şiddete neden olan faktörleri ortadan kaldırmak amacıyla koruyucu ve önleyici tedbirlere ağırlık verilmesi, koruma tedbir kararlarının daha etkili şekilde izlenmesini ve takibinin sağlanması gibi önlemlerin alınacağından bahsedilmektedir. Şiddet Önleme ve İzleme Merkezleri (ŞÖNİM), kadın konukevleri ve şiddete maruz kalanlara hizmet sunan birimlerin hizmet kapasitelerini geliştirilmesi, dezavantajlı kadınların desteklenmesi amacıyla Aile Destek Merkezleri (ADEM) ile Sosyal Dayanışma Merkezleri (SODAM)'nin daha da yaygınlaştırılması, kadınların iş ve aile yaşamını uyum içerisinde yürütebilmesi için politika ve uygulamaların geliştirmeye devam edilmesi ön görülmüştür.

Kadınların kendi rızaları doğrultusunda girmek istedikleri her alanda desteklenmesi ve güçlendirilmesini esas almak ve her alanda başarı sergileyerek örnek olan kadınları ön plana çıkaran politikalar geliştirmek, bu çerçevede tek tipçi olmayan bir anlayış içinde kadınların kendi bağlamları, kimlikleri ve rızaları ile uyumlu politikaları hayata geçirmek gibi vaatlerde bulunmaktadır. Aileyi milletin temel değerlerinin taşıyıcısı olarak gören AKP, kadını ailenin merkezine koyarak hak ettiği üstün kıymeti görmesi ve ülke kalkınmasına hız kazandırılması için, hayatın tüm alanlarındaki fırsat ve imkânlardan kadınların eşit şekilde yararlanmalarını sağlamayı parti için esas olduğunu ifade etmektedir. Kadınlarla ilgili temas edilen bir diğer önemli husus kadın cinayetleridir. Bu konuda kadın intiharlarının, töre ve namus cinayetlerinin sık görüldüğü yörelerde kadınlara ve ailelerine yönelik önleyici ve eğitici çalışmalar yapılacağını vaat etmektedir.

2.1.5.Kadın ve Siyaset

Kadınların her alanda olduğu gibi siyasette de görünürlüğü erkeklere oranla daha azdır. AKP'nin bu konuda kadınların partiye üye olmalarını ve siyasette aktif rol oynamalarını özendireceklerini söylemektedir (Parti Programı, 2015: 74). Kadınların, özellikle kendilerini ilgilendiren konularda eşitsizliklerin ortadan kaldırılabilmesi için toplumsal hayatta ve karar alma mekanizmalarında etkinliğinin arttırılması gerekmektedir. Kadının tüm alanlara katılımının sağlanması ve kadının rolünün güçlendirilmesi parti hedefleri arasındadır.

Toplumun her alanında ve her düzeyde kadın temsilinin arttırılması, kadınların karar alma mekanizmalarına aktif katılımının teşvik edilmesi, siyaset, akademi, özel sektör, sivil toplum, kamu kuruluşları gibi çeşitli alanlarda iş birliği içerisinde ve ortak bir bilinç ekseninde kadınların yönetim ve karar alma süreçlerine katılımı ve bu alanlarda yükselmesinin teşvik edilmesi vaat edilmektedir. Diğer temalarla mukayese edildiğinde AK Parti'nin kadınların siyaset arenasındaki görünürlüğü ile ilgili politika ve vaatlerinin yetersiz kaldığı görülmektedir.

2.2. AKP Açısından Pratik Alanda Kadın

AKP, kadınların siyasi alanda aktif olmalarını istediklerini beyan etse de bu isteğin gerçek hayata yansıtılmadığını söylemek yanlış olmayacaktır. Nitekim partinin teşkilat yapısı ve çeşitli kadroları incelendiğinde büyük bir çoğunluğunun erkeklerden oluştuğu rahatlıkla söylenebilir. 2018 yılında yapılan genel seçim sonuçlarına göre Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'ndeki sandalye dağılımına bakıldığında ise yine erkeklerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. TBMM'de toplamda 285 milletvekili bulunan AKP'nin kadın milletvekili sayısı 54 (%18,95) erkek milletvekili sayısı 231 (%81,05)'dir. 2023 genel seçimlerinde ise AKP'nin 81 il genelinde gösterdiği milletvekili adayları da incelenmiş, AKP'nin "kadınların siyasi alanda bulunmaları özendirilecek" söylemlerine karşın bu seçimlerde de gösterilen adayların büyük çoğunluğunu erkek adaylar oluşturmaktadır. 2023 genel seçimleri için AKP 113 (%18,83) kadın milletvekili adayı gösterirken 487 (% 81,17) erkek milletvekili adayı, 87 seçim bölgesinin sadece 4 tanesinde ilk sırada kadın aday göstermiştir (URL-4). Bu durumda aradan 5 yıl geçmesine rağmen AKP'nin kadının siyasi alandaki konumunda neredeyse hiçbir değişiklik yapmadığı yorumu rahatlıkla yapılabilir. 2023 genel seçimlerinde gösterilen 113 kadın milletvekili adayının 50'si, erkek milletvekili adaylarının ise 213'ü seçilerek meclise girmiştir. Böylece AK Parti'nin kadın milletvekili oranı %19,01 olmuştur. 2018 seçimlerinde Konya ilinde çıkardığı 10 milletvekilinden 2'si kadın olan AK Parti'nin 2023 seçimleri için ilk 10 sırada yalnızca 1 kadın milletvekili adayı gösterdiği görülmektedir (URL-5). Partinin 2023 bakanlık kadrolarına bakıldığında 17 adet

bakanlığın 16'sının erkek olduğu yalnızca Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanı'nın kadın olduğu görülmektedir (URL-6). AKP, 2002 yılından bu yana kesintisiz olarak iktidarı tek başına elinde bulundurmaktadır. Dolayısıyla kadın erkek eşitliğini her alanda sağlamak için gerekli olan güce yaklaşık çeyrek asırdır sahip olan Partinin söz konusu eşitliği hala sağlayamadığı yorumunu yapmak mümkündür.

3. CUMHURİYET HALK PARTİSİ (CHP)

Cumhuriyet Halk Partisinin (CHP) parti programı, kurumsal web sitesi üzerinden kitap formatında olarak paylaşılmakta ve 349 sayfadan oluşmaktadır. Parti programı incelendiğinde "kadın" kelimesinin 84 kez kullanıldığı, CHP'nin de dahil olduğu Millet İttifak'ına ait 244 sayfadan oluşan Ortak Politikalar Mutabakat Metni incelendiğinde ise 94 kez "kadın" kelimesinin kullanıldığı görülmüştür. Altı bölümden oluşan parti programında ikinci bölümde yer alan "Demokrasiyi Güçlendirme, Demokrasi, İnsan Hakları ve Özgürlükler" başlığının altında 6 sayfadan oluşan "Hedefimiz: Kadını Erkeği Her Alanda Eşit Türkiye" alt başlığıyla kadın konusuna yer verilmiştir. Ortak Politikalar Mutabakat Metni ise dokuz bölümden oluşturulmuş, sekizinci bölümde "Sosyal Politikalar" başlığının altında 4 sayfadan oluşan "Kadın" başlığına yer verilmiştir.

3.1. Kadın Politikalarında Temalar

CHP'nin hem parti programlarında hem de Mutabakat Metni'nde kadınlarla ilgili farklı alanlarda çeşitli politikalar geliştirildiği görülmüştür. Çalışmanın bu bölümünde CHP'nin söz konusu kadın üzerine politikaları ve söylemleri konu başlıklarına göre incelenecektir.

3.1.1. Kadın ve Yasal Düzenlemeler

CHP'nin politikalarında kadının siyasal, sosyal ve toplumsal alandakini yerinin düzenlenmesi için bazı yasal düzenlemelerden bahsedilmiştir. İlk olarak Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığının "Kadın, Aile ve Çocuk Bakanlığı" olarak değiştirileceğinden bahsedilmiştir (Ortak Politikalar Mutabakat Metni: 214). Kanun ve mevzuatta eşitlikçi bir dilin kullanılarak kadınların ve kız çocuklarının haklarının yasalarla teminat altına alınacağı, toplumsal cinsiyet ayrımcılığının önüne geçmek için kadınlara Karşı Her Türlü Ayrımcılığın Önlenmesi Sözleşmesi ile kadın hakları alanında Türkiye'nin taraf olduğu tüm uluslararası sözleşmelerin, toplumsal yaşama ve hukuk sistemine yansıtılması için düzenlemeler yapılacağı vurgulanmıştır. Yine kadınlara karşı ayrımcılık anlayışıyla şekillenen ve aile kurumunun korunmasında eksik kalan çeşitli kanunlarda yer alan hükümlerin değiştirileceği belirtilmiştir. Bu konuda gerekli düzenlemeleri yapması için devlete de yükümlülük getiren anayasal, yasal ve diğer mevzuatlar zemininde gerekli düzenlemelerin yapılacağı ve Eşitlik Çerçeve Kanunu çıkarılacağı temin edilmiştir. TBMM çatısı altında Kadın Erkek Eşitliği Komisyonu kurularak yasaların kadın erkek eşitliği ekseninde değerlendirildikten sonra çıkarılacağı, mevcut yasal mal rejiminde, 2002'den önce evlenen kadınlara yönelik yasal düzenlemedeki eksikliğin giderileceği ve onların da yasal mal rejimine tabi olmalarının önünün açılacağı ve neticede kadınların tüm yurttaşlık haklarından tam anlamıyla yararlanmalarını sağlanacağını vaat etmiştir (CHP Parti Programı: 55). CHP'nin gerek parti programında gerekse Mutabakat Metni'nde kadın haklarıyla ilgili gerekli yasal düzenlemelerin yapılacağı ve tam anlamıyla bir kadın-erkek eşitliğinin sağlanacağı vurgulanmıştır. Ayrıca 8 Mart Dünya Kadınlar Gününde kamu ve özel sektörün kadın çalışanlarının idari izinli sayılacağı da belirtilmiştir.

3.1.2.Kadın, Eğitim ve Sağlık

Eğitim, CHP'nin programında yer verdiği bir konu olmakla birlikte kadın ve eğitim alanına ayrıca değinildiği görülmektedir. Bu bağlamda eğitim müfredatına ilkokul birinci sınıftan itibaren kadın-erkek eşitliği ve aile içerisinde kadın-erkek rollerine ilişkin derslerin koyulacağını, düzenlenen hayat boyu eğitim programlarıyla kadınlara geleceğin becerilerinin kazandırılacağını, eğitimlere fiziki olarak katılım olanağı bulamayan kadınlar için çevrimiçi eğitimlerin yaygınlaştırılacağına vurgu yapılmaktadır. Programda kadınla ilgili tüm sorunların çözümünde eğitim mihenk taşı olarak görülmüş ve kadınlara karşı yapılan ayrımcılığın ortadan kaldırılabilmesi noktasında yine eğitimin kadınlara özgüven sağladığına ve toplumsal bilinci artıran bir fonksiyonu olduğuna, kadınlara ilişkin sorunların çözümünde en etkili yolun eğitimden geçtiğine değinilmektedir. Bu yaklaşımla birlikte toplumsal hayatta kadınların üzerlerinde hissettikleri toplumsal baskıdan kurtulması için eğitim, kültür

ve basın aracılığıyla çaba sarf edileceği, eğitim alanında kullanılan malzemeler, kadın-erkek eşitliği ilkesine aykırı her türlü söylem ve önyargıdan arındırılacağı vurgulanmıştır (CHP Parti Programı: 53). Programında kadın sağlığı konusuna da değinen CHP, bu aşamada da kadınlara pozitif ayrımcılık yaparak kadınların hayatlarını kolaylaştıracak çeşitli düzenlemelere yer vermiştir. Bu bağlamda sağlık merkezlerinde kadın sağlığı, üreme sağlığı, aile planlaması, kadın hastalıkları gibi konularda belli aralıklarla eğitimler verilmesi, engelli kadın ve çocuklara yönelik sağlık hizmetlerinin ücretsiz, ihtiyaç halinde de yerinde verilmesi konularına programda temas edilmektedir (CHP Parti Programı:58). Kadınlara sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesinin arttırılması, bu alanda koruyucu sağlık önlemlerinin geliştirilmesi,

Ana-Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması merkezlerinin çoğaltılması CHP'nin hedefleri arasında yer almaktadır. Koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında kadınların doğum öncesinden itibaren başlayıp hayatlarının sonuna kadar sağlık kontrollerinin düzenli bir şekilde yapılmasını sağlayan düzenlemeler yapacağız. Sağlık merkezlerinde kadın sağlığı, üreme sağlığı, aile planlaması, kadın hastalıkları konularında düzenli aralıklarla eğitimler verilmesi planlanmaktadır. Engelli kadın ve çocuklara ücretsiz sağlık hizmetlerinin sunulması, hatta ihtiyaç duyulduğu takdirde yerinde hizmet verilmesi, kız çocukları ergenlik çağına girdiğinde rahim ağzı kanserini önleyen HPV aşısını da kapsayan bütün önleyici sağlık hizmetlerinin ücretsiz olarak sağlanması CHP vaatleri arasında yer almaktadır. Son olarak kadınların yalnızca fiziki sağlığı ile değil ruh sağlığını da önem veren bir anlayışla sağlık hizmetlerinin geliştirileceğine dair politikalar oluşturulmuştur (Ortak Politikalar Mutabakat Metni).

3.1.3.Kadın ve Çalışma Hayatı

CHP'nin parti programında kadına ilişkin politikalarda en çok üzerinde durulan husus kadın ve kadının çalışma hayatıdır. Pogramda, çalışma hayatında kadına karşı ayrımcılığın ortadan kaldırılarak işe girişte kadınların işe alınmasının teşvik edileceği ifade edilmiştir. Ayrıca kadının ekonomik bağımsızlığını elde edebilmesi için AB ile uyumlu Ulusal İstihdam Stratejisi'nin hayata geçirileceği söylenmektedir. Girişimci kadınların kredi imkânlarının iyileştirileceği de belirtilmektedir. CHP'nin parti programı incelendiğinde öncelikle "ev dışında çalışan kadın" göz önünde bulundurularak politikalar ürettiği görülmektedir. Ayrıca "çalışan kadın" ın "anne kimliği" sebebi ile "anne olan ama çalışan kadınlar" ın sorunlarına yönelik politikalara öncelik verilmektedir.

Toplumda hemen her alanda geri planda kalan kadınların çalışma hayatında da benzer durumda olması partilerin bu alanda da politikalar geliştirmesine neden olmuştur. CHP'nin parti programında kadınların çalışma hayatıyla ilgili konulara değinmesi kadınların bu alandaki eksikliklerini kabul ettiğini göstermektedir. Programda sosyal güvenlik sistemi ile kadının istihdam alanında tutulması, istihdam kapsamındaki kayıt dışı kadın oranının düşürülmesi, esnek ve hibrit çalışma modelleri ile kadınların çalışma şartlarının düzenlenmesi, cam tavan sendromu ve çalışan kadınlara yönelik mobbing uygulamalarıyla (sözel, fiziksel ve psikolojik taciz) etkili biçimde mücadele edilmesi, eşit işe eşit ücret ilkesinin getirilmesi gibi politikalara değinilmiştir. Bunların yanı sıra kadınların iş dünyasında görünürlüğünün artması için finansal, dijital ve mevzuat okuryazarlığının arttırılması, kadınlara uygun koşullu finansal kaynaklara ulaşım konusunda kadınlara rehberlik hizmeti sunulması, kadınların girişimcilik konusunda teşvik edilmesi, ilham veren kadınların ön plana çıkarılması faaliyetleriyle de kadınların iş hayatına girmelerinin önü açılmaya çalışılmıştır (Mutabakat Metni: 215).

CHP'nin parti programında kadının ekonomik anlamda bağımsız olabilmesi için AB ile uyumlu Ulusal İstihdam Stratejisi hızla yaşama geçirileceği, bu stratejiyle birlikte önce işveren, sonra işçi kesimleriyle ve diğer ilgili tüm sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği sağlanarak uzun vadede bir Ulusal Kadın İstihdamı Politikası geliştirileceği ve Yıllık Eylem Planları ile bu politikaların sürdürüleceği belirtilmektedir. Kadınların çalışma hayatında çeşitli ayrımcılığa maruz kaldığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda mevcut her türlü ayrımcılığın kaldırılması, iş için değerlendirme ile işe girişte kadınların işe alınması teşvik edilmesi de CHP'nin vaatleri arasındadır. İş yerlerinde kreş imkânının sunulması, İş Kanunu'nun yeniden düzenlenmesiyle en az 100 işçi çalışan yerlerde devletin de desteğiyle kreş kurma zorunluluğu getirilmesinin de programa dâhil edilmesiyle kadının iş hayatında varlık bulmasının yolunu açmak hedeflenmektedir (CHP Parti Programı, 57). Bununla da yetinmeyerek kadınları tarımsal alanda da görmek isteyen CHP, bu anlamda kadınların verimliliğe ve yenilikçiliğe dayalı yeni tarımda daha fazla yer almasını sağlayacak teşviklerin verilmesi, kırsal alanda yaşayan kadınlara yöre ihtiyaçlarına göre beceri kursları düzenlenmesi ve yöresel ürünlerin pazarlanması

amacıyla gerekli mekânların sağlanması (Mutabakat Metni, 2023: 215) konularında da düzenlemeler yapılacağına vurgu yapmaktadır.

3.1.4.Kadın ve Kadına Yönelik Şiddet

CHP Parti Programı ve Ortak Politikalar Mutabakat Metni genel hatlarıyla incelendiğinde kadına yönelik şiddet konusuna yoğun şekilde yer verildiği görülmektedir. İnsan hakları ihlalinin en sık karşılaşılan türü ola kadına karşı şiddet, bilhassa da aile içi şiddet, kadın erkek ilişkilerinde aşılması gereken öncelikli sorun alanıdır. Şiddete maruz kalan kadınların hangi hukuki yolları izleyecekleri konusunda yetersiz bilgiye sahip olmaları, sığınma evlerinin sayıca yetersiz olması gibi nedenlerle şiddet gören kadınlar genellikle savunmasız ve çaresiz kalmaktadır. CHP'nin bu konudaki çözüm önerisi adına karşı şiddetle mücadele ulusal eylem planı oluşturulmasıdır (CHP Parti Programı). Kadın ve şiddet konusunda ise CHP Seçim Beyannamesinde "şiddete sıfır hoş görü"olarak tavır alınacağı belirtilmiştir.

Yine Mutabakat Metninde (2023: 216) Kadına Yönelik Şiddetle Toplumsal Mücadele Seferberliği başlatılması, her türlü şiddetle ilgili "Önleme, Koruma, Kovuşturma ve Destek Politikaları" başlığı altında etkili çözümler uygulanması, kadına yönelik şiddetle ilgili uluslararası sözleşmeler ve ulusal mevzuat hükümlerinin etkin hale getirilmesi, bu kapsam doğrultusunda cezaların caydırıcılığının sağlanması, şiddet mağduru kadınların bürokrasi engeline takılmadan, koruyucu tedbirlere hızla ulaşmasını sağlayacak "tek kapı sistemi"nin hayata geçirilmesi, Kadın Hukuk Danışma Birimleri, Şiddet Önleme ve İzleme Merkezleri, sığınma evleri, cinsel şiddet kriz merkezleri ve 7/24 çalışan, hizmet kapasitesi artırılmış, kullanıcı dostu, çok dilli, daha hızlı ve etkin bir "alo şiddet" hattı uygulamasıyla kadına yönelik şiddete karşı kurumsal bir mücadele ağının oluşturulması, şiddet mağduru, sosyal destek alan yoksul kadınlar ve çocuklara psikolojik ve psiko-sosyal desteklerin sağlanması, çalışmayan kadınların iş bulmalarını sağlayacak mesleki eğitimlerin verilmesi, sokak aydınlatması, ulaşım mesafesi, sabit ve hareketli kameraların artırılması ve benzeri uygulamalarla kentlerde kadınların güvenle yaşamalarının sağlanması gibi politikalara yer verilerek kadınların şiddete maruz kalmaları noktasında çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır. Kadına yönelik şiddetle mücadele kapsamında töreler ya da namus gerekçe gösterilerek uygulanan insanlık dışı ve suç teşkil eden davranışlara karşı kararlılıkla mücadele edilmesi, töre ve namus cinayetlerinin en ağır şekilde cezalandırılabilmesi için Türk Ceza Kanunu'nda gerekli düzenlemeler yapılması da CHP politikaları arasında yer almaktadır (CHP Parti Programı, 54).

3.1.5. Kadın ve Siyaset

Kadınların sosyal ve toplumsal alanda gerçek manada erkeklerle eşit durumda olabilmesi için öncelikle karar alma mekanizmalarında yer almaları gerekmektedir. Bu da kadınların siyaset arenasına aktif olarak katılımının sağlanmasıyla mümkündür. Ancak CHP parti programı ve Mutabakat Metni incelendiğinde bu konudaki politikaların yetersiz olduğu görülmektedir. Parti programında (57) kamu yönetiminde ve siyasi alanda karar alma mekanizmalarında kadın oranının arttırılması, parti üyesi kadınların yerel ve genel seçimlerde aday olmaya teşvik edilmesi, kadınların özellikle yargı, idare, ekonomi yönetimi ile hem iç hem de dış siyasette daha etkin olmalarının sağlanması gibi hedefler dile getirilmektedir. Kadınların bürokraside de yeterince olmamasına alternatif olarak üst düzey görevlere atanan kadın yöneticilerin sayısını arttırılacağı belirtilmiştir. Bunlara ek olarak parlamento, yerel yönetimler, siyasi partiler ve kamu kurumlarında cinsiyet eşitliği esasına dayanan, kadınların karar ve yönetim süreçlerine katılımının destekleneceği, kadın temsilinin arttırılacağı, kadın haklarının öncelikli olarak korunacağı bir politikanın yürütüleceği vaat edilmiştir.

3.1.6.Kadın Temsili

Kadın temsilinin arttırılarak kadınların karar alma süreçlerine katılımını sağlamayı amaçladığını iddia eden CHP'nin 2018 genel seçimlerinde TBMM'de bulunan milletvekillerinin cinsiyete göre dağılımına bakıldığında kadın milletvekili sayısının 16 (%11,94) erkek milletvekili sayısının ise 118 (%88,06) olduğu görülmektedir (URL-3). 2023 genel seçimleri için gösterilen 582 adaydan 156'sı kadın (%26,8) 426'sı ise erkek (%73,2) adaylardan oluşmaktadır (URL-4). Ancak seçilebilir sıradan aday gösterilen 25 kadından 24'ü, 120 erkek adaydan da 106'sı seçilerek meclise girebilmiştir. Dolayısıyla CHP'nin kadın temsil oranı %18,46'ye yükselmiştir. 2018 seçimlerinde İzmir ilinde çıkardığı 14 milletvekilinden 2'si kadınlardan oluşmakta iken

2023 yılı seçimlerinde ilk 14 sıraya 3 kadın milletvekili adayı koyulmuştur. Oransal olarak bakıldığında kadın temsilinde artış gözlemlense de bu rakamların son derece yetersiz olduğu aşikârdır.

Kuruluşu, Cumhuriyetin ilanından dahi eski olan CHP, Türkiye Cumhuriyeti'ni kurma ve ülkemizin en köklü ve en derin kurumsal yapısına sahip olan parti olma özelliği taşımaktadır. Dolayısıyla "çağdaş" olarak kendini tanımlayan bu partinin daha açık fikirli ve daha eşitlikçi olması, demokrasinin gereklerini tam anlamıyla yerine getirmesi beklenir. Ancak olması gerekene değil de olana baktığımızda bu köklü partinin kadın temsili noktasında yetersiz kaldığı ve beklentileri karşılamadığını söylemek yanlış olmayacaktır.

SONUÇ

Siyasal partiler, kendi siyasal programlarını uygulamak amacıyla iktidarı doğrudan ele geçirmeyi veya paylaşmayı, iktidarı elde edemediği zamanlarda yani muhalefet durumunda olduğunda ise iktidarı denetlemeyi amaçlayan, daimî örgütü bulunan kuruluşlardır. Siyasal iktidarı elde etmek ya da siyasal iktidardan pay alabilmek amacıyla yarışan siyasal partiler, rekabete dayalı rolleriyle demokrasinin sinir uçlarını oluştururlar. Siyasi partiler, seçmenlerin beğenisini kazanmak, kendilerinin tercih edilmesini sağlamak, seçmen kitlesine yönelik vaatler ve birçok alanda gerçekleştirilmek istenen politikaları kapsayan ve günün koşullarına göre değişebilen seçim beyannameleri oldukça önemlidir. Seçim beyannamelerinde siyasi partilerin gelecek öngörüleri içinde; demokrasi, birey, toplum ve devlet anlayışlarının ipuçları; temel hak ve hürriyetlere bakış açıları eğitim, sağlık, sosyal güvenlik, kadın, göç, turizm, ulaşım ve dış politika gibi birçok konuda gerçekleştirmek istedikleri hedefler ve bu hedeflere varmak için benimsedikleri ilkeler yer almaktadır. Çalışmamızın konusu olan kadın politikaları da ülkemizdeki partilerin seçim beyannamelerine yansımaktadır.

AKP ve CHP'nin kadına ait program ve Seçim Beyannamelerinde, kadın politikalarını parti ideolojisi ile çok yakın ilişkili olduğu görülmektedir. AKP siyasi kimliğini tanımlarken, muhafazakârlık temelinde bir kitle partisi olarak kendisini konumlandırmakta ve politikalar üretmekteyken, CHP ise; ideolojisini demokratik sol olarak tanımlamakta ve bu ideoloji çerçevesinde politikalar üretmektedir. Sağ ve muhafazakâr bir parti olarak AKP'nin daha geleneksel bir çerçevede kadın politikalarını "aile" içerisinde konumlandırdığını, eş ve anne kimliklerine öncelik verdiğini, kadını daha ziyade özel alanda içerisinde evde çalışan kadın üzerinden politikalar ürettiği söylenebilir. CHP'nin siyasal ideolojisinde kadın kamusal alanda Cumhuriyete sahip çıkan çağdaş ve laik bir söylem içinde tanımlanmıştır. CHP'nin kadın politikalarının odağını çalışan kadın ve çalışan kadının sorunları üzerine oluşturduğu görülmektedir.

AKP ve CHP'nin parti programlarında kadına bakış açıları incelendiğinde her iki partinin de 'kadın' temasını 'Sosyal Politikalar' başlığı altında ele aldıkları görülmüştür. Yine benzer ifadelerle AKP ve CHP'nin başta cinsiyet ayrımcılığı olmak üzere her türlü ayrımcılığa karşı oldukları bu bağlamda yürütülecek politikalara yerel yönetimler, TBMM gibi kurumları da dahil etmek istedikleri görülmektedir. Kadınların eğitimi temasında AK Parti'nin kız çocuklarının okullaşma oranlarının %100'e çıkarılması, özellikle kırsal alanda yaşayan kız çocuklarının eğitime teşvik edilmesi öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır. CHP'de ise günlük hayat pratiklerindeki kadın-erkek rollerinin eşitlik ilkesi çerçevesinde ilkokuldan itibaren çocuklara ders olarak okutulması gerektiği belirtilmiştir. AKP'nin parti programında kadın sağlığı ile ilgili politikalarının yetersiz olduğu görülmektedir. Nitekim genel olarak kadınların gebelik ve doğum süreçleri ele alınmış ve normal doğuma teşvik konusuna değinilmiştir. Bu temada CHP'nin konuyu daha detaylı incelediği yorumunu yapmak mümkündür. CHP parti programında kadınların olması gereken çeşitli aşılardan, kız çocuklarının ergenlik döneminde alması gereken eğitimlere, üreme sağlığından aile planlamasına kadar pek çok konuya değinilmiştir. Aynı zamanda kadınların yalnızca fiziki sağlıkları ile değil ruh sağlıkları ile ilgilenilmesi gerektiğine de parti programında değinilmiştir.

AKP ve CHP'nin parti programları detaylı olarak incelendiğinde her iki siyasal partinin de kadınların çalışma hayatına aktif olarak katılmaları gerektiği savunulmuştur. Yine kadına yönelik şiddet konusuna her iki partinin de hassasiyet gösterdiği söylenebilir. Kadınların gerçek manada bir eşitlik durumundan bahsedebilmek için özellikle siyasi arenada ve karar alma mekanizmalarında görünür olmaları gerekmektedir. Bu anlamda yaklaşık çeyrek asırdır tek başına iktidarda olan AKP'nin ve laiklik, cumhuriyetçilik, eşitlik, modernlik gibi vurgular yapan CHP'nin de kadınların siyasi alana katılımı noktasında parti programlarının yetersiz olduğu görülmektedir. Bu durum her iki partinin pratik alandaki kadın istatistiklerine de yansımıştır. Nitekim 2023 Genel Seçimlerinde AKP'nin kadın milletvekili oranı %19,01 olurken oluşturulan kabinedeki kadın bakan da ne yazık ki 1 kişiden ibarettir. Ekonomi, milli savunma, iç işleri gibi bakanlıklar erkeklerden oluşuyorken

kadınlara verilen bir bakanlık Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı olması da dikkat çekici sonuçlar arasındadır. Yine 2023 Genel Seçimlerinde CHP'nin kadın milletvekili oranı %18,46'dır. Bu manada CHP'nin de AKP gibi siyasi alanda kadın-erkek eşitliğini sağlayamadığı sonucu çıkarılabilir.

Sonuç olarak; AKP ve CHP'nin kadına yönelik politikaları değerlendirildiğinde, kadının kamusal alandaki yeri ve kadının siyasetteki yeri konularında iki partinin de üretilen politikalar açısından yetersiz olduğu aşikârdır. AKP ve CHP'nin parti programlarında bazı konuların daha detaylı bazı konuların ise kısmen daha yüzeysel olarak ele alındığı görülmektedir. Bu programlarda belirtilen politikaların uygulamaya geçirilmesi konusunda yetersiz kaldığı, kadın-erkek eşitliğinin tam manasıyla gerçekleşebilmesi ve kadınların hayatın her alanında söz sahibi olabilmesi için ancak kadının siyasette daha fazla temsil imkânına kavuşması ve toplumsal hayatta varlığının kabulüne dayalı politikaların uygulanması ile gerçekleşebilecektir.

KAYNAKÇA

Çakır, S. (2001). Bir'in Nostaljisinden Kurtulmak: Siyaset Teorisine ve Pratiğine Cinsiyet Açısından Bakış, A. İlyasoğlu ve N. Akgökçe (ed.), *Yerli Bir Feminizme Doğru*, Sel Yayıncılık, İstanbul, s. 385-422.

Keser, A., Çelik, M. Ve Ercan, E. (2021). Türkiye'de kadınların siyasal temsili ve toplumsal cinsiyet, Ankara Üniversitesi, SBF Dergisi,76(1),s.191-229

Sancar-Üşür, S. (1997) Siyasal Yaşam ve Kadınlara Destek Politikaları, *KSGM*, Ankara.

Tekeli, Ş.(1982). Kadınlar ve siyasal hayat, İletişim Yayınları ,İstanbul.

Tokgöz, O. (1996. Siyasal Reklamlarda Kadın Söylemi ve Kadın İmgeleri Örnek Olay Olarak 1987 ve 1991 Genel Seçimleri, N. Arat (ed.), *Türkiye'de Kadın Olmak*, Say Yayınları, İstanbul, 55-72

AKP Parti Programı :/https://www.akparti.org.tr/media/0auje2sn/partiprogrami.pdf,Erişim Tarihi:13.03.2026

AKP Seçim Beyannamesi: /https://www.akparti.org.tr/media/clni5h4t/turkiyeyuzyiliic%C4%B1-indogruadimlar2023secimbeyannamesi.pdf Erişim Tarihi: 20.032026

CHP Parti Programı: /https://media.chp.org.tr/regulations/parti-programi.pdf. Erişim Tarihi:13.03.2026

Ortak Politikalar Mutabakat Metni:/https://chp.org.tr/yayin/ortak-politikalar-mutabakat-metni, Erişim Tarihi:11.03.2026

URL-1: https://sozluk.gov.tr/, Erişim Tarihi: 31.03.2026

URL-2: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Kadin-2022-49668#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsal&text=Adrese%20Dayal%C4%B1%20N%C3%BCfus%20Kay%C4%B1t%20Sistemi,704%20bin%20112%20ki%C5%9Fi%20oldu,Erişim Tarihi: 01.03.2026

URL-3: https://www.tbmm.gov.tr/sandalyedagilimi Erişim Tarihi: 18.04.2023

URL-4: https://www.diken.com.tr/partilerin-kadin-milletvekili-adayi-karnesi/ Erişim Tarihi: 24.04.2026

URL-5: :https://www.bbc.com/turkce/articles/c25vyd8r7xpo#:~:text=CHP%20se%C3%A7ilebilir%20s%C4%B1radan%2025%20kad%C4%B1n,oran%C4%B1%20%17%2C2%20oldu. Erişim Tarihi: 14.05.2026

URL-6: https://www.tccb.gov.tr/kabine/ Erişim Tarihi: 14.05.2026

İBN SÎNÂ'NIN "UÇAN ADAM" DÜŞÜNCE DENEYİNİN SOKRATİK SORGULAMA TEMELLİ BİR FELSEFİ UYARAN OLARAK YENİDEN İNŞASI[1]

Feyza YÜKSEL TEMİZ

Dr., Milli Eğitim Bakanlığı, Ahmet Yesevi Ortaokulu Ankara-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0002-5395-3089

Şenol KORKUT

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0003-1899-8967

ÖZET

Bu çalışma, İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" (*el-İnsânü'l-Havâî*) düşünce deneyini, Sokratik sorgulama teknikleri çerçevesinde Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulamalarına yönelik felsefi bir uyarıcı olarak yeniden kurgulamayı amaçlamıştır. İslam felsefesi geleneğinde öncelikle metafizik ve nefs nazariyesi bağlamında ele alınan bu düşünce deneyi; öz farkındalık, bilinç ve bilginin imkânı gibi temel felsefi problemleri ortaya koyan özgün bir zihni inşa teşkil eder.

"Uçan Adam" düşünce deneyi çeşitli P4C uygulamalarında bir uyarıcı olarak kullanılmış olsa da, bu deneyin Sokratik sorgulama temelli bir uyarıcı olarak sistematik şekilde yapılandırılmasına odaklanan çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu doğrultuda çalışma, söz konusu düşünce deneyini kavramsal bütünlüğünü muhafaza ederek diyalog ve araştırmaya dayalı pedagojik bir modele dönüştürmeyi hedeflemektedir.

Çalışma nitel bir yaklaşım benimsemekte olup tasarım temelli araştırma çerçevesinde kurgulanmıştır. Bu bağlamda düşünce deneyi; ontolojik ve epistemolojik boyutları açısından analiz edilmiş; "benlik", "bilinç" ve "bilgi" kavramları temel kategoriler olarak belirlenmiştir. Bu kategorilerden hareketle; ironi, elenkhos (çürütme) ve maieutik (doğurtma) biçimlerindeki yapılandırılmış soru setlerini içeren üç aşamalı bir Sokratik uyarıcı modeli geliştirilmiştir.

Çalışma, Matthew Lipman'ın Soruşturma Topluluğu yaklaşımından faydalanmakla birlikte, birincil odağını doğrudan Sokratik yöntem üzerine kurmaktadır. Önerilen model dahilinde sorular; bağlamsal, köprü ve sorgulama soruları olarak kategorize edilmiştir. Bu yapılandırılmış yaklaşımın, öğrencilerin kavram oluşturma ve temellendirme becerilerini destekleme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak çalışma, "Uçan Adam" düşünce deneyini salt bir içerik aktarımı yerine Sokratik sorgulama süreçleri aracılığıyla yeniden inşa etmenin daha etkili bir pedagojik model sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bakımdan çalışma, P4C literatüründe yaygın olan anlatı temelli uyarıcı yaklaşımına alternatif olarak, düşünce deneylerine dayalı soru merkezli bir model önermektedir.

Anahtar Kelimeler: P4C; Sokratik Yöntem; Uçan Adam; Benlik; Bilinç; Epistemoloji

RECONSTRUCTING İBN SÎNÂ'S "FLOATING MAN" THOUGHT EXPERIMENT AS A SOCRATIC INQUIRY–BASED PHILOSOPHICAL STIMULUS

ABSTRACT

This study aims to reconstruct İbn Sînâ's "Floating Man" thought experiment as a philosophical stimulus for Philosophy for Children (P4C) practices within the framework of Socratic inquiry techniques. In the tradition of Islamic philosophy, this thought experiment—primarily discussed in the context of metaphysics and the theory of the soul (nafs)—constitutes an original mental construct that raises fundamental philosophical problems such as self-awareness, consciousness, and the possibility of knowledge.

[1] Yüksel-Temiz, F. & Korkut, Ş. (2026, Mayıs). Reconstructing İbn Sînâ's "Floating Man" thought experiment as a socratic inquiry–based philosophical stimulus. Al Farabi 15th International Scientific Research And Innovation Congress, Tokat, Türkiye.

Although the "Floating Man" thought experiment has been employed as a stimulus in various P4C practices, studies that focus on its systematic structuring as a Socratic inquiry-based stimulus remain limited. Accordingly, this study seeks to transform this thought experiment into a pedagogical model grounded in dialogue and inquiry while preserving its conceptual integrity.

The study adopts a qualitative approach and is designed within the framework of design-based research. In this context, the thought experiment is analyzed in terms of its ontological and epistemological dimensions, and the concepts of "self," "consciousness," and "knowledge" are identified as core categories. Based on these categories, a three-stage Socratic stimulus model is developed, incorporating structured question sets in the forms of irony, elenchus (refutation), and maieutics.

While the study draws on Matthew Lipman's Community of Inquiry approach, its primary focus is placed directly on the Socratic method. Within the proposed model, questions are categorized as contextual, bridging, and inquiry questions. This structured approach is considered to have the potential to support students' abilities in concept formation and justification.

In conclusion, the study demonstrates that reconstructing the "Floating Man" thought experiment through Socratic inquiry processes—rather than mere content transmission—offers a more effective pedagogical model. In this respect, the study proposes a question-centered model based on thought experiments as an alternative to the narrative-based stimulus approach prevalent in the P4C literature.

Keywords: P4C; Socratic Method; Floating Man; Self; Consciousness; Epistemology

GİRİŞ

Türk eğitim sistemi, ideolojiler üstü bir anlayışla; millî bilince sahip, ahlaklı, erdemli, toplumuna ve insanlığa faydalı olmayı ilke edinmiş bilge nesiller yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu sistemin temel ilkeleri arasında yalnızca medeniyete uyum sağlayan değil, aynı zamanda eleştirel düşünen, problem çözen ve etkin bir medeniyet kurucusu olma iradesi gösteren bireylerin yetiştirilmesi yer almaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2025). Bu hedeflere ulaşabilmek için bireylerin disiplinli düşünme becerisi kazanmaları esastır. Sokrates'e göre düşünmeyi öğrenmenin ve öğretmenin en etkili yolu soru sormadır (Filiz, 2009). Hakikate ulaşmak adına diyalog temelli kurulan bu iletişim süreci "Sokratik Sorgulama Yöntemi" olarak adlandırılır (Bozer Özsaraç, 2019).

Sokratik sorgulama; bilgiyi doğrudan aktarmak yerine, disiplinli sorular aracılığıyla zihindeki bilgiyi açığa çıkarma (maieutik/doğurtma) ve düşüncelerdeki mantıksal çelişkileri fark ettirme (elenkhos/çürütme) sanatıdır. Yöntemin uygulanmasında rehberin bir "bilgi kaynağı" değil, "zihinsel bir kolaylaştırıcı" olduğu unutulmamalıdır. Bu süreçte uygulayıcı; cevap vermek yerine yeni sorularla düşünmeyi derinleştirmeli, öğrencilere düşünmeleri için yeterli süre tanımalı, soruları basitten karmaşığa doğru kademelendirmeli ve sınıfta güvenli bir "soruşturma topluluğu" (Community of Inquiry) ortamı oluşturmalıdır (Demir, 2026).

Sokratik sorgulama, P4C (Çocuklar İçin Felsefe) uygulamalarının merkezinde yer almakla birlikte; ahlaki gelişim, eleştirel düşünme ve kavramsal sorgulama gibi geniş bir eğitsel çerçevede uygulanmaktadır (Kanat, 2020; Özcan, 2022). 1960'lı yıllardan itibaren Matthew Lipman ve Ann Margaret Sharp tarafından sistemleştirilen P4C, günümüzde "Topluluklar İçin Felsefe" (Philosophy for Communities) olarak da ifade edilmektedir. P4C kısaltması aynı zamanda; eleştirel (critical), yaratıcı (creative), iş birliğine dayalı (collaborative) ve özen gösteren (caring) düşünme biçimlerini temsil etmektedir (Özdemir, 2025). Bu nedenle çalışmada "P4C" terminolojisi tercih edilmiştir.

P4C literatüründe Lipman, Matthews, Jackson, McCall ve Nelson gibi isimlerin metodolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır (Pesen, 2026). Bu metodolojilerin bazılarında soruşturma süreci için özel uyaranlar hazırlanırken (Lipman vd., 2023), bazılarında deneyim temelli etkinliklerden yararlanılmaktadır (McCall, 2023). Literatürde çoğunlukla güncel olaylar veya Batı menşeli edebi metinler uyaran olarak kullanılmasına rağmen (Sahamid, 2016), İslam düşünce geleneğine ait alegorilerin ve düşünce deneylerinin de P4C oturumları için önemli bir potansiyel taşıdığı görülmektedir. Farabi'nin "Erdemli Şehir" metaforu, İbn Tufeyl'in "Hayy bin Yakzân" alegorisi, Ferîdüddin Attâr'ın "Kuş Dili" anlatısı ve İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" düşünce deneyi bu bağlamdaki özgün örnekler arasında yer almaktadır (Demirel Mıstak, 2025).

Bu çalışma, İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" düşünce deneyini nitel bir yaklaşım ve tasarım tabanlı araştırma çerçevesinde ele alarak, çocuklarla yürütülebilecek P4C oturumları için soru merkezli yapılandırılmış bir Sokratik model geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın odağı, düşünce deneyinin kendisini açıklamaktan çok, bu düşünce deneyinin çocuklarla soruşturulabilir pedagojik bir yapıya nasıl dönüştürülebileceğini ortaya koymaktır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" Düşünce Deneyi

İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" veya "Boşluktaki Adam" düşünce deneyi, nefsin bedenden bağımsız bir mevcudiyete sahip olduğunu göstermek amacıyla geliştirilmiş özgün düşünce deneylerinden biridir. Deneyin temel amacı, insanın özünün yalnızca fiziksel yapıdan ibaret olmadığını ve kişinin kendi varlığını duyusal deneyimlerden bağımsız biçimde fark edebileceğini göstermektir. Bu düşünce deneyi, İbn Sînâ'nın farklı eserlerinde benzer fakat küçük nüanslarla yer almaktadır. Kaynaklarda öne çıkan iki temel versiyon, eş-Şifâ'daki "Kitâbu'n-Nefs" bölümü ile el-İşârât ve't-tenbîhât eserinde yer alan anlatımdır.

1. Kitâbu'n-Nefs (eş-Şifâ) Versiyonu

İbn Sînâ bu eserinde deneyi, nefsin mevcudiyetini hatırlatmak amacıyla şu şekilde formüle eder (Az, 2023; Erkan, 2023):

> "Deriz ki: İçimizden biri kendisini sanki bütün olarak bir defada ve kâmil bir şekilde (kâmilen) yaratılmış; ancak görmesi haricî şeyleri görmeye kapatılmış; havanın basıncını —algılaması gereken bir mukavemetle— hissettirmeyecek şekilde havada ya da boşlukta duracak şekilde yaratılmış ve organları birbirinden ayrılmış, dolayısıyla organları birbirleriyle etkileşim halinde olmayacak veya birbirleriyle temas etmeyecek şekilde vehmetsin.
>
> Bu durumda, kendi zâtının varlığını şüpheye mahal bırakmayacak şekilde kanıtlayıp kanıtlamadığını düşünsün. Kendi zâtının varlığını kanıtlamada şüpheye düşmeyecektir; bununla birlikte ne harici bir uzvunu ne bir dahili uzvunu ne kalbini ne bir dimağını ne de haricî şeylerden herhangi bir şeyin varlığını onaylayamayacaktır. Aksine zâtını/benliğini; uzunluğunu, genişliğini ve derinliğini kanıtlamadan ispatlayacaktır. ... Sen kanıtlananın (nefs), kanıtlanmayandan (beden) farklı olduğunu biliyorsun."

İbn Sînâ bu eserinde deneyi, kişinin kendi varlığını duyulardan bağımsız biçimde fark edebileceğini göstermek amacıyla kurgular. Buna göre insan; dış dünyayı göremeyecek, herhangi bir sese temas etmeyecek, bedenini hissedemeyecek ve organları birbirine değmeyecek şekilde boşlukta yaratılmış olarak düşünülür. Bu durumda kişinin bedenine ilişkin hiçbir bilgisi olmasa bile kendi varlığından şüphe duymayacağı ifade edilir.

2. el-İşârât ve't-tenbîhât Versiyonu

Bu versiyon, okuyucuyu doğrudan kendi içsel tecrübesine yönlendiren bir üslupla (tembih) sunulur (Görücü, 2023; Pekaydın, 2020; Taş, 2017; Ünger, 2023):

> "Kendi nefsine dön ve iyice düşün! Herhangi bir şeyi iyice kavrayabilecek kadar sağlıklı iken, hatta sağlıklı olmadığın bazı hallerde bile, acaba kendi varlığından habersiz olup nefsini ispat edemiyor musun? Bence bu, sadece uyanık kimse için böyle değildir; uyuyan kişi bile uykusunda, sarhoş da sarhoşluğunda kendi kendisinin varlığından tamamen habersiz değildir.
>
> Şayet sen zâtını ilk yaratılışında sağlıklı bir akıl ve yapıda yaratılmış olarak vehmedersen ve onun bütünüyle parçaları birbirine bitişik olmayan bir konumda olduğunu, organlarının birbirine değmeyip aksine ayrı ayrı durduğunu ve yalıtılmış havada bir an asılı durduğunu varsayarsan; kendini her şeyden habersiz ancak varlığının sabit olduğundan haberdar olarak bulursun."

Bu versiyonda İbn Sînâ, okuyucuyu doğrudan kendi içsel deneyimine yönlendiren daha reflektif bir anlatım kullanmaktadır. Filozof, insanın uykuda, sarhoşlukta veya duyusal farkındalığın zayıfladığı durumlarda bile kendi varlığını tamamen kaybetmediğini ileri sürmektedir. Böylece kişinin kendi varlığına ilişkin farkındalığının duyusal deneyimlerden önce geldiği savunulmaktadır.

Deneyin Felsefi Sonuçları

İbn Sînâ'ya göre bu düşünce deneyi dört temel sonuca işaret etmektedir (Aksoy, 2019; Az, 2023; Görücü, 2023; Kurun, 2021) :

Ruh-beden ayrımı: İnsan, bedenini hissedemese bile kendi varlığını fark edebilir. Bu durum nefsin bedenden bağımsız bir gerçeklik olduğunu düşündürmektedir .

Vasıtasız benlik bilinci: Kişinin kendi varlığına ilişkin farkındalığı doğrudan ve aracısızdır. Bu bilinç herhangi bir duyu organına ihtiyaç duymaz.

A priori bilgi: İnsan, bazı bilgileri deneyimden önce de taşıyabilir. Özellikle öz-farkındalık bu tür ilksel bilgiler arasında değerlendirilmektedir.

Benlik ve bireysellik: "Ben" bilincinin temelinde fiziksel beden değil, kişinin kendi varlığına ilişkin farkındalığı bulunmaktadır.

Sonuç olarak "Uçan Adam" düşünce deneyi, insana özünün yalnızca bedensel yapıdan ibaret olmadığını hatırlatmayı amaçlayan felsefi bir "tembih" niteliği taşımaktadır.

Tasarım ve Pedagojik Dönüşüm Süreci

İbn Sînâ'nın özgün metinleri, yoğun metafizik terminoloji ve soyut felsefi yapı nedeniyle çocuklarla yürütülecek P4C oturumlarında doğrudan kullanılabilecek bir formda değildir. Bu nedenle çalışmada düşünce deneyinin özgün felsefi çekirdeği korunarak pedagojik bir dönüşüm süreci tasarlanmıştır. Bu süreçte uyaranların 10 yaşından büyüklerle uygulanmasının mümkün olmasına çalışılmıştır.

Bu doğrultuda "Uçan Adam" düşünce deneyi; öz-farkındalık, varlık ve bilginin imkânı gibi ontolojik ve epistemolojik boyutları açısından analiz edilmiş; ardından çocukların yaş ve kavramsal gelişim düzeylerine uygun biçimde sadeleştirilmiştir. Yapılan dönüşüm sürecinde deneyin temel problemi korunmuş, ancak felsefi dil daha erişilebilir hale getirilmiştir.

Çalışmada geliştirilen modelin, Sokratik sorgulamanın ironi, çürütme ve doğurtma aşamalarından esinlenen üç aşamalı bir yapı taşıdığı değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda soru dizileri; bağlam soruları, köprü soruları ve soruşturma soruları olmak üzere üç aşamada yapılandırılmıştır.

- Bağlam sorularının öğrencilerin ilk sezgilerini ortaya çıkarması,
- Köprü sorularının düşünceleri sınayarak kavramsal geçiş alanı oluşturması,
- Soruşturma sorularının ise soyut kavramsal düşünmeyi derinleştirmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen pedagojik dönüşüm süreci şöyle özetlenmiştir:

Özgün Felsefi Yapı	Pedagojik Dönüşüm
Duyusal deneyimlerden yoksun insan	Hayal temelli çocuk uyaranı
Öz-farkındalık problemi	Benlik soruşturması
Ontolojik varlık problemi	Varlık soruşturması
Epistemolojik öz-bilinç problemi	Bilgi soruşturması
Tembih yöntemi	Yapılandırılmış Sokratik soru modeli

Ortak Uyaran Metni

Hayal edin ki tam şu anda boş ve sessiz bir yerde birden ortaya çıktınız. Gözleriniz kapalı olduğu için hiçbir şey göremiyorsunuz. Hiçbir ses duymuyorsunuz. Havada asılı duruyorsunuz ama bedeninizi bile hissedemiyorsunuz. Kollarınız ve bacaklarınız birbirine değmiyor. Ellerinizin ya da ayaklarınızın nerede olduğunu fark etmiyorsunuz. Üstelik geçmişinize dair hiçbir şey hatırlamıyorsunuz. İsminizi, ailenizi ya da daha önce yaşadığınız herhangi bir olayı bilmiyorsunuz. Daha önce hiçbir şeyi görmediniz, duymadınız, koklamadınız ya da tatmadınız.

Sorular /Ana Kavram	**Varlık Kavramına Yönelik Soru Dizisi**	Bilgi Kavramına Yönelik Soru Dizisi	Benlik Kavramına Yönelik Soru Dizisi
Bağlam Sorusu:	Hiçbir anısı ve hissi olmayan bu durumdaki biri için "var olduğunu" söylemek mümkün müdür, değil midir? Neden?	Bu durumdaki birinin herhangi bir bilgiye sahip olması mümkün müdür, değil midir? Neden?	Bu durumdaki biri kendi varlığını fark eder mi, etmez mi? Neden?
Köprü Sorusu:	Bir şeyin var olduğunu duyu organları olmadan kanıtlamak mümkün müdür, değil midir? Neden?	Bilginin kaynağı akılda mı yoksa duyularda mıdır? Neden?	Ben denilen şey beden midir, düşünceler midir? Neden?
Soruşturma Sorusu:	Bir şeyin "var olması" ne demektir?	Kesin bilgi mümkün müdür, değil midir? Neden?	Benlik ne demektir?

SONUÇ

Bu çalışmada geliştirilen yapılandırılmış soru modeli, P4C literatüründe yaygın olarak kullanılan anlatı merkezli yaklaşımlardan farklı olarak soru mimarisine odaklanmaktadır. Çalışmada, aynı düşünce deneyinin benlik, varlık ve bilgi kavramları açısından farklı soruşturma alanlarına dönüştürülebileceği görülmüştür. Ayrıca bağlam, köprü ve soruşturma sorularından oluşan aşamalı yapının, öğrencileri gündelik düşünceden soyut kavramsal düşünmeye yönlendirebileceği değerlendirilmektedir. Bunun yanında çalışma, İslam düşünce geleneğine ait klasik bir düşünce deneyinin çocuklarla yürütülen P4C uygulamalarına pedagojik olarak uyarlanabileceğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmada, İbn Sînâ'nın "Uçan Adam" düşünce deneyine dayalı olarak çocuklarla yürütülebilecek soru merkezli yapılandırılmış bir P4C modeli geliştirilmiştir. Çalışmada düşünce deneyinin benlik, varlık ve bilgi kavramları açısından farklı soruşturma alanları oluşturabildiği görülmüştür. Ayrıca geliştirilen modelin, soyut felsefi kavramların çocuklar açısından daha erişilebilir hale getirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Araştırmanın bu sonuçlarından yola çıkarak getirilen öneriler ise;

- Geliştirilen modelin farklı yaş gruplarında uygulanarak öğrenci yanıtlarının incelenmesi önerilmektedir.
- Gelecek çalışmalarda farklı İslam düşünürlerine ait alegori ve düşünce deneylerinin P4C bağlamında pedagojik dönüşümü araştırılabilir.
- Sokratik soru türlerinin çocukların eleştirel düşünme süreçleri üzerindeki etkisi deneysel ve uygulamalı çalışmalarla incelenebilir.
- P4C uygulamalarında İslam kültürüne ait düşünce mirasını merkeze alan yeni uyaran tasarımları geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Aksoy, H. (2019). *İbn Sînâ'da beşerî nefislerin meâdı* [Yüksek lisans tezi], Süleyman Demirel Üniversitesi.

Az, M. A. (2023). İbn Sînâ'nın Uçan Adam Nazariyesi Bağlamında Nefsin Benlik Bilinci. *Eskiyeni,* 51, 1045-1073. https://doi.org/10.37697/eskiyeni.1332257

Bozer Özsaraç, E. (2019). *Ortaokul 6. sınıf Türkçe dersinde sokratik sorgulama yöntemi uygulamasının üst düzey düşünme becerilerine etkisi* [Doktora tezi], Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Demir, T. (2026). *Sokratik sorgulamanın Türkçe öğretmeni adaylarının eleştirel düşünme ve soru oluşturma becerilerine etkisi* [Doktora tezi], Erciyes Üniversitesi.

Filiz, S. B. (2009). Soru cevap yöntemi eğitiminin öğretmenleriİn soru sorma bilgisi ve soru sorma tekniklerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi, 1*(3). https://izlik.org/JA63RE48SS

Erkan, A. (2023). *İbn Sînâ'da nefs ve ölümsüzlük* [Doktora tezi], Ankara Üniversitesi.

Görücü, Ö. (2023). *İbn Sina - Descartes psikolojisi: Karşılaştırmalı bir analiz* [Doktora tezi], İzmir Katip Çelebi Üniversitesi.

Kanat, K. (2020). *Sokratik yönteme göre hazırlanan eleştirel düşünme eğitim programının çocukların eleştirel düşünme becerilerine ve ahlaki yargı düzeylerine etkisi* [Doktora tezi], Gazi Üniversitesi.

Kurun, İ. (2021). *İslam felsefe tarihinin eleştirel yeniden-inşası: İbn Sina epistemolojisi örneği* [Doktora tezi], Ankara Üniversitesi.

Lipman, M., Sharp, A. M., & Oscanyan, F. S. (2023). *Felsefe sınıfta* (Çev. M. Kerem). Usturlab.

Lipman, M. (2023). *Felsefe okulda* (Çev. M. Kerem). Usturlab.

McCall, C. C. (2023). *Düşünmeyi dönüştürmek: İlk ve orta sınıflarda felsefî sorgulama* (Çev. Ed. K. Gülenç ve N. P. Boyacı). Nobel.

Mıstak, F. D. (2025). *Hadi felsefe yapalım-3, İslam felsefesi klasikleri.* Usturlab.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni. Milli Eğitim Bakanlığı.

Özcan, S. (2022). *Felsefe temelli (P4C) soru sorma öğretiminin özel yetenekli ve olağan gelişim gösteren öğrencilerin anlama becerileri ile üst düzey düşünme becerilerine etkisi* [Doktora tezi], Yıldız Teknik Üniversitesi.

Özdemir, Ö. (2025). *Felsefe sınıfı, ilkokul öğretim programıyla bütünleştirilmiş çocuklarla felsefe uygulamaları* (2. Baskı). Nobel.

Pekaydin, A. (2020). *İbn Sînâ felsefesinde bilginin mahiyeti* [Yüksek lisans tezi], Dicle Üniversitesi.

Pesen, Z. (2026). *Feridun Oral'ın kitaplarının çocuklar için felsefe uygulamalarında kullanılabilirliğinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi], Çukurova Üniversitesi.

Sahamid, H. (2016). Developing Critical Thinking through Socratic Questioning: An Action Research Study. *International Journal of Education and Literacy Studies, 4*(3), 62-72. http://dx.doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.4n.3p.62

Taş, E. (2017). *Fârâbî ve İbn Sînâ'da bireyleşme ilkesi bağlamında nefis beden ilişkisi* [Doktora tezi], Uludağ Üniversitesi.

Üngör, M. (2023). *İbn Sînâ'da nefsin bireyselleşmesi problemi* [Yüksek lisans tezi], İstanbul Medeniyet Üniversitesi.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ÖĞRETMEN ADAYLARI ÖRNEĞİ

Muhlis YILDIZ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sağlık Kuruluşları Yöneticiliği, Sivas-Türkiye, ORCID: 0009-0007-5360-2370

Özet

Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin e-sağlık okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve sosyodemografik değişkenlere göre farklılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Günümüzde dijital sağlık kaynaklarının yaygınlaşmasıyla birlikte bireylerin bu kaynakları doğru, güvenilir ve etkili şekilde kullanabilme becerisi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma 2026 yılı bahar döneminde 300 kişilik Eğitim Fakültesi öğrencileri ile yürütülmüş olup nicel veri analizi yöntemleri uygulanmıştır. Katılımcıların %80,7'si kadın, %19,3'ü erkektir. Çalışmada veri toplama işlemlerinde Kişisel Bilgi Formu ve e-HEALSE Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (Norman ve Skinner, 2006) tarafından oluşturulan, (Şenyurt ve Korkmaz Aslan, 2023).tarafından Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış 12 maddelik e-Sağlık okuryazarlık ölçeği kullanılmıştır. Toplanan verilerde normal dağılım varsayımı sağlanmadığı için analizlerde Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis H testleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerin Cronbach Alpha katsayısı değerleri İşlevsel, İnteraktif ve Eleştirel Faktör analizlerine göre sırası ile (0,74)-(0,84) ve (0,88) düzeyinde oldukça güvenilir olarak değerlendirilmiştir. Cinsiyete göre yapılan analizde işlevsel boyutta anlamlı fark saptanmış (U=5032,500; p=0,001) ve kadın öğrencilerin medyan puanının erkeklerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. İnteraktif (p=0,843) ve eleştirel (p=0,944) boyutlarda anlamlı fark bulunmamıştır. Anne ve baba eğitim durumu, yaş değişkenlerine de bakıldığında boyutlarda anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Yine çalışmada gelir durumuna göre işlevsel boyutta anlamlı fark bulunmuş (H=8,116; p=0,017) ve geliri giderinden az olan öğrenciler ile diğer gruplar arasında fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05). İnteraktif ve eleştirel boyutlarda anlamlı fark bulunmamıştır. Elde edilen bulgular sonucunda, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi öğrencilerinin Dijital sağlık okuryazarlığının işlevsel faktöründe cinsiyet ve gelir durumuna göre anlamlı farklılık bulunmaktadır. Eğitim fakültelerinde öğrencilere yönelik sağlık okuryazarlığı ile ilgili müfredata uygun derslerin eklenmesi, öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: E-sağlık okuryazarlığı, üniversite öğrencileri, dijital sağlık, sağlık eğitimi

EVALUATION OF E-HEALTH LITERACY AMONG UNIVERSITY STUDENTS: THE CASE OF TEACHER CANDIDATES AT SIVAS CUMHURIYET UNIVERSITY FACULTY OF EDUCATION

Abstract

This study aimed to determine the e-health literacy levels of university students and to examine the differences according to sociodemographic variables. With the widespread use of digital health resources today, the ability of individuals to use these resources correctly, reliably, and effectively is of great importance. This study was conducted with 300 students from the Faculty of Education during the spring semester of 2026, and quantitative data analysis methods were applied. 80.7% of the participants were female and 19.3% were male. Data collection in this study utilized a Personal Information Form and the e-HEALSE Health Literacy Scale (a 12-item scale developed by (Norman and Skinner, 2006) and validated and proven reliable in Turkish by (Şenyurt and Korkmaz Aslan, 2023). Since the assumption of normal distribution was not met in the collected data, Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis H tests were used in the analyses. The Cronbach Alpha coefficient values of the analyses performed were evaluated as highly reliable at the levels of (0.74), (0.84) and (0.88) according to the Functional, Interactive and Critical Factor analyses, respectively. In the analysis according to gender, a significant difference was found in the functional dimension (U=5032.500; p=0.001) and it was found that the median score of female students was higher than that of male students. No significant difference was found in the interactive (p=0.843) and critical (p=0.944) dimensions. No significant differences were found in the dimensions when considering parental education level and age variables (p>0.05). However, a significant

difference was found in the functional dimension according to income level (H=8.116; p=0.017), and a difference was determined between students whose income was less than their expenses and other groups (p<0.05). No significant differences were found in the interactive and critical dimensions. As a result of the findings, there is a significant difference in the functional factor of digital health literacy among students of Sivas Cumhuriyet University Faculty of Education according to gender and income level. It is thought that adding courses on health literacy to the curriculum for students in faculties of education will contribute to the professional development of prospective teachers.

Keywords: E-health literacy, university students, digital health, health education

Giriş

Dijital teknolojilerin gelişmesi, sağlık bilgisine erişim ve sağlık hizmetlerinin kullanım biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Bireyler artık sağlıkla ilgili bilgiye internet, mobil uygulamalar ve sosyal medya araçları üzerinden kolayca ulaşabilmektedir. Ancak bu durum, bilginin doğruluğunu değerlendirme ve etkili kullanım becerilerini de gerekli kılmaktadır.

E-sağlık okuryazarlığı, bireylerin elektronik ortamda sağlık bilgisine erişme, bu bilgiyi arayabilme, anlayabilme, değerlendirebilme ve uygulayabilme becerilerini kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Bu doğrultuda bireylerin e-Sağlık okuryazarlığı düzeylerinin ölçülebilmesi ve değerlendirilebilmesi için geçerliliği kanıtlanmış 8 maddelik bir ölçek kullanılmıştır (Norman & Skinner, 2006). Özellikle üniversite öğrencileri gibi dijital teknolojileri yoğun kullanan bireylerin bu becerilere sahip olması önemlidir. Çalışmamız geleceğimizi emanet edeceğimiz öğretmen adayları olan; eğitim fakültesi öğrencileri ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, gelecekte toplum üzerinde önemli etkileri olacak öğretmen adaylarının e-sağlık okuryazarlığı düzeylerini belirlemek ve sağlıkla ilgili bilgiye erişim, değerlendirme ve kullanma becerilerinin önemini ortaya koymaktır. Öğretmenler, yalnızca akademik bilgi aktaran bireyler değil, aynı zamanda tutum ve davranışları ile her konuda öğrencileri şekillendiren rol modellerdir. Bu nedenle öğretmen adaylarının e-sağlık okuryazarlığı düzeylerinin yüksek olması, hem bireysel sağlıkları hem de gelecekte etkileyecekleri toplum kesimleri açısından büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, mevcut çalışmada eğitim fakültesinde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin e-sağlık okuryazarlığı düzeylerinin belirlenmesi ve çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek bulguların, hem literatüre katkı sağlaması hem de eğitim politikaları ve sağlık okuryazarlığını geliştirmeye yönelik müdahale programlarının oluşturulmasına ışık tutması beklenmektedir.

Araştırma Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmaya Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde farklı bölümlerde öğrenim gören öğrenciler katılmıştır. Olasılığa dayalı örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre 1500 ana kütleden yaklaşık 306 örneklem evreni temsil ettiği söylenebilir. Çalışmamızda 300 örnekleme ulaşılmıştır. Katılımcıların %80,7'si kadın (n = 242), %19,3'ü erkek (n = 58) öğrencilerden oluşmaktadır.

$$n = \frac{N \times \ Z^2 \times p \times q}{d^2(N \ - \ 1) + Z^2 \ \times \ p \ \times \ q}$$

$$n = \frac{1500 \times \ 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2(1500 \ - \ 1) + 1.96^2 \ \times \ 0.5 \ \times \ 0.5} \approx \ 306$$

Hipotezler

Hipotez 1:

H_1: Öğrencilerin cinsiyetine göre E-Sağlık okuryazarlığı ölçeğindeki faktörlerde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 2:

H_1: Öğrencilerin yaşına göre E-Sağlık okuryazarlığı ölçeğindeki faktörlerde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 3:

H_1: Öğrencilerin anne eğitim durumuna göre E-Sağlık okuryazarlığı ölçeğindeki faktörlerde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 4:

H_1: Öğrencilerin baba eğitim durumuna göre E-Sağlık okuryazarlığı ölçeğindeki faktörlerde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Hipotez 5:

H_1: Öğrencilerin aylık gelir durumuna göre E-Sağlık okuryazarlığı ölçeğindeki faktörlerde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Kişisel Bilgi Formu: Katılımcıların sosyodemografik özelliklerini ve e-sağlık okuryazarlığı bilgilerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

e-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (e-HEALS): Elektronik sağlık (e-sağlık) bilgilerini arama, bulma, anlama ve değerlendirme becerilerini ölçen ve geliştiren bir çalışmadır. Bu model, dijital sağlık dünyasında yetkinliğini belirleyen 8 maddelik temel bir ölçektir. (Norman ve Skinner 2006) tarafından geliştirilen bu ölçek, Türkçeye uyarlanmış 12 maddeden oluşmasıyla birlikte işlevsel, interaktif ve eleştirel olmak üzere üç alt boyutu içermektedir (Şenyurt ve Korkmaz Aslan 2023).

Veri Analizi

Çalışmada verilerin normal dağılım göstermemesi nedeniyle non-parametrik testler kullanılmıştır. İki grup karşılaştırmaları için Mann-Whitney U testi, üç ve daha fazla grup karşılaştırmaları için Kruskal-Wallis H testi uygulanmıştır. Ölçeğin güvenirliği Cronbach Alpfa katsayısı ile değerlendirilmiştir.

Araştırma ve Bulgular

Tablo 1: Demografik Verilerin Dağılımı

Değişken	Alt Kategorisi	Frekans	Yüzdesi
Cinsiyet	Kadın	242	80,7
	Erkek	58	19,3
Yaş	21	62	20,7
	22	72	24,0
	23	166	55,3
Anne Eğitim Durumu	İlkokul	141	47,0
	Ortaokul	44	14,7
	Lise	52	17,3
	Üniversite	63	21,0
Baba Eğitim Durumu	İlkokul	85	28,3
	Ortaokul	66	22,0
	Lise	93	31,0
	Üniversite	56	18,7
Aylık Gelir Düzeyi	Gelirim giderimden az	77	25,7
	Gelirim giderime eşit	165	55,0
	Gelirim giderimden fazla	58	19,3

Tablo 1'de çalışmaya katılan bireylerin demografik verilerinin dağılımı verilmiştir. Buna göre çalışmaya 242'si (%80,7) kadın ve 58'i (%19,3) erkek olmak üzere 300 birey katılmıştır.

Katılımcıların %20,7'si (62) kişi mevcudu ile 21 yaşında, %24'ü (72) kişi mevcudu ile 22 yaşında, %55,3'ü (166) kişi mevcudu ile 23 yaşındadır.

Anne eğitim durumları incelendiğinde katılımcıların %47'si (141) kişi mevcudu ile ilkokul mezunu, %14,7'si (44) kişi mevcudu ile ortaokul mezunu, %17,3'ü (52) kişi mevcudu ile lise mezunu, %21'i (63) kişi mevcudu ile üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir.

Baba eğitim durumları incelendiğinde katılımcıların %28,3'ü (85) kişi mevcudu ile ilkokul mezunu, %22'si (66) kişi mevcudu ile ortaokul mezunu, %31'i (93) kişi mevcudu ile lise mezunu, %18,7'si (56) kişi mevcudu ile üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir.

Aylık gelir düzeyleri incelendiğinde katılımcıların %25,7'si (77) kişi mevcudu ile gelir durumu giderinden az, %55'i (165) kişi mevcudu ile gelir durumu giderine eşit, %19,3'ü (58) kişi mevcudu ile gelir durumu giderinden fazla olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2: Faktörlerin Güvenilirlik Analizi

Faktör	Cronbach's Alpha Katsayısı	Madde Sayısı
İşlevsel	0,74	3
İnteraktif	0,84	4
Eleştirel	0,88	5

Tablo 2'de faktörlerde yer alan ifadelerin iç tutarlılığının güvenilirlik analizi ile test edilmesi sonucu elde edilen Cronbach's Alpha katsayısı verilmiştir. Buna göre her üç faktörde yer alan ifadelerin de iç tutarlılık açısından oldukça güvenilir olduğu görülmektedir.

Tablo 3: Faktörlerin Normallik Analizi Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
Faktör	**Statistic**	**df**	**p**
İşlevsel	,138	300	,000
İnteraktif	,091	300	,000
Eleştirel	,131	300	,000

Tablo 3'de araştırmada kullanılan ölçeğin faktörlerinin normallik analizi Kolmogorov-Smirnov sonuçları verilmiştir. Buna göre her üç faktörde de verilerin normal dağılmadığı görülmüştür ($p<0,05$). Veriler normal dağılmadığından dolayı çalışmada non-parametrik test tekniklerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

FARK ANALİZLERİ

Tablo 4: Faktörlerin Cinsiyete Göre Mann-Whitney U Testi

Faktör	Gruplar	N	Medyan Ort.	U	P
İşlevsel	Kadın	242	3,0000	5032,500	**0,001**
	Erkek	58	2,5000		
İnteraktif	Kadın	242	3,0000	6901,000	0,843
	Erkek	58	2,5000		
Eleştirel	Kadın	242	3,0000	6976,500	0,944
	Erkek	58	2,5000		

Tablo4'te Cinsiyete göre yapılan analizde işlevsel boyutta, ($p<0,05$) olduğu için anlamlı fark bulunmuştur. Kadın öğrencilerin medyan puanlarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. İnteraktif ($p = 0.843$) ve eleştirel ($p = 0.944$) boyutlarda anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 5: Faktörlerin Yaşa göre Kruskal-Wallis H Testi

Faktör	Serbestlik Derecesi	H	P
İşlevsel	2	1,273	0,529
İnteraktif	2	0,124	0,940
Eleştirel	2	0,951	0,622

Tablo 5'te Yaşa göre yapılan faktör analizlerinde İşlevsel ($p>0,05$), İnteraktif ($p>0,05$), Eleştirel ($p>0,05$) değerlerinden dolayı anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 6: Faktörlerin Anne Eğitim Durumuna göre Kruskal-Wallis H Testi

Faktör	Serbestlik Derecesi	H	P
İşlevsel	3	1,590	0,662
İnteraktif	3	1,652	0,648
Eleştirel	3	0,976	0,807

Tablo 6'da Anne eğitim durumuna göre yapılan analizlerinde İşlevsel ($p>0,05$), İnteraktif ($p>0,05$), Eleştirel ($p>0,05$) değerlerinden dolayı anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 7: Faktörlerin Baba Eğitim Durumuna göre Kruskal-Wallis H Testi

Faktör	Serbestlik Derecesi	H	P
İşlevsel	3	3,594	0,309
İnteraktif	3	0,822	0,844
Eleştirel	3	1,189	0,756

Tablo 7'de Baba eğitim durumuna göre yapılan analizlerinde İşlevsel ($p>0,05$), İnteraktif ($p>0,05$), Eleştirel ($p>0,05$) değerlerinden dolayı anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 8: Faktörlerin Gelir Durumuna göre Kruskal-Wallis H Testi

Faktör	Serbestlik Derecesi	H	P
İşlevsel	2	8,116	**0,017**
İnteraktif	2	1,863	0,394
Eleştirel	2	1,586	0,452

Tablo 8'de Gelir durumuna göre yapılan analizlerinde İşlevsel p değeri ($p<0,05$) olmasından dolayı işlevsel boyutta farklılık bulunmuştur. Bu nedenle ikili karşılaştırma yöntemi ile değişkenler karşılaştırılmalıdır. Bunun için Kruskal Wallis 1-Way Anova testi sonuçları ve medyan ortalamaları farkı aşağıdaki tablo 9'da verilmiştir.

Diğer faktörler de yapılan analizlerde İnteraktif ($p>0,05$) ve Eleştirel ($p>0,05$) değerlerinden dolayı anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 9: Faktörlerin Gelir Durumuna göre Kruskal Wallis 1-Way Anova Testi

Faktör	Gruplar	Medyan Ortalamaları Farkı	P
İşlevsel	Gelirim Giderimden Fazla-Gelirim Giderime Eşit	-0,34	0,499
	Gelirim Giderimden Fazla-Gelirim Giderimden Az	-0,34	**0,011**
	Gelirim Giderime Eşit-Gelirim Giderimden Az	0	0,525

Tablo 9'da İkili karşılaştırma yöntemi Kruskal Wallis 1-Way Anova testi ve Median ortalamaları verilen farklı seçeneklerin veya değişkenlerin çiftler halinde değerlendirildiği yukarıdaki tabloda gelir durumuna göre yapılan analizde işlevsel boyutta anlamlı fark bulunmuştur.

Geliri giderinden fazla olan öğrenciler ile Geliri giderine eşit olan öğrenciler arasındaki ($p>0,05$) olduğu için gelir durumunun İşlevsellik faktöründe anlamlı farklılık **bulunmamaktadır.**

Geliri giderinden fazla olan öğrenciler ile Geliri giderinden az olan öğrenciler arasındaki ($p<0,05$) olduğu için gelir durumunun İşlevsellik faktöründe anlamlı farklılık **bulunmaktadır.**

Geliri giderine eşit olan öğrenciler ile Geliri giderinden az olan öğrenciler arasındaki ($p>0,05$) olduğu için gelir durumunun İşlevsellik faktöründe anlamlı farklılık **bulunmamaktadır.**

Geliri giderinden az ve eşit olan öğrencilerin gelir durumunun İşlevsellik faktöründe Median ortalamaları (3,0000). Geliri giderinden fazla olan öğrencilerin gelir durumunun İşlevsellik faktöründe Median ortalamaları (2,6667).

İnteraktif ve eleştirel boyutlarda anlamlı fark **bulunmamıştır.**

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular, üniversite öğrencilerinin e-sağlık okuryazarlığının işlevsel boyutta cinsiyet ve gelir değişkenlerine bağlı farklılıklar bulunmaktadır. Kadın öğrencilerin erkek öğrencilere göre, sağlık konularına yönelik farkındalıklarının daha yüksek olması ile ilişkilendirilebilir.

Gelir durumuna bağlı farklılıklar ise dijital kaynaklara erişim ve kullanım fırsatlarının sosyoekonomik düzey ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

İnteraktif ve eleştirel boyutlarda fark bulunmaması, öğrencilerin bu beceriler açısından benzer düzeyde olduklarını düşündürmektedir.

Eğitim fakültesi öğrencilerinin gelecekte öğretmen olarak toplum üzerinde oluşturacakları etki göz önünde bulundurulduğunda, e-sağlık okuryazarlığı düzeylerinin artırılması yalnızca bireysel değil, toplumsal bir

gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, öğretmen yetiştirme programlarına e-sağlık okuryazarlığını destekleyici içeriklerin entegre edilmesi, öğrencilerin dijital sağlık bilgilerini daha bilinçli ve etkin kullanmalarına katkı sağlayacaktır.

Ayrıca, üniversite düzeyinde verilecek farkındalık eğitimleri ve uygulamaya yönelik çalışmaların, öğrencilerin e-sağlık okuryazarlığı becerilerini güçlendirmede önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Norman, C. D., & Skinner, H. A. (2006). eHealth literacy: Essential skills for consumer health in a networked world. *Journal of Medical Internet Research*, 8(2), e9. https://doi.org/10.2196/jmir.8.2.e9

Şenyurt, Ö., & Korkmaz Aslan, G. (2023). E-sağlık okuryazarlığı ölçeğinin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, *15*(4), 1041–1050.

DİJİTAL İLETİŞİM EMPATİ ÖLÇEĞİNİN (DCES) TÜRKÇEYE UYARLANMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Özge MAVİŞ SEVİM

Assoc. Prof., Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Tokat-Türkiye **(**Responsible Author) ORCID: 0000-0002-4120-5374

Ece LEVENTOĞLU

Research Assistant., Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-2392-931X

Gönül ÇELEBİ

Yeşilırmak İlkokulu, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-3079-3596

Tuğba KOCADAĞ ÜNVER

Assist. Prof., Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Tokat-Türkiye

Neslihan CANPOLAT ÇIĞ

Assist. Prof., Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Special Education, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-9832-442X

Hatice DİLER

15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi Tokat-Türkiye, ORCID: 0009-0004-9736-7227

Özet

Bu araştırma, Collins, Warburton, Bussey ve Sweller (2024) tarafından geliştirilen Dijital İletişim Empati Ölçeği'nin (Digital Communication Empathy Scale – DCES) Türkçeye uyarlanmasını amaçlamaktadır. Metodolojik nitelikte yürütülen bu ölçek uyarlama çalışmasında veriler, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören 10 farklı öğretmenlik programındaki 1-4. sınıf öğretmen adaylarından toplanmıştır. Toplam 642 kişiye ulaşılmış; gönüllü katılım beyanını doldurmayan 9 katılımcı çalışma dışı bırakılarak analizler 633 kişi (Kadın: %79, Erkek: %21) üzerinden yürütülmüştür. Kültürler arası uyarlama sürecinde meydana gelebilecek sapmalar gözetilerek Split-Sample yöntemiyle veri seti iki bağımsız gruba ayrılmış; ilk grup (n=316) üzerinde Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA), ikinci grup (n=317) üzerinde Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) uygulanmıştır. AFA bulguları, orijinal 6 faktörlü yapının Türk örnekleminde bilişsel boyutların (Dijital Perspektif Alma ve Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik) bağımsız faktörler olarak ayrışırken duyuşsal boyutların ikişer ikişer birleşerek 4 faktörlü bir yapı oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu yapı toplam varyansın %63.553'ünü açıklamaktadır. DFA ile test edilen 4 faktörlü model mükemmel uyum indeksleri sergilemiştir ($X^2/df = 2.44$, RMSEA = 0.054, SRMR = 0.049, CFI = 0.938, TLI = 0.931). Ölçeğin Cronbach's Alpha iç tutarlılık katsayıları alt boyutlar için .884-.938, ölçeğin geneli için .955 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, Türkçe DCES'in Türkiye'deki dijital empati araştırmalarında geçerli ve güvenilir biçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital empati, ölçek uyarlama, dijital iletişim, faktör analizi, öğretmen adayları

Giriş

Dijital Empati Teorisi'ne göre dijital empati, bireylerin dijital araçlar vasıtasıyla başkalarının duygusal durumlarını kavrama ve onlarla duygusal bir bağ kurabilme becerisidir (Rachmad, 2017). Bu kavramın önemi, sanal mecraların yüz ifadeleri, ses tonu veya fiziksel temas gibi empati aktarımında kritik rol oynayan sözsüz iletişim araçlarından büyük ölçüde yoksun olmasından kaynaklanmaktadır (Thaler, 2023). Nitekim, günümüzde yaygın olarak kullanılan ve bu tür fiziksel iletişim unsurlarını barındırmayan teknolojik platformlar, literatürde "ipucu açısından eksik dijital iletişim" olarak sınıflandırılmaktadır (Collins, 2025). Yüz

yüze iletişimin aksine dijital etkileşimlerde duygu aktarımı genellikle metin tabanlı iletilere, emojilere ve sanal simgelere dayanmak durumunda kalmaktadır (Prasai, 2025).

İletişimin dijital ortamlara taşınması beraberinde çeşitli riskler de getirmektedir. Literatürdeki bulgular, dijital empati noksanlığının siber zorbalık, sosyal medya bağımlılığı ve çevrimiçi platformlarda yaşanan iletişim kazaları gibi olumsuz durumları tetikleyebileceğine işaret etmektedir (Prasai, 2025). Bu tür sorunların üstesinden gelebilmek için dijital empati, dijital medya araçlarını kullanırken sosyal sorumluluk bilinciyle hareket etmenin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca dijital empati yansıtıcı düşünmeyi içeren hem bilişsel hem de duyuşsal bir kapasite olarak ele alınmaktadır (Friesem, 2016; Chen, 2018). Bu kapasitenin geliştirilmesi son derece kritiktir. Çünkü bireylerin dijital empati düzeyleri, siber saldırıya uğrayan kişileri savunmak gibi çevrimiçi olumlu sosyal davranışların sergilenmesinde güçlü bir belirleyici rol oynamaktadır (Collins, 2025). Sonuç olarak, dijital çağda anlamlı ve sağlıklı insan ilişkileri kurabilmek için empatinin; dikkat, karşımızdakini anlama çabası ve duygusal sorumluluk bilinciyle çevrimiçi etkileşimlerin merkezine bilinçli bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir (Rachmad, 2017).

Dijital çağda eğitim süreçlerinin çevrimiçi platformlara taşınması, öğretmen adaylarının yalnızca teknolojik yeterliklerini değil, dijital ortamlardaki sosyal ve duyuşsal becerilerini de önemli hale getirmiştir. Geleceğin eğitimcileri olarak öğretmen adayları, öğrencilerin çevrimiçi etkileşimlerine rehberlik edecek ve dijital öğrenme ortamlarının iklimini şekillendirecek konumdadır. Bu nedenle dijital empati, çevrimiçi iletişimde öğrencilerin duygusal durumlarını anlayabilme, siber zorbalık gibi olumsuz durumları fark edebilme ve olumlu sosyal davranışları destekleyebilme açısından önemli bir yeterlik olarak değerlendirilmektedir. Öğretmen adaylarının dijital empati düzeylerinin belirlenmesi, hem eğitim fakültelerindeki öğretim süreçlerinin geliştirilmesi hem de sağlıklı dijital öğrenme ortamlarının oluşturulması açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla dijital çağda bireylerin ve bilhassa öğretmen adaylarının sosyal ve duygusal becerilerini ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir araçlara duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Collins ve ark. (2024) tarafından geliştirilen Dijital İletişim Empati Ölçeği, bireylerin dijital ortamlardaki empatik eğilimlerini ve tepkilerini en hassas biçimde ölçebilmek amacıyla 6'lı Likert tipi derecelendirme ölçeği kullanmaktadır. Orijinal ölçek, Mark H. Davis'in (1994) çok boyutlu empati tanımı temel alınarak Dijital Duygu Uyumu, Algılanan Empatik İsabetlilik, Dijital Perspektif Alma, Dijital Sempati, Dijital Kişisel Sıkıntı ve Dijital Empatik Öfke olmak üzere 6 faktörlü ve 36 maddelik bir yapıda geliştirilmiştir.

Psikometrik açıdan 6'lı Likert tercih edilmesinin en büyük avantajı, "Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum" seçeneğini ortadan kaldırarak katılımcıyı pozitif ya da negatif bir yönde görüş bildirmeye yöneltmesidir. Bu yapı; empati gibi sosyal beğenirlik kaygısı taşıyan konularda merkezi eğilim hatasını önlemekte, yapı geçerliliği için daha varyanslı ve ayırt edici veri sunmaktadır. Türkçe alanyazında dijital empatiyi doğrudan ölçen geçerli ve güvenilir bir aracın bulunmaması, bu uyarlama çalışmasını gerekli kılmaktadır. Bu araştırmanın amacı, Collins ve ark. (2024) tarafından geliştirilen Dijital İletişim Empati Ölçeğinin Türkçeye uyarlanarak geçerlik ve güvenirliğinin incelenmesidir. Bu genel amaç doğrultusunda, araştırmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1-Dijital İletişim Empati Ölçeği'nin (DCES) Türkçe formunun dilsel, kavramsal ve kültürel eşdeğerliği sağlanabilmekte midir?

2-Ölçeğin birinci alt örneklem üzerinde yürütülen Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) sonuçlarına göre ortaya çıkan faktör yapısı nasıldır?

3-Ölçeğin ikinci alt örneklem üzerinde yürütülen Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) sonuçlarına göre elde edilen yapı geçerliği model uyum indeksleri kabul edilebilir düzeyde midir?

4-DCES'in Türkçe formunun geneli ve alt boyutları, geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarında yeterli düzeyde iç tutarlılık (güvenirlik) göstermekte midir?

Bu araştırma sorularına bağlı olarak, ölçeğin psikometrik özelliklerini doğrulamak amacıyla aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

H_1: Dijital İletişim Empati Ölçeği'nin Türkçe formu, orijinal formun kuramsal altyapısıyla uyumlu, geçerli ve doğrulanabilir bir faktör yapısına sahiptir.

H_2: Ölçeğin uyarlanan Türkçe formundan elde edilen iç tutarlılık katsayıları, eğitim bilimleri ve psikometrik ölçme standartlarına göre güvenilir bir düzeydedir.

Yöntem

Bu araştırma, metodolojik türde bir ölçek uyarlama çalışmasıdır. Araştırmanın evrenini üniversite öğrencileri oluşturmaktadır. Veriler, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören 10 farklı öğretmenlik programındaki 1-4. sınıf öğretmen adaylarından toplanmıştır. Araştırmada toplam 642 kişiye ulaşılmıştır. Çalışmaya katılmayı reddeden veya gönüllü katılım beyanı bulunmayan 9 katılımcı elenerek 633 kişi üzerinden analizler yürütülmüştür. Katılımcıların %79'u kadın (n=500), %21'i erkektir (n=133).

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik bilgiler

Cinsiyet	n	%	Sınıf Düzeyi	n	%
Kadın	500	79.0	1. Sınıf	203	32.1
Erkek	133	21.0	2. Sınıf	136	21.5
			3. Sınıf	178	28.1
Toplam	**633**	**100**	4. Sınıf	116	18.3

Ölçme Aracı

Dijital İletişim Empati Ölçeği, Collins, Warburton, Bussey ve Sweller (2024) tarafından geliştirilmiştir. Ölçek, dijital iletişim ortamında empati deneyimini ölçmeye yönelik bir öz-bildirim aracı olarak tasarlanmıştır. Geliştirme sürecinde altı temel empati yapısı (Duygu Uyumu, Algılanan Empatik İsabetlilik, Perspektif Alma, Sempati, Kişisel Sıkıntı ve Empatik Öfke) kavramsal temel olarak alınmış; bu yapılara ilişkin toplam 72 deneme maddesi oluşturulmuştur. Birinci çalışmada (n=566) gerçekleştirilen Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA), 67 maddenin beklenen altı faktör altında toplandığını ortaya koymuş; her faktörden altı madde seçilerek daha kullanışlı bir yapı elde edilmiştir. İkinci çalışmada (n=735) bağımsız bir örneklem üzerinde gerçekleştirilen Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), 36 maddelik nihai ölçeğin altı faktörlü yapısını doğrulamıştır. Ölçek; Dijital Duygu Uyumu, Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik, Dijital Perspektif Alma, Dijital Sempati, Dijital Kişisel Sıkıntı ve Dijital Empatik Öfke olmak üzere altı alt boyuttan oluşmakta ve 6'lı Likert tipi dereceleme (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 6=Kesinlikle Katılıyorum) ile yanıtlanmaktadır. Ölçekte yalnızca olumlu ifadeli maddeler kullanılmış olup ters puanlanan madde bulunmamaktadır. Her alt ölçekten ve toplam ölçekten alınan yüksek puanlar bireylerin dijital iletişimde daha yüksek düzeyde empati eğilimi taşıdıklarına işaret etmektedir. Ölçeğin Cronbach α iç tutarlılık katsayıları alt boyutlar için .83 ile .95, toplam ölçek için ise .95 olarak hesaplanmıştır (Collins ve ark., 2024). Makalenin orijinal ekindeki (Appendix A) 36 maddenin hangi alt boyuta (faktöre) ait olduğu tek tek kodlanmıştır.

Tablo 2. Ölçek boyutları ve her boyuta ait madde numaraları

Alt Boyut (Faktör)	Madde Sayısı	Ölçekteki Kesin Madde Numaraları (Item ID)
1. Digital Perceived Empathic Accuracy	6 Madde	1, 11, 14, 20, 29, 34
2. Digital Sympathy	6 Madde	2, 7, 16, 19, 25, 32
3. Digital Empathic Anger	6 Madde	3, 8, 18, 21, 28, 36
4. Digital Emotion Match	6 Madde	4, 10, 13, 23, 31, 35
5. Digital Personal Distress	6 Madde	5, 12, 17, 22, 26, 30
6. Digital Perspective-Taking	6 Madde	6, 9, 15, 24, 27, 33

Uyarlama Süreci

Uyarlama süreci dört aşamada yürütülmüştür:

1. İzin aşaması: Ölçeğin geliştiricisi Dr. Andrew M. Collins ile 25-27 Şubat 2026 tarihlerinde yazışılmış ve Türkçe uyarlama için resmi kullanım izni alınmıştır.
2. Dil geçerliliği: Ölçek, üç bağımsız uzman tarafından Türkçeye çevrilmiş; ardından uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan ortak çeviri, farklı iki dil uzmanı tarafından İngilizceye geri çevrilerek anlam uyumu kontrol edilmiş ve yüksek düzeyde tutarlılık saptanmıştır.
3. Bu araştırmada bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine titizlikle uyulmuştur. Araştırmanın yürütülmesine yönelik resmi onay; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulları bünyesindeki Eğitim Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu'nun 26.02.2026 tarihli toplantısında alınan 02-38 sayılı kararı ile resmi olarak temin edilmiştir.
4. Veri toplama ve analiz: Kültürler arası uyarlama çalışmalarında ortaya çıkabilecek sapmaları yönetmek amacıyla Split-Sample yöntemi kullanılmıştır. Veriler 4-7 Mayıs 2026 tarihleri arasında çevrim içi olarak, Google Forms üzerinden toplanmıştır. Toplam veri seti SPSS aracılığıyla rastgele iki bağımsız gruba ayrılmış; ilk gruptan (n=316) elde edilen verilerle AFA, ikinci gruptan (n=317) elde edilen verilerle DFA yürütülmüştür.

Bulgular

Yapı Geçerliliği: Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) Bulguları

Ölçeğin Türkçe formunun yapı geçerliliğini test etmek amacıyla, 633 kişilik veri setinden rastgele seçilen ilk bağımsız grup (n=316) üzerinde AFA yürütülmüştür. Faktör analizi, birbiri ile ilişki içinde olan 'p'adet değişkeni bir araya toplayarak daha az sayıda ilişkisiz ve kavramsal olarak yeni değişkenler (faktörler, boyutlar) bulmayı ve keşfetmeyi amaçlayan çok değişkenli bir istatistiksel tekniktir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014). Verilerin çoklu normal dağılım göstermemesi nedeniyle faktör çıkarma yöntemi olarak Temel Eksen Faktörleşmesi (Principal Axis Factoring), döndürme yöntemi olarak ise eğik döndürme tekniklerinden Direct Oblimin tercih edilmiştir.

Analiz öncesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterlilik katsayısı .92 olarak bulunmuş; Bartlett Küresellik Testi ise X^2= 7125.20, df = 630, p < .001 olarak son derece anlamlı çıkmıştır. Bu değerler, veri setinin faktör analizi için uygunluğunu ampirik olarak kanıtlamaktadır.

Özdeğeri (eigenvalue) 1'in üzerinde olan 4 faktör ortaya çıkmıştır. Bu 4 faktörlü Türkçe model toplam değişkenliğin %63.553'ünü açıklamaktadır.

Tablo 3. Türkçe Dijital İletişim Empati Ölçeğinin açıklanan varyans değerleri

Faktör	Özdeğer (Eigenvalue)	Döndürme Öncesi Varyans (%)	Döndürme Sonrası Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
F1	17.507	48.630	47.528	48.630
F2	2.260	6.279	5.147	54.909
F3	1.829	5.080	3.831	59.989
F4	1.283	3.564	2.410	63.553

Desen Matrisi (Pattern Matrix) incelendiğinde, 36 maddenin Türk kültürünün duyuşsal özellikleri doğrultusunda birleşerek 4 ana grupta toplandığı görülmüştür:

Faktör 1: Çevrimiçi Şefkat ve Duygusal Rezonans (12 Madde): Orijinal ölçekteki Duygu Uyumu ve Sempati boyutları Türk örnekleminde birleşmiştir. Kültürümüzün yüksek empati pratikleri gereği, dijitalde birinin

duygusunu hissetmekle ona üzülüp destek olma isteği tek bir refleks olarak kodlanmıştır. (Maddeler: 2, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 23, 25, 31, 32, 35).

Faktör 2: Çevrimiçi Reaksiyon ve Empatik Öfke (12 Madde): Orijinal ölçekteki Empatik Öfke ve Kişisel Sıkıntı boyutları birleşmiştir. Dijital ortamlarda haksızlığa veya siber zorbalığa maruz kalan birini görmenin yarattığı içsel huzursuzluk, mağdur adına duyulan adalet temelli öfkeyle tek bir boyutta bütünleşmiştir. (Maddeler: 3, 5, 8, 12, 17, 18, 21, 22, 26, 28, 30, 36).

Faktör 3: Dijital Perspektif Alma (6 Madde): Bilişsel bir süreç olan "çevrimiçi etkileşimlerde kendini karşı tarafın yerine koyabilme" boyutu, orijinal yapısını aynen korumuştur. (Maddeler: 6, 9, 15, 24, 27, 33).

Faktör 4: Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik (6 Madde): Metin tabanlı dijital ipuçlarından ve emojilerden karşı tarafın ne hissettiğini doğru tahmin edebilme öz-algısı evrensel yapısını koruyarak ayrı bir faktör olarak ayrışmıştır. (Maddeler: 1, 11, 14, 20, 29, 34).

Bulgularımız, Digital Communication Empathy Scale'ın Türk kültürüne uyarlandığında duyuşsal (duygusal) boyutların birbiriyle daha entegre çalıştığını, bilişsel boyutların ise (Perspektif Alma ve İsabetlilik) evrensel yapısını koruduğunu göstermiştir. Bu 4 faktörlü yapı toplam varyansın %63.553'sını açıklayarak psikometrik açıdan son derece güçlü ve Türk kültürünün dijital empati dinamiklerini açıklayan özgün bir model sunmuştur.

Faktör yapısının ayrıntılı olarak incelenebilmesi amacıyla maddelere ait faktör yükleri ve ortak varyans değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Türkçe DCES maddelerinin AFA faktör yükleri ve ortak varyans değerleri

Madde No	F1: Çevrimiçi Şefkat & Duygusal Rezonans	F2: Çevrimiçi Reaksiyon & Empatik Öfke	F3: Dijital Perspektif Alma	F4: Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik	Ortak Varyans (h2)
M32	.84				.71
M25	.83				.69
M19	.83				.69
M16	.83				.69
M13	.83				.69
M7	.81				.66
M10	.73				.53
M31	.70				.49
M4	.67				.45
M23	.64				.41
M2	.64				.41
M35	.60				.36
M28		.85			.72
M36		.83			.69
M18		.82			.67
M30		.81			.66
M21		.79			.62
M26		.78			.61
M8		.77			.59
M12		.71			.50
M17		.70			.49
M3		.66			.44
M22		.62			.38
M5		.39			.15
M24			.89		.79
M27			.82		.67
M9			.79		.62
M6			.78		.61
M33			.77		.59
M15			.71		.50
M20				.80	.64
M14				.78	.61
M29				.78	.61
M1				.75	.56
M34				.71	.50
M11				.70	.49

Yapı Geçerliliği: Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) Bulguları

AFA ile belirlenen 4 faktörlü modelin model-veri uyumunu test etmek amacıyla verinin bağımsız ikinci yarısı (n=317) üzerinde DFA yürütülmüştür. Verilerin çoklu normal dağılım varsayımını karşılayamaması ve Collins ve ark. (2024) metodolojik yönlendirmeleri doğrultusunda standart ML yerine Robust Maximum Likelihood (MLR) tahminleyicisi kullanılmıştır.

Model uyumunu optimize etmek amacıyla, modifikasyon indekslerinin önerisi ve teorik uygunluk çerçevesinde aynı faktör içindeki benzer dilsel yapılara sahip iki madde çiftinin hata varyansları arasında kovaryans tanımlanmıştır: Faktör 3 içinde M15 ile M33, Faktör 2 içinde M5 ile M22. Analiz sonucunda elde edilen uyum indeksleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Dört faktörlü Türkçe Dijital İletişim Empati Ölçeği DFA uyum indeksleri

Uyum İndeksi	Model Değeri	Kabul Edilebilir Sınır	Mükemmel Uyum Sınırı	Değerlendirme
X^2/df	2.44	< 5.00	< 3.00	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.054	< 0.08	< 0.05	Mükemmel Uyum
SRMR	0.049	< 0.08	< 0.05	Mükemmel Uyum
CFI	0.938	> 0.90	> 0.95	İyi / Kabul Edilebilir
TLI	0.931	> 0.90	> 0.95	İyi / Kabul Edilebilir

Modelde yer alan 36 maddenin standartlaştırılmış faktör yükleri .39 ile .89 arasında değişmekte olup tüm yollar $p < .001$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Modelin karmaşıklığını azaltmak, tam metin okunabilirliğini artırmak ve 36 maddeye ait hata terimlerinin oluşturacağı görsel yoğunluğu önlemek amacıyla DFA'ya ait path diyagramı metinde sunulmamıştır. Bunun yerine modele ait tüm ampirik katsayılar ve parametre ilişkileri yapısal olarak aşağıda detaylandırılmıştır:

- Yapılan Robust ML (MLR) analizi neticesinde, 36 maddenin kendi örtük değişkenlerini açıklama güçlerini gösteren standartlaştırılmış regresyon katsayılarının (faktör yükleri) .39 ile .89 arasında değiştiği ve tüm yolların $p < .001$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.
- Modelde yer alan 4 örtük faktörün birbiriyle olan korelasyon katsayıları incelenmiştir. En yüksek yapısal ilişki, her ikisi de duyuşsal kökenli olan Faktör 1 (Çevrimiçi Şefkat ve Duygusal Rezonans) ile Faktör 2 (Çevrimiçi Reaksiyon ve Empatik Öfke) arasında ($r = .56$, $p < .001$) bulunmuştur. En düşük korelasyon ise bilişsel ve duyuşsal boyutlar arasında köprü kuran Faktör 3 (Dijital Perspektif Alma) ile Faktör 4 (Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik) arasında ($r = .35$, $p < .001$) gözlenmiştir. Bu makul korelasyon aralıkları, faktörlerin hem birbiriyle ilişkili olduğunu hem de ayrı birer boyut olarak ayırt edici geçerliliğe (discriminant validity) sahip olduğunu kanıtlamaktadır.
- Model-veri uyumunu mükemmel seviyeye ulaştırmak amacıyla modifikasyon indekslerinin önerisi doğrultusunda iki kritik hata terimi çifti arasında kovaryans serbest bırakılmıştır. Bunlardan ilki, Faktör 3 içindeki benzer çevrimiçi tartışma/argüman içeriklerine sahip M15 ve M33 maddelerinin hata terimleridir ($e_{15} - e_{33} = .41$, $p < .001$). İkincisi ise Faktör 2 içinde, olumsuz durumlarda hissedilen içsel endişeyi benzer dilsel kalıplarla ölçen M5 ve M22 maddelerinin hata terimleridir ($e_5 - e_{22} = .36$, $p < .001$).
- Maddelerin tekil faktör yükleri ve ortak varyans (h^2) değerleri Tablo 4'te (AFA Pattern Matrix) eksiksiz olarak sunulduğundan, bu metinsel ve parametrik özet, doğrulanmış 4 boyutlu Türkçe DCES modelinin matematiksel altyapısını eksiksiz bir biçimde temsil etmektedir.

Güvenirlik Bulguları

Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla Cronbach's Alpha katsayıları tüm veri seti (n=633) üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 6. Türkçe dijital iletişim empati ölçeği iç tutarlılık katsayıları

Alt Boyut (Faktör)	Madde Sayısı	Madde Dağılımı	Cronbach's α	Düzey
F1: Çevrimiçi Şefkat ve Duygusal Rezonans	12	M2,4,7,10,13,16,19,23,25,31,32,35	.938	Mükemmel
F2: Çevrimiçi Reaksiyon ve Empatik Öfke	12	M3,5,8,12,17,18,21,22,26,28,30,36	.884	Çok Yüksek
F3: Dijital Perspektif Alma	6	M6,9,15,24,27,33	.915	Mükemmel
F4: Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik	6	M1,11,14,20,29,34	.899	Çok Yüksek
Ölçeğin Geneli (Toplam Skor)	36	1-36 arası tüm maddeler	.955	Kusursuz

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, Collins ve ark. (2024) tarafından geliştirilen Dijital İletişim Empati Ölçeği (DCES) Türk kültürüne başarıyla uyarlanmıştır. Yapılan iki aşamalı geçerlilik analizleri (AFA ve DFA), ölçeğin Türk örnekleminde orijinal formundan farklı olarak 4 faktörlü bütüncül bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur.

Orijinal ölçekte bilişsel nitelikte olan "Dijital Perspektif Alma" ve "Algılanan Dijital Empatik İsabetlilik" boyutları evrensel karakteristiğini koruyarak Türk kültüründe de bağımsız birer faktör olarak ayrışmıştır. Buna karşın, duyuşsal/duygusal nitelikteki alt boyutlar (Duygu Uyumu ile Sempati; Kişisel Sıkıntı ile Empatik Öfke) kendi aralarında birleşerek iki büyük boyuta dönüşmüştür. Bu durum, Türk kültürünün toplulukçu (kolektif) yapısı ve yüksek duyuşsal hassasiyeti ile açıklanabilir.

Ölçeğin 4 faktörlü Türkçe yapısının toplam varyansın %63.553'ünü açıklaması ve bağımsız örneklemle yapılan DFA'da mükemmel uyum indeksleri ($X^2/df = 2.44$, RMSEA = 0.054) vermesi, bu yapısal daralmanın istatistiksel açıdan kararlı ve güçlü olduğunu doğrulamaktadır. Alt boyutlara ilişkin Cronbach's Alpha katsayıları (.884-.938) ile ölçeğin geneline ait katsayı (.955), literatürde (Nunnally, 1978; DeVellis, 2016) önerilen sınırların (.70) oldukça üzerindedir.

Sonuç olarak Türkçe DCES, Türkiye'deki sanal etkileşimlerin empati dinamiklerini hem alt boyutlar bazında hem de toplam genel skor bazında geçerli ve güvenilir biçimde ölçebilen yüksek psikometrik nitelikli bir araçtır.

Öneriler

Yöntemsel Öneriler: Kültürler arası ölçek uyarlama çalışmalarında veri setinin normallik ihlalleri sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bu araştırmada olduğu gibi sonraki çalışmalarda da normallik ihlallerini tolere eden Temel Eksen Faktörleşmesi (AFA) ve Robust ML/MLR (DFA) tahminleyicilerinin kullanılması önerilmektedir.

Uygulamaya Yönelik Öneriler: Türkçe DCES; öğretmen adayları, öğretmenler ve tıp öğrencileri gibi dijital ortamlarda yoğun etkileşim kuran ve mesleki etik/empati becerisi gerektiren grupların dijital empati düzeylerini belirlemek ile farkındalık eğitimleri planlamak amacıyla güvenle kullanılabilir.

Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler: Bu çalışma Eğitim Fakültesi öğrencileri (öğretmen adayları) ile sınırlıdır. Ölçeğin psikometrik yapısının genellenebilirliğini test etmek amacıyla gelecek çalışmalarda farklı örneklem gruplarında (ergenler, farklı meslek profesyonelleri vb.) ölçüm değişmezliği (measurement invariance) analizlerinin yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Chen, C. W. (2018). Developing EFL students' digital empathy through video production. *System*, 77, 50–57. https://doi.org/10.1016/j.system.2018.01.006

Collins, A. M., Warburton, W. A., Bussey, K., & Sweller, N. (2024). Development and validation of the Digital Communication Empathy Scale (DCES). *Computers in Human Behavior*, 154, 108148. https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108148

Collins, A. M. (2025). Individual Differences in Digital Empathy [Unpublished doctoral dissertation]. Macquarie University.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2014). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Davis, M. H. (1994). Empathy: A social psychological approach. Westview Press.

DeVellis, R. F. (2016). Scale development: Theory and applications (4th ed.). SAGE.

Friesem, Y. (2016). Empathy for the Digital Age. *Emotions, Technology, and Behaviors*, 21–45. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801873-6.00002-9

Nunnally, J. C. (1978). Psychometric theory (2nd ed.). McGraw-Hill.

Prasai, R. (2025). The Intersection of Emotional Intelligence and Digital Empathy. *International Journal of Advance Research in Multidisciplinary, 3 (1), 48-52*. https://doi.org/10.5281/zenodo.14777975

Rachmad, Y. E. (2017). Digital Empathy Theory. *Σπάρτη Διεθνής Έκδοση Βιβλίων.* https://doi.org/10.17605/osf.io/9d8nq

Thaler, I. S. (2023). (Digital) empathising: (De-)constructing (digital) empathy in foreign language teaching. *Training, Language and Culture, 7* (3), 23-30. https://doi.org/10.22363/2521-442X-2023-7-3-23-30

TIME SERIES TRENDS AND SIMPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS OF HEALTHCARE EXPENDITURES IN TÜRKIYE: 2010–2023

Dr. Mustafa Burak Karagöz

Sivas Cumhuriyet University, Sivas-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0002-6067-9700

Abstract

In the study, Turkey's health expenditures were first presented in nominal terms based on TÜİK data. Subsequently, the analyses produced a table illustrating and explaining the real expenditure trend. While generating the real trend table, inflation data for the specified period were obtained from TÜİK, and the nominal values were deflated accordingly to derive the real health expenditure values. A simple linear regression analysis was conducted on the TÜİK dataset using SPSS 22, through which the real expenditure values were examined.

Keywords: Health Expenditures, Simple Linear Regression, Real Health Expenditures

Introduction

While healthcare expenditures serve as a critical parity reflecting the welfare level of a nation's citizenry, they also function as a key determinant of a country's overall development level. Resources allocated to healthcare are shaped by a multitude of factors (De Meijer et al., 2013). These can be primarily categorized as demographic structure, technological advancement, the financing mechanism of the healthcare system, and the societal burden of disease. Within this framework, national health policies are of paramount importance, as they ensure the sustainability and affordability of future expenditures. Consequently, healthcare spending must be rigorously evaluated to establish a well-founded perspective.

In recent years, healthcare expenditures in Türkiye have exhibited an upward trend, accompanied by a rising share of both the public and private sectors (Tunçsiper & Bakar, 2023). It is well established that since 2010, the demand for healthcare services in Türkiye has trended upward due to an aging population and overall population growth. Furthermore, healthcare technologies have continued to advance annually. However, it is essential to evaluate this increase in real terms by adjusting for inflation. In this regard, analyzing healthcare expenditures through real values provides a more accurate methodological approach.

A review of the literature indicates that time series analysis and regression models are frequently employed as methods for evaluating healthcare expenditures. Simple linear regression analysis (Montgomery et al., 2021) is a significant analytical tool used to reveal the direction and magnitude of expenditures over a specific period. It is particularly effective for understanding trends in the short and medium term.

Materials and Methods

In this study, the trends in healthcare expenditures in Türkiye between 2010 and 2023 were quantitatively examined. The dataset, covering the specified period, was initially subjected to time series analysis to identify temporal patterns, followed by the application of simple linear regression analysis. The data utilized in this research were obtained from the Turkish Statistical Institute (TurkStat) (TurkStat, 2025).

Findings and Discussion

Table 1. Total Healthcare Expenditures of Türkiye by Specified Years

Year	Total Healthcare Expenditure (Million TL)
2010	61678,00
2011	68607,00
2012	74189,00
2013	84390,00
2014	94750,00
2015	104568,00
2016	119756,00
2017	140647,00
2018	165234,00
2019	201031,00
2020	249932,00
2021	353941,00
2022	606835,00
2023	1244237,00

Overall, Türkiye's total healthcare expenditures exhibited a continuous upward growth trend between 2010 and 2023. The data presented in Table 1 reflect nominal values. Notably, the increase in expenditures became significantly more pronounced after 2017. The primary drivers of this sharp escalation include the intensifying inflation in Türkiye starting from 2018, the high sensitivity of the healthcare sector to foreign exchange rates, and the well-documented progressive rise in public healthcare spending.

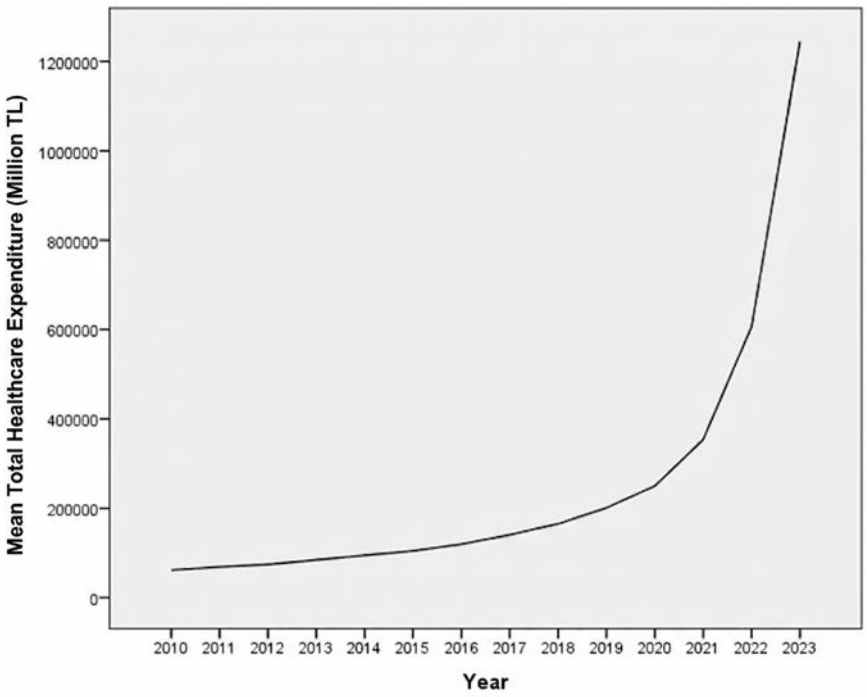


Figure 1. Time Series Trend Analysis

As illustrated in Figure 1, a stable upward trend is observed between 2010 and 2017. The primary reason for this stability is the relatively low inflation rates and the maintenance of the foreign exchange rate within a steady range during these years. Throughout this period, healthcare expenditures experienced a controlled growth pattern.

However, a distinct structural break occurred between 2018 and 2020. This shift was primarily driven by the 2018 currency shock and the subsequent rise in healthcare costs due to their high sensitivity to foreign exchange rates. In this context, the budgetary burden on the Social Security Institution (SGK) also intensified. Between 2020 and 2021, the impact of the pandemic became evident, as the urgent need for additional equipment procurement further escalated expenditures.

Finally, the period from 2021 to 2023 is characterized by a nearly vertical surge in spending. This drastic increase is largely attributed to the compounding effects of high inflation and substantial salary adjustments for healthcare personel.

Table 2. Simple Linear Regression Analysis Results

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,737a	,543	,505	225588,499

a. Predictors: (Constant), Year

According to the results presented in Table 2, a strong correlation was identified between the year and total healthcare expenditures. This relationship is evidenced by an R-value of 0.737. Furthermore, the coefficient of determination was calculated as 0.505, indicating that the model explains approximately 50.5% of the variance in expenditures. In this context, a statistically significant relationship exists between the progression of time (years) and total healthcare spending. Additionally, the standard deviation was found to be within an acceptable and reasonable range, supporting the reliability of the observed data.

Table 3. Regression Coefficients

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-113664549,613	30159584,026		-3,769	,003
	Year	56493,695	14956,372	,737	3,777	,003

a. Dependent Variable: Total Healthcare Expenditure (Million TL)

The unstandardized coefficient (B) for the year variable was calculated as 56,493.695. This indicates that, according to the dataset, healthcare expenditures increased by an annual average of approximately 56,493 million TL. However, the external impacts of currency shocks and inflationary pressures during this period must be taken into account when interpreting this average. The Beta coefficient was found to be 0.737, suggesting a 73.7% positive correlation between the expenditure variable and the progression of time.

The p-value of 0.003 confirms that the model results are statistically significant at the $p < 0.05$ level. Although the constant (intercept) term yielded a negative value due to the mathematical nature of the regression centering on the origin (zero), this does not hold economic viability as expenditures cannot be negative. Consequently, while the relationship between the variables is significant, the standard regression equation in its basic form may not fully capture the economic complexity of the model due to this constant term.

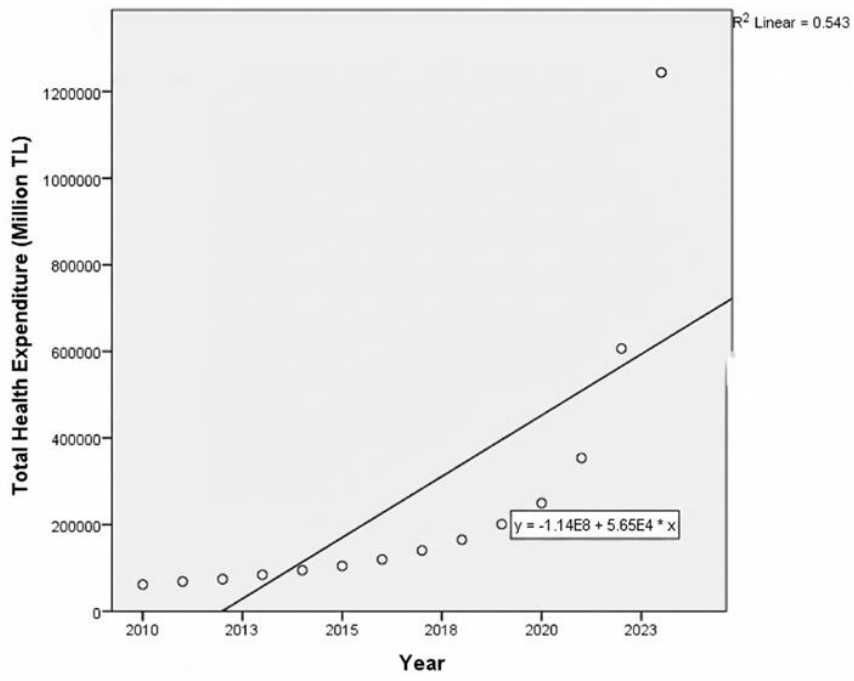


Figure 2. Visual Output of Linear Regression Analysis

As illustrated in Figure 2, an overall upward trend is observed between 2010 and 2023 when adjusted for inflation. By presenting real expenditures—distinct from nominal values—Figure 2 clearly demonstrates that the burden of healthcare spending in Türkiye has intensified progressively, particularly in the post-pandemic period.

Conclusion and Recommendations

Various studies in the literature have examined the impact of healthcare expenditures on Gross Domestic Product (GDP). According to Akar (2014), healthcare spending exerts a positive effect on GDP in the long term. Similarly, research focusing on the Turkish case has elucidated the relationship between healthcare expenditures and economic growth, observing that these two variables mutually reinforce one

another (Şen & Bingöl, 2018). Furthermore, investigations into the nexus between health and economic growth have revealed that health status significantly influences society, thereby positively contributing to both physical and human capital (Akıncı & Tuncer, 2016).

In a broader context, research involving OECD countries has identified a significant increase in healthcare expenditures in recent years, emphasizing the escalating cost pressures faced by modern healthcare systems (Daştan & Çetinkaya, 2015). Regarding the Turkish context specifically, Kesbiç and Salman (2018) state that a substantial portion of healthcare spending is publicly funded, highlighting the profound impact of these expenditures on overall public spending.

A common denominator among these studies is the progressively increasing cost associated with healthcare services. The findings of this current research are consistent with the existing literature, confirming the persistent upward trajectory of healthcare-related financial burdens.

This study examined healthcare expenditures in Türkiye between 2010 and 2023, utilizing official data obtained from the Turkish Statistical Institute (TurkStat). Within the scope of this research, healthcare spending was initially presented in nominal terms and subsequently adjusted for inflation to determine real healthcare expenditures.

The results indicate that inflation-adjusted healthcare expenditures have increased steadily throughout the analyzed period. This persistent growth represents a significant financial burden on the national healthcare system. Conversely, a consistent rise in healthcare spending can also be interpreted as an indicator of a country's development level and commitment to public welfare. Consequently, this study suggests that policymakers must prioritize the sustainability of this upward trend to ensure the long-term stability and efficiency of healthcare financing.

References

Akar, S. (2014). Türkiye'de sağlık harcamaları, sağlık harcamalarının nisbi fiyatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi [Investigation of the relationship between health expenditures, relative price of health expenditures and economic growth in Türkiye]. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 21(1), 311–322.

Akıncı, A., & Tuncer, G. (2016). Türkiye'de Sağlık Harcamaları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki [The relationship between health expenditures and economic growth in Türkiye]. Sayıştay Dergisi, (102), 47–61.

Daştan, İ., & Çetinkaya, V. (2015). OECD ülkeleri ve Türkiye'nin sağlık sistemleri, sağlık harcamaları ve sağlık göstergeleri karşılaştırması [Comparison of health systems, health expenditures and health indicators of OECD countries and Türkiye]. Sosyal Güvenlik Dergisi, 5(1), 104–134.

De Meijer, C., Wouterse, B., Polder, J., & Koopmanschap, M. (2013). The effect of population aging on health expenditure growth: A critical review. European Journal of Ageing, 10(4), 353–361.

Kesbiç, C. Y., & Salman, G. (2018). Türkiye'de sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespiti: 1980-2014 VAR model analizi [Determination of the relationship between health expenditures and economic growth in Türkiye: 1980-2014 VAR model analysis]. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, (639), 1163–1180.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons.

Şen, A., & Bingöl, N. (2018). Sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği [Relationship between health expenditures and economic growth: The case of Türkiye]. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 9(1), 89–106.

Turkish Statistical Institute (TurkStat). (2025). Healthcare Expenditure Statistics. Retrieved December 10, 2025, from https://www.tuik.gov.tr/

Tunçsiper, Ç., & Bakar, A. (2023). Sağlık Ekonomisi Çerçevesinde Sağlık Harcamaları: Türkiye Örneği [Health Expenditures within the Framework of Health Economics: The Case of Türkiye]. Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1), 20–28.

SOSYAL SERMAYENİN BÖLGESEL SÜRÜDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ALANINDA TEORİK BİR İNCELEMESİ

Salih PELİT

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0009-0000-0191-1541

Müşfika Nazan ARSLANEL

Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Tokat-Türkiye ORCID: 0000-0002-8565-7081

Özet

Sosyal sermaye, modern kalkınma literatüründe maddi kaynakların ötesine geçen; güven, normlar ve ağlar bütünü olarak stratejik bir öneme sahiptir. Bu kavram, bireysel ve toplumsal refahın artırılmasında katalizör görevi üstlenerek bölgesel sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından biri haline gelmiş ve ortak noktası olmuştur. Bölgesel Kalkınma ve Sürdürülebilirlik konusunda birçok çalışma yapılmış ve bu kavramlar birçok araştırmaya konu edilmiştir. Bu araştırma ve çalışmalar neticesinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Bölgesel kalkınma, yerel potansiyelin harekete geçirilerek bölgeler arası eşitsizliklerin giderilmesini hedeflerken sürdürülebilir bölgesel kalkınma ise bu sürecin sadece ekonomik değil, çevresel ve sosyal boyutlarıyla uzun vadeli ve kalıcı olarak korunmasını amaçlamaktadır. Yani sürdürülebilir bölgesel kalkınma, sosyal sermaye bağlamında halkın bilinçlenmesini, bilinçli halkın sivil toplum kuruluşları, özel sektör, yerel yönetimler ve devlet iş birliği içerisinde güven duygusu ve hesap verebilirlik ilkeleri kapsamında ekolojik çevreyi de dikkate alarak yapılan yatırım/projelerin kalıcılığını sağlamayı hedeflemektedir. Bu hedeflerin sonucu olarak kapitalist sistemin yıkıcı etkileri en eza indirilmiş ve gelecek nesillerin yaşam hakkı da korunmuş olacaktır.

Bu çalışmamızda sosyal sermayenin bölgesel sürdürülebilir kalkınma alanında sosyal, ekonomik ve toplumsal etkilerini ve bu etkilerin toplumun tamamında kalıcı bölgesel kalkınma konularında neler yapılması gerektiğini ortaya koymaya çalışacağız. Mevcut literatür üzerinden değerlendirme yapılarak; sosyal sermaye alanında ki yaklaşımlar incelenerek bölgesel sürdürülebilir kalkınmanın nasıl kalıcılığı sağlayacağı ve toplumsal alanda sürdürülebilirliğini inceleyeceğiz. Çalışmamızın sonucunda ise sosyal sermaye kavramının bir bölgenin gelişmesi için gerekli olan fiziksel ve beşerî sermayenin de ötesinde önem taşıdığını bunu da sosyal sermayenin farklı boyutlarıyla ele alarak soyut bir kavramın yani sosyal sermaye kavramının sürdürülebilir kalkınma stratejileri ile nasıl büyüme ve refah düzeyine ulaşma noktasında kalıcı olduğunu ortaya koymaya çalışacağız.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Sermaye, Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma, Güven, Toplulukçu Yaklaşım, Kurumsal Sinerji.

A THEORETICAL EXAMINATION OF SOCIAL CAPITAL IN THE FIELD OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract

Social capital, in modern development literature, holds strategic importance as a whole encompassing trust, norms, and networks that go beyond material resources. This concept acts as a catalyst in increasing individual and societal well-being, becoming a cornerstone and common denominator of regional sustainable development. Numerous studies have been conducted on regional development and sustainability, and these concepts have been the subject of much research. As a result of this research and these studies, the following conclusions have been reached: Regional development aims to eliminate inter-regional inequalities by mobilizing local potential, while sustainable regional development aims to protect this process not only economically but also environmentally and socially in a long-term and lasting manner. In other words, sustainable regional development, within the context of social capital, aims to raise public awareness and, through the cooperation of civil society organizations, the private sector, local governments, and the state, to ensure the permanence of investments/projects made within the framework of trust and accountability

principles, while also considering the ecological environment. As a result of these goals, the destructive effects of the capitalist system will be minimized, and the right to life of future generations will be protected.

In this study, we will attempt to reveal the social, economic, and societal impacts of social capital in the field of regional sustainable development and what needs to be done to ensure lasting regional development throughout society. By evaluating the existing literature and examining approaches in the field of social capital, we will investigate how regional sustainable development can be sustained and how it can be sustainable in the societal sphere. As a result of our study, we will demonstrate that the concept of social capital is more important than physical and human capital, which are necessary for the development of a region. By addressing social capital from different perspectives, we will try to show how this abstract concept can be permanently integrated into sustainable development strategies to achieve growth and prosperity.

Keywords: Social Capital, Sustainable Regional Development, Trust, Community-Oriented Approach, Corporate Synergy.

GİRİŞ

Günümüz ekonomi-politik tartışmalarında kalkınma olgusu, yalnızca kişi başına düşen milli gelir veya sanayileşme gibi nicel verilerle açıklanan dar bir kalıptan sıyrılarak; toplumsal yapı, güven ağları ve kurumsal kaliteyi de içine alan çok boyutlu bir perspektife evrilmiştir. Bu evrimin merkezinde yer alan "sosyal sermaye" kavramı, bireyler ve gruplar arasındaki iş birliğini sağlayan, işlem maliyetlerini düşüren ve toplumsal refahın artırılmasında katalizör görevi gören görünmez bir kaynak olarak tanımlanmaktadır. Sosyal sermaye literatürünün mimarlarından Pierre Bourdieu, kavramı bireyin sosyal ağlar aracılığıyla elde ettiği avantajlar ve sınıfsal konumunu güçlendirme aracı olarak ele alırken; James Coleman, konuyu toplumsal yapının işlevselliği, normlar ve bilgi kanalları çerçevesinde işleyerek kavramın sosyolojik zeminini güçlendirmiştir. Robert Putnam ise kavramı sivil katılım ve demokrasi ile ilişkilendirerek, bir bölgedeki gönüllü kuruluşların ve yatay güven ağlarının yönetişim kalitesini nasıl doğrudan etkilediğini "bağlayıcı" ve "bütünleştirici" sosyal sermaye ayrımıyla ortaya koymuştur. Öte yandan Francis Fukuyama, kalkınmanın temel motoru olarak "güven" unsuruna işaret ederek, ortak etik değerlere sahip yüksek güven toplumlarının küresel rekabette daha avantajlı olduğunu savunmuştur.

Kavramsal çerçevesi bu şekilde çizilen sosyal sermayenin uygulama alanı bulduğu en kritik sahalardan biri bölgesel kalkınma süreçleridir. Bölgesel kalkınma, yerel potansiyellerin harekete geçirilmesi ve kaynakların etkin kullanımıyla bölgeler arası dengesizliklerin giderilmesini hedeflerken; günümüzde bu hedefe "sürdürülebilirlik" ilkesi eklemlenmiştir. Sürdürülebilir bölgesel kalkınma, ekonomik büyümenin yanı sıra çevresel dengenin korunmasını ve sosyal adaletin sağlanmasını temel alan, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını gözeten bütüncül bir modeldir. Bu bağlamda sosyal sermaye, bölgesel aktörler arasındaki koordinasyonu güçlendirerek yenilikçi (inovatif) kapasiteyi artırmakta ve yerel kalkınmanın sürdürülebilirliğini teminat altına almaktadır.

Sosyal sermayenin bölgesel sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi, literatürde farklı kuramsal yaklaşımlarla açıklanmaktadır. Toplulukçu yaklaşım, yerel değerlerin ve toplumsal dayanışmanın içsel kalkınmadaki rolünü vurgularken; ağ yaklaşımı, üniversiteler, özel sektör ve kamu kurumları arasındaki dinamik ilişkilerin bilgi transferindeki önemine odaklanmaktadır. Kurumsal yaklaşım, yerel yönetişim mekanizmalarının ve resmî kurumların etkinliğini merkeze alırken; sinerji yaklaşımı ise devletin sağladığı kurumsal altyapı ile sivil toplumun öz organize olma yeteneği arasındaki bütünleşmenin en verimli kalkınma sonuçlarını doğuracağını ileri sürmektedir.

Sonuç olarak, fiziksel ve beşerî sermayenin varlığı bir bölgenin gelişimi için gerekli olsa da, bu kaynakların bir sinerji içerisinde sürdürülebilir bir kalkınma modeline dönüşmesi ancak güçlü bir sosyal sermaye yapısıyla mümkündür. Bu çalışma, sosyal sermayenin farklı boyutlarını ele alarak, bölgesel kalkınma stratejilerinde bu soyut sermaye türünün nasıl somut bir büyüme ve refah aracına dönüştürülebileceğini kuramsal bir düzlemde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Sosyal Sermaye

Sosyal sermaye kavramı son yüzyılda özellikle sosyal bilimler alanında birçok araştırmaya konu olmuştur. Özellikle 1980 sonrası dönem ve günümüzde ekonomi, kalkınma teorileri üzerine araştırmalara konu olsa da ilk olarak ortaya çıkışı sosyoloji alanındaki çalışmalarda 1916 yılında, sosyal sermaye kavramının sosyal yapının önemine değinmek amacıyla Hanifan tarafından kullanılmıştır. Hanifan sosyal sermaye kavramını mal veya iktisadi alanların dışında sosyal yapıyı meydana getiren aileler, bireyler arasındaki sosyal ilişkilerin varlığını belirtmek için kullanmıştır (Hanifan, 1916:130). Tarihsel süreç içerisinde 1980 sonrasında Bourdieu ise sosyal sermayeyi toplumsal sınıfların çatışmalarındaki araştırmalarında daha da genişleterek yer vermiştir. Ancak sosyal sermayenin ekonomik kalkınma alanında değerlendiren ilk kişi ise James Coleman olmuştur (Field, 2008:35). Robert Putnam ise kavram hakkında 1933 yılındaki, sosyal yapı farklılıklarında sosyal sermayenin etkisini incelemiştir (Sabatini, 2006:2).

Sosyal sermaye kavramı üzerine çok fazla tanım ve araştırma yapılmış olmasından dolayı tek bir tanım ya da bir alandan bahsetmek zor olmakta ve sosyal sermaye kavramı hakkında birçok alanda birçok tanım çıkmaktadır. Fakat genel olarak çalışmalara bakıldığında sosyal sermaye kavramının; güven, sivil toplum kuruluşları, iletişim ağları, iş birliği, karşılıklılık kavramları ön plana çıkmaktadır. Bundan dolayı sosyal sermaye kavramı için tek bir tanımın yapılması mümkün olmamaktadır. Ancak en basit haliyle; *"Sosyal sermaye en az iki kişi arasında, güvene dayalı bir şekilde kurulabilen iletişim imkanıdır."* Daha geniş olarak, *"Sosyal sermaye, toplumu oluşturan fertler, sivil toplum örgütleri ve kamu kurumları arasındaki koordinasyon faaliyetlerini kolaylaştırarak toplumun üretkenliğini arttıran güven, norm ve iletişim ağı özellikleri"* şeklinde tanımlanmaktadır. Sosyal sermayenin ekonomik bakımdan ise; *"kişi ve kurumlar arası güvene dayalı ilişkilerin ekonomik etkinliğe ve üretime yansıması"* olarak tanımlandığını görmekteyiz (Karagül ve Masca, 2005:38-39).

Sosyal sermaye kavramı toplumu, toplumsal ilişkileri, değer yargılarını, toplumu toplum yapan yapı taşlarına önem vermekte ve toplumsal yapıları açıklamaktadır. Sosyal sermaye sadece insanları birer fert olarak açıklamamakta bireyler arası iletişime de önem vermektedir. Bireyler arası iletişimin yanı sıra bir grubun üyesi olmaktan dolayı, içinde bulunduğu grubun değerlerinin kaynaklarına ulaşmak ve grubun değerlerinin kabul edilmesi anlamına gelir. Sosyal sermaye düşüncesi fert olarak değer yargılarına daha az dikkat çekerken derneklerin, gönüllülük kuruluşlarının ve toplumun aralarındaki ilişkiye daha fazla vurgu yapmakta, bunlar arasındaki ilişkiyi incelemektedir. (Özkiraz, Arslanel, 2015:284).

Bölgesel Kalkınma

Bölgesel kalkınma kavramı, ülke bütününde yer alan bölgelerin, çevre bölgeler ve dünya ile karşılıklı etkileşimi ile oluşan bölge vizyonunu dikkate alan, yerelde katılımcılık ve kalkınmayı temel ilke edinen ve mevcut bölge içerisinde bulunan kaynakların o bölgedeki insan, sivil toplum vb birçok kuruluşun, ekonomik ve toplumsal potansiyellerin harekete geçirilmesi yoluyla bölge refahının yükseltilmesini amaçlayan çalışmalar bütünü olarak tanımlanabilir (DPT, 2003:250).

Ildırar'a ise bölgesel kalkınma kavramı, bölge halkının refahının yükseltilmesini amaçlayan, bölgenin geleceğine yön veren, yerelde katılımı ve sürdürülebilirliği amaç edinen, ülkenin tamamında yer alan bölge/bölgelerin, çevre bölgeler ve dünya ile karşılıklı etkileşimi ile oluşan ve insan kaynaklarının geliştirilmesi, iktisadi ve sosyal, yeterliliklerin harekete geçirilmesi yoluyla yapılan çalışmaların tamamını ifade etmektedir (Ildırar, 2004: 16).

Tutar ve Demiral'a göre ise de bölgesel kalkınma, geçmişte olduğu gibi, yerel, bölgesel, ulusal ve hatta uluslararası kurum/kuruluşların dahil olması ile gerçekleşebilecek merkezi yönetimle hükümetin müdahalesine dayanan toplumun tüm kesimini ilgilendiren bir süreç olarak da nitelendirilmektedir (Tutar ve Demiral, 2007: 65). Yani mevcut bölgenin ekonomik olarak kalkınması sadece mevcut yerel halk ile sınırlı kalmamakta siyasi irade, sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimi içerisine alan bir birlik ve beraberliği kapsayan bir kalkınma modeli benimsenmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma olgusu günümüzden daha eskilere gitmesine karşın son dönemde çevresel kaygıların artması nedeniyle gündeme gelmiştir. Kavram uluslararası alanda ilk olarak Stockholm İnsan Çevresi Konferansında (1972) ifadesini bulmuştur. Konferansta kavramın temel dayanaklarını, çevrenin taşıma kapasitesi, kaynak kullanımında nesiller arası hakkaniyetin gözetilmesi, kalkınma ile çevrenin birlikteliği oluşturmaktadır (Karacan, 2013:572).

1987 yılında BM Çevre ve Kalkınma Komisyonun sürdürülebilir kalkınma için yaptığı tanımlama klasikleşmiştir. Bu tanım "mevcut kendi ihtiyaçlarımız karşılanırken gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da karşılanması ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün verilmemesi" (Soubbotina ve Sheram, 2000:9) veya gelecek neslin ihtiyaçlarını karşılamalarını engel olmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamak olarak (Brundtland Report, 1987) ifade edilebilir.

OECD' nin tanımına göre sürdürülebilir kalkınma; günümüz insanlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla gelecek kuşakların ihtiyaçlarından ödün verilmeden karşılanması durumudur (OECD, 2001:13). Yani günümüzdeki kriz, ekonomik sıkıntıları atlatmak için sermayenin tamamının kullanılmaması gerekmektedir.

Aker' e göre ise sürdürülebilir kalkınma; doğanın insanın ihtiyaçları için kullanılırken geleceğe yönelik daha duyarlı davranmak, ekolojik açıdan doğaya zarar vermemektir (Aker, 2008: 219). Tükenebilir kaynaklara zarar verilmeden gelecek nesillerde düşünülerek ekonomi politikaları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Özkiraz ve Arslanel (2015) Sosyal Sermaye ve Sivil Toplum Etkileşimi adlı çalışmada sosyal sermaye ve sivil toplum arasında ilişki sosyal sermaye normları ve demokrasi bağlamında değerlendirilmektedir. Ayrıca sosyal sermaye ve sivil toplum arasındaki ilişkinin sosyal kalkınmada nasıl bir rol oynadığı açıklanmaya çalışılmaktadır. Çalışmada sosyal sermaye ve sivil toplum arasındaki ilişkinin demokrasi ve kalkınma boyutu ikincil kaynaklardan faydalanarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tutar, Kutluay Tutar, Uğur (2020) Yerel Kalkınmanın Yeni Yerel Aktörü: Sosyal Sermaye adlı çalışmasının amacı yerel ekonomik kalkınmada sosyal sermayenin rolünü ortaya koymaktır. Yerel de sosyal sermaye kalkınma sürecinde aktif olarak kullanıldığında, yoksulluğu önleme (özellikle dezavantajlı (kadınlar) grupların ekonomiye katılımı, yolsuzlukla mücadele, daha rekabetçi firmalar, yenilik (inovasyon)yapabilme, üretimde verimlilik, çevreye duyarlılık gibi sayısız pozitif katkıyı içermektedir.

Kılıç, Yücel (2013) Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma Üzerine Ekolojik Bir Yaklaşım çalışmasında bölgesel kalkınma sürecinde ekolojik yapının nasıl sürdürülebilir olabileceğini iş performansı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu bağlamda, ekonomik büyüme ve ekonomik kalkınma ile doğal kaynakların tüketimi arasındaki ilişkiye bir sorun alanı olarak yaklaşmak gerekecektir. Bu noktada hareketle, bu çalışmada, ekonomik büyüme ve kalkınma kavram ve yaklaşımları eleştirel olarak ele alınmıştır. Eleştirilerin temeline, bölgesel kalkınmanın, ekolojik ve sosyal maliyete etkileri ile küreselleşmenin kalkınma ve çevre ilişkisine etkilerine yer verilmiştir.

Eşkinat(2015), Sosyal Sermayenin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi üzerine adlı çalışmasında Sosyal sermaye nedir? Ekonomik kalkınmaya etkisi nedir? Sosyal sermaye nasıl ölçülür? Sosyal sermayenin teori, araştırma ve politika üzerindeki etkisi nedir? Bu tür sorulara aranan yanıtlar, son yıllarda sosyal sermaye literatürüne yapılan katkıların temelini oluşturmaktadır. Sosyal sermaye literatürü, ekonomik kalkınma ile ilgili akademik tartışmalara ve politika arayışlarına sosyal boyut katan bir zemin oluşturmaktadır.

Yağmur (2017) Sosyal Sermayenin Bölgesel Kalkınmaya Etkisi araştırmasında; farklı bilimsel disiplinlerde ele alınan sosyal sermaye kavramının ekonomik kalkınma açısından ele alınması amaçlanmaktadır. Bu amaçla sosyal sermayenin ekonomik kalkınmayı nasıl etkileyebileceği, sosyal sermayeden kaynaklanan ekonomik kalkınmaya ilişkin sonuçlar, ortaya çıkan politikalar açıklanmaktadır. Son zamanlarda sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma konusuna olan ilgi artmıştır ve konuyla ilgili oldukça geniş bir yazın oluşmaya başlamıştır. Bununla birlikte sosyal sermayenin farklı tanımlarının olması, göstergeleri açısından tam bir uzlaşmaya varılamaması bu çalışmanın önemli bir sınırlılığı olarak ortaya çıkmaktadır.

Şenkal (2008), Sosyal Sermaye ve Bölgesel Kalkınma İlişkisi (Max Weber'in Perpektifinden Bir Değerlendirme) eserinde etkisi gittikçe derinleşen gelişmişlik farkları açısından sosyal sermayenin bölgesel

kalkınmaya etkilerinin neler olabileceği ve Weber'in bu konudaki düşünceleri doğrultusunda sorgulamaya çalışmaktır.

Üçler, Koraş, Güçlü (2016) Bölgesel Kalkınmada Sosyal Sermayenin Rolü: Konya Bedesten Örneği adlı araştırmasında sosyal sermaye ve bölgesel kalkınma olgusuna bakış, bölgesel kalkınmanın sosyal sermaye yaklaşımlarıyla ilişkisi akademik bakış açısı çerçevesinde incelenmiş; Konya ili özelinde tarihi Bedesten Çarşısında yer alan işletmelerin sosyal sermaye olgusuna bakışı ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarından yola çıkarak yapılan analizde; işletmeler arası sosyal sermaye ölçümlenerek ilişki düzeyleri belirlenmiştir. İşletmelerin bir veya daha fazla şekilde (arkadaşlık, iş birliği, ticaret, bilgi, iletişim, ortaklık, v.b.) birbirine bağlandığını gösteren sosyal ağ analizi yapılarak, konuyla ilgili düşünceler ortaya konmuştur.

Öztopcu (2017), Bölgesel Sosyal ve Bölgesel Gelişmişlik Düzeyinin Kalkınma Üzerindeki Etkileri makalesinde bölgelerin sosyoekonomik düzeyleri ile sosyal sermaye düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Bu amaçla, Türkiye örnekleminde bölgeler bazında sosyal sermaye endeksi hesaplanarak bölgelerin kalkınma düzeyleri arasındaki ilişki kurulmuştur. Elde edilen veriler, bölgelerin kalkınma düzeyleri ile sosyal sermaye düzeylerinin aynı yönde olduğunu göstermektedir. Araştırmanın bölgesel kalkınma politikalarının oluşturulmasına ve sosyal sermaye literatürüne katkı sağlaması beklenmektedir.

Yıldız, Topuz (2011), Sosyal Sermaye ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi Açısından Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme de kalkınmanın en önemli unsuru olan insan faktörünün oluşturduğu toplumun, kendi iç dinamiklerinin ekonomik kalkınma ve büyüme konusunda ne denli önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Özcan (2011) Sosyal Sermaye ve Ekonomik Kalkınma tezinde sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişki 46 ülke düzeyinde ele alınmaktadır. Çünkü genellikle yüksek sosyal ve kurumsal güven düzeyinin, yoğun cemiyet üyeliğinin ve güçlü sosyal normların bir ülkenin ekonomik kalkınması için faydalı olduğu kabul edilmektedir. Bu ilişki birçok yazara ait görüşten yola çıkılarak hem teorik hem de ampirik kısımda tartışılmaktadır.

Türkseven (2020), Sosyal Sermaye ile Kalkınma İlişkisi: Ulusal ve Bölgesel Düzeyde Mukayeseli Analiz adlı tez çalışmasında sosyal sermaye ile kalkınma arasındaki ilişkinin kalkınmayı destekleyici yönde olup olmadığı ulusal ve bölgesel düzeyde araştırılmıştır. Buna ilaveten sosyal sermaye değişkenlerinin ulusal ve bölgesel düzeyde birbirine benzer eğilimler sergileyip sergilemediğinin ortaya koyulması için karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı sosyal sermayenin kalkınma ile olan ilişkisinin ulusal ve bölgesel düzeyde belirlenmesinin yanı sıra ulusal ve bölgesel düzeyde sosyal sermaye açısından ilişkisel benzerliklerinin ve farklılıklarının ortaya koyulmasıdır

Kitapcı (2017), Piyasa Başarısızlıklarına Alternatif Bir Çözüm: Sosyal Sermaye Yaklaşımı adlı çalışmasında öncelikle sosyal sermayenin teorik çerçevesi ifade edildikten sonra sosyal sermayenin piyasa başarısızlıklarını çözmedeki rolü sosyal sermayenin kamusal mal özelliği, dışsallıklar üzerindeki etkisi, güven oluşturucu etkisi, üretim faktörü olma özelliği ve bilgi üzerindeki etkileri açısından açısından incelenmiştir.

Kitapcı (2015), Motivasyonel Bir Güç Olarak Sosyal Sermaye Kavramı ve Rasyonalitesi adlı bu çalışmada ilk olarak sosyal sermayenin diğer sermaye türlerinden farkları ve benzer yönleri ifade edildikten sonra farklı araştırmacıların sosyal sermayeye bakış açıları anlatılacaktır. Aynı zamanda sosyal sermaye rasyonalitesi ve sosyal sermayenin piyasa ile toplum arasındaki mesafeleri yakınlaştıran dayanışmacı yapısı ifade edildikten sonra sosyal sermayenin oluşmasında devletin rolünün ne olması gerektiği tartışılacaktır.

Ekşi, Oğuz, Sipahi (2011), Sosyal Sermayenin Ölçümü: Türkiye Deneyimi çalışmasında Türkiye'nin sosyal sermaye düzeyini ölçmeye yönelen bütüncül bir çalışmaya duyulan ihtiyaçtan hareketle hazırlanan ve TÜBİTAK tarafından desteklenen "Türkiye'nin Sosyal Sermaye Stoğunu ve Toplumun Sosyal Sermaye Profilini Belirlemeye Yönelik Bir Alan Araştırması" isimli projenin bulgularına dayanmaktadır. Söz konusu projede sosyal sermayenin güven ve katılıma indirgenmesi yönündeki hatalı tutumdan kaçınılmış ve bu iki boyuta ilaveten sosyal sermayenin toplumsal hoşgörü, komşuluk ilişkileri, sosyal etkileşim gibi farklı boyutları da analiz sürecine dahil edilmiştir. Aşağıda söz konusu projenin özet bilgilerine yer verilmekte bu suretle Türkiye toplumunun sosyal sermaye stoğu ve bireylerin ağ bağlarının yapısal özellikleri ortaya koyulmaya çalışılmaktadır.

Sevinç (2011), Bölgesel Kalkınma Sorunsalı: Türkiye'de Uygulanan Kalkınma Bölgesel Kalkınma Politikaları çalışmasında Türkiye'de var olan bölgesel gelişmişlik farklılıklarını gidermek için uygulanmış olan bölgesel

kalkınma politikalarının etkinliklerini değerlendirmektir. Çalışma uygulama imkânı bulmuş olan bölgesel kalkınma politikalarının hangi amaçlarla oluşturulduğu ve bu amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığının değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Karagül (2005), Sosyal Çalışma Üzerine Bir İnceleme adlı araştırmasında özellikle az gelişmiş ülkelerin ekonomik sorunlarına yaklaşımda dikkatleri farklı bir bakışla, uzun vadeli içsel büyüme teorileri kapsamında yeni kavramlara ve olgulara çekebilmektir. Bu hedef doğrultusunda sosyal sermaye olgusu; tanımı, özellikleri, kaynakları ve ekonomik etkileri itibariyle ele alınacak ve Türkiye'nin bu alandaki konumu irdelenecektir.

Akyiğit, Şan (2015), Sosyal Sermaye Tartışmaları ve Türkiye' de Sosyal Sermayenin Ölçülmesi Sorunu adlı eserinde öncelikli olarak sosyal sermaye yönteminin ve ölçütlerinin genel bir değerlendirmesi ile muğlak olan yönleri ortaya koyulacaktır. Daha sonrasında özellikle Dünya Bankası ölçütlerine bağlı ele alınan sosyal sermaye çalışmalarının Türkiye'de yapılan niteliksel ve niceliksel açıdan barındırdığı eksiklikler ortaya koyulmaya çalışılacaktır. Böylelikle sosyal sermaye çalışmalarında klasik iktisadi kalkınmaya dayalı açıklamalarının yetersizliği ve her toplumun tarihi, sosyo-kültürel özelliklerinin dikkate alınmasının gerekliliği ortaya konulmaktadır.

Özcan (2011), Sosyal Sermaye ve Ekonomik Kalkınma adlı doktora tezinde sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişki 46 ülke düzeyinde ele alınmaktadır. Çünkü genellikle yüksek sosyal ve kurumsal güven düzeyinin, yoğun cemiyet üyeliğinin ve güçlü sosyal normların bir ülkenin ekonomik kalkınması için faydalı olduğu kabul edilmektedir. Bu ilişki birçok yazara ait görüşten yola çıkılarak hem teorik hem de ampirik kısımda tartışılmaktadır.

Yavaşoğlu ve Özelçi Eceral (2023), Aktör Ağ İlişkileri Bağlamında sosyal Sermaye, Yerel Kooperatifler, Bölgesel Kalkınma: İzmir, Ödemiş Bademli Kooperatifi adlı makalede, sosyal sermaye yapısının tarımsal amaçlı kooperatiflerin gelişmesine ve yerel-bölgesel kalkınmaya etkileri İzmir ilinin Ödemiş ilçesinde faaliyet gösteren Sınırlı Sorumlu Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi (Bademli Kooperatifi) örneği üzerinden ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında, bilgi birikimi, yenilikçilik uygulamaları, karar alma süreçlerine katılım, sosyal ilişkiler ve sosyal ağların yerelliğin değişen ölçeklerindeki sürekliliği, İzmir ilindeki kamu kurumu ve kooperatif yönetim kurulu temsilcileri ile yapılan derinlemesine görüşmelerin içerik analizi yöntemi kullanılarak incelenmesiyle analiz edilmiştir.

SOSYAL SERMAYE

Pierre Bourdieu'ya Göre Sosyal Sermaye

Ünlü Fransız düşünür Pierre Bourdieu 1986 yılında yaptığı The Forms of Capital isimli eserinde sermayenin sadece maddi birikimle ilgili olmadığını maddi olmayan sermaye türlerinin de toplumda olduğuna vurgu yapmıştır. Bourdieu'ya göre sosyal sermaye kavramını tanışıklığa dayalı kişisel ve toplumsal kavramların tümüdür (Sabatini, 2006:2). Bourdieu sosyal sermayeyi ayrıcalıklı sınıfların kendi servetlerini korumak için ellerinde tuttuğu bir servet olarak belirtmektedir (Field, 2008:27). Bourdieu sosyal sermaye tanımlamasında iki hususa vurgu yapmakta; birincisi insanların sahip oldukları ilişkiler ağı ile farklı imkanlara/kaynaklara ulaşma imkânı elde edeceği, ikincisi ise insanlar arasındaki ilişki kalitesinin ve miktarının insanların kaynaklara ulaşmasını etkileyebileceğidir. Yani sosyal sermayenin miktarı, insanların sahip oldukları kültürel, ekonomik, sosyal sermeyenin niteliğine ve iletişime geçeceği ağların çapına bağlıdır (Ekşi, 2009:11).

Bourdieu'ya göre: *"Sosyal sermaye, az ya da çok kurumsallaşmış, karşılıklı tanıma ve tanınma ilişkilerinin süre(k)li ağlara sahip olma, tasarruf etme ile bağlantılı, aktüel ve potansiyel kaynakların birlikteliğidir ya da farklı bir ifade ile bir gruba aidiyete dayanan kaynaklarla alakalı bir şeydir."* (Yarcı, 2001:131). Bourdieu göre toplum içerisinde tüm insanların sahip olduğu bir sosyal sermaye ve içerisinde olduğu bir ilişki vardır. İnsanlar grup içerisinde sahip olduğu bu aidiyet duygusu ile bu grubun imkanlarını/kaynaklarını ağlarını kullanmaya hak kazanmaktadır. Ve Bourdieu bu süreci kredi değer(liliği) olarak adlandırmıştır. Yani Bourdieu sosyal sermaye kavramını hiyerarşik olarak ele almakta ve sosyal hayatta insanların ayrıcalıklı konuma sahip olmak/olabilmek ayrıcalık elde ettikten sonra bu serveti devam ettirebilmek için ağ bağlantılarını üstünlüklerini sürdürmek için kullandıkları bir sistem olarak görmektedir.

Bourdieu göre; ekonomik sermayenin diğer sermaye türlerinin kökenini oluşturmakta bu sermaye türünün eşitsizlik oluşturduğu bununda nedeninin insanlar arasındaki sınıfsal farklılıklardan kaynaklandığını belirtmektedir. Bu eşitsizlik ise sermayenin üretimi ve yeniden üretimi ile açıklanmalıdır.

James Coleman'a Göre Sosyal Sermaye

James Coleman sosyal sermayeyi sosyal ağlar kapsamında ele almıştır. Coleman sosyal sermayeyi sosyal ilişkiler, zorunluluklar, gereksinimler güven duygusu şeklindeki amaçlar ile aktörler için bilgi kanalları oluşturmakta, faydalı kaynaklar ve etkin yaptırımlar ile desteklenen normlar sunmaktadır (Özcan, 2011:34).

Coleman sosyal sermaye kavramını, "Social Capital in the Creation of Human Capital" (1988) ve "Foundations of Social Theory" (1990) adlı eserlerinde tanımlamaktadır. Coleman'a göre *"sosyal sermaye tek bir varlık değildir, bütün hepsinde ortak iki öğe bulunan çeşitli varlıkların toplamıdır. Tüm varlıklar toplumsal yapının bazı görünümlerine sahiptirler ve kişiler ya da iş birliği içinde yer alan toplumsal aktörlerin bu yapı içerisinde eylemlerini kolaylaştırırlar. Sermayenin diğer biçimleri gibi sosyal sermaye de üretkendir ve yokluğunda ulaşılamayacak belli sonuçlara ulaşılmasını mümkün kılar."* (Coleman, 1988:98). Yani toplum içerisindeki bireyler toplumun içerisinde bir kaynaktır. Bu kaynak aktörün sosyal sermayesini temsil etmektedir.

Coleman sosyal eşitsizlik ve okullardaki başarı arasındaki araştırması neticesinde sosyal sermayeye alanında ilgisi oluşmuştur. Bu çalışmada Coleman "sosyal sermayenin yalnızca güçlülerle sınırlı olmadığını, aynı zamanda fakirlere ve kenarda kalmış topluluklara da ciddi yararlar sağladığını gösterebilmiş"tir. Bu bağlamda insanları bir arada tutan bağların güçlü olması, bağların geliştirmesi, insanların fakir/zengin hayatlarını daha iyi noktalara ilerletebilmesi açısından insanlara fırsat tanımaktadır. Bu noktada Colema' nın yaptığı çalışma sosyal sermaye kavramının iktisat, siyaset gibi birçok alanda ilginin artmasını sağlamıştır. Colema' nın çalışması neticesinde güven odaklı iyi ilişkilerin olduğu toplumların gerek iktisadi gerek sosyal gerekse siyasi kalkınmanın mümkün olacağı sonucu çıkmaktadır.

Robert Putnam'a Göre Sosyal Sermaye

Robert Putnam sosyal sermaye üzerine yaptığı çalışmalar nedeniyle bu alanda yapılan tüm teorik ve ampirik çalışmalarda atıf yapılan bir siyasi bilimcidir. Putnam 1993 yılında kaleme aldığı "Making Democracy Work" adlı Kuzey ve Güney İtalya Bölgelerindeki mevcut sosyo-ekonomik farklılığın nedenlerini sorguladığı eserinde sosyal sermaye kavramına değinmiştir.

Siyasi bilimci Robert Putnam "Bowling Alone" isimli eseri sosyal sermaye kavramının tarihi bakımından dönüm noktası olmuş ve Putnam' ın medya ve akademik alanda tanınırlığını artırmıştır (Şan ve Şimşek, 2011:95). Putnam İtalya üzerine yapmış olduğu çalışmasında sosyal sermayenin iletişim ağlarına aktif olarak katılma ve katılım sonrasında ortaya çıkan karşılıklılık ve toplumsal güven konuları üzerinde durmuştur (Field, 2008:53). Putnam sosyal sermayenin birikiminin karşılıklılık ve sivil sorumluluk ağları gönüllü iş birliği ile artmaktadır. Sosyal sermaye organize olunan faaliyetlerde toplumsal verimliliğinin artmasını sağlamaktır. Bu durum toplumsal yapının güven, normlar ve ağlar gibi özellikleri ile gerçekleştiğini savunmaktadır.

Putnam, insanlar arasındaki ilişkiyi ele alırken sosyal sermayeyi iki şekilde ele almaktadır. Bunlardan ilki heterojen birleştirici *köprü oluşturan* sosyal sermaye ikincisi ise homojen-seçkin nitelikteki *bağlayıcı* sosyal sermayedir. Birleştirici sosyal sermaye daha çok aralarında benzerlik bulunan insanlar arasında içsel bir bağ kurarken, bağlayıcı sosyal sosyal sermaye ise daha çok aralarında benzerlik bulunmayan bireyler arasındaki dışsal bir bağ kurmaktadır. Yani birleştirici sosyal sermaye daha çok aynı gruplar içerisinde, aile bağları gibi yakın ilişkileri dostlukları kapsamakta ve güven duygusunun oluşumunu sağlamaktadır. Fakat bağlayıcı sosyal sermayede ise bireyler arasında yakın ilişki olmadığı çıkar amaçlı ikincil ilişki ağları olduğu için bireyler arasında güvene dayalı bir bağ oluşturulamamaktadır.

Putnam Sosyal sermayeyi "içlerinde koordine hareketleri kolaylaştırmak yoluyla toplumun başarı kabiliyetini iyileştiren güven, normlar ve ağlar gibi sosyal organizasyon özellikleri" olarak tanımlarken yoğun işbirlikçi ve toplumsal alakasızlık gösteren bağlar yerine gönüllülük esasına dayanan ve sosyal olabilirlik düzeyi fazla olan bağların çok daha önemli olduğunu vurgulamaktadır (Özkiraz, Arslanel, 2015:287). Putnam sosyal sermaye kavramını genişleterek "toplumsal düzeyle işleyen bir kaynak" (Field, 2008:57) olarak tanımlamasıyla sosyal sermayeye kamusal bir nitelik kazandırmıştır (Şan ve Şimşek, 2011:96).

Fukuyama' ya Göre Sosyal Sermaye

Fukuyama' ya göre sosyal sermaye sosyal birliği teşvik eden değerlerdir aynı zamanda "sosyal sermaye, bir toplumda veya onun bazı bölümlerinde güven duygusunun hâkim olmasından ileri gelen bir yetidir" (Fukuyama, 2005:42). Bu noktada sosyal sermayenin kaynağı olarak güven duygusu üzerinde durmaktadır.

Fukuyama "Güven: Sosyal Erdemler ve Refahın Yaratılması" adlı eserinde toplumsal güvenin yüksek olması beraberinde ekonomik ve demokratik ortamında güçlü olacağını savunmaktadır. Güven kavramını, sosyal sermayenin bir ölçüsü şeklinde kullanmakta ve güvenin karşılıklılık normları ve sivil örgütlenme yolu (iş birliği) ile biriktiğini ifade etmektedir. Ayrıca Fukuyama gelişmiş ülkelerdeki Almanya, ABD ve Japonya gibi ekonomik büyüklüğe ulaşmış büyük şirketlerin varlığını güven düzeyinin yüksek olmasına; Tayvan, Hong Kong gibi ülkelerin gelişememişliklerini daha çok aile şirketi konumunda olan firmaların güven düzeyinin düşük olmasına bağlamaktadır (Fukuyama, 2005:45-46).

Fukuyama sosyal sermayenin özünü "güven" olarak belirler. Toplumdaki güven düzeyi arttıkça işlem maliyetlerinin düştüğünü ve ekonomik verimliliğin arttığını vurgular.

BÖLGESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Dünya üzerinde kıtalar, ülkeler ve her ülkeyi oluşturan bölgeler arasında ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınma bakımından farklılıklar vardır. Dünyada yaşanan afetler, savaşlar vb. olan olaylar neticesinde bu farklılıklar daha da belirgin şekilde artmaktadır. Bölgesel kalkınma konusu ilk defa I. Dünya Savaşı sonrasında gündeme gelmiştir (Dinler,2005;271). Yaşanan bu savaş neticesinde gelişmiş ülkelerde bu fark az olmakta ancak gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde bölgesel kalkınma farklılığı olumsuz şekilde artış göstermektedir.

Bölgesel kalkınma kavramı, bölge halkının gelirinin yükseltilmesini amaçlayan, bölge vizyonunu dikkate alan, katılımı ve devam edilebilirliği temel ilke edinen, ülke genelinde bölgelerin, çevre bölgeler ve dünya ile karşılıklı etkileşimi ile oluşan ve insan kaynaklarının geliştirilmesi, iktisadi ve sosyal, yeterliliklerin harekete geçirilmesi yoluyla yapılan çalışmaların bütününü ifade etmektedir (Ildırar, 2004: 16).

Küreselleşme ile değişen bölgesel kalkınma yaklaşımında ise, bu tanıma ek olarak, bölgelerin kendi içinde barındırdığı gelişmişlik düzeyi farklılıklarının azaltılması, bölgelerin küresel rekabet güçlerinin artırılması, yerel dinamiklerin hareket geçirilmesi ve böylece bölgesel potansiyelden faydalanılması ve sonuçta bütün olarak ülkelerin kalkındırılması yer almaktadır. (Akın, 2006: 29).

Kılınç ve Işık'a göre ise bölgesel kalkınma, mevcut insan kaynaklarının ekonomik ve toplumsal refahını artırmak amacıyla yapılan çalışmalarının tümüne denir (Kılınç ve Işık, 2011: 13). Ancak ekonomik büyüme ile bölgesel kalkınmayı birbirine eşdeğer kavramlar olarak karıştırmamak gerekmektedir. Ekonomik büyüme ülkede belli kesimin gelirinin ya da belli kalemlerde gelir artışı sağlama durumudur ancak bölgesel kalkınma ise o bölgedeki tüm halkın gelirinde artış olması gelirin tüm tabana yayılması durumunu ifade etmektedir (Akın, 2006: 29).

Bölgesel kalkınma, geçmişte olduğu gibi, yerel, bölgesel, ulusal ve hatta uluslararası aktörlerin katılımıyla gerçekleşebilecek merkezi yönetimle hükümetin müdahalesine dayanan tavandan-tabana bir süreç olarak da nitelendirilmektedir (Tutar ve Demiral, 2007: 65). Bölgesel kalkınmada, ülke coğrafyasında bulunan bölgelerin etrafındaki bölgeler ve dünya ile karşılıklı etkileşimini geliştirmesi hedeflenmekte ve buna ek olarak ekonomik ve toplumsal potansiyellerin daha etkin kullanılması yoluyla bölge refahının yükseltilmesi amaçlanmaktadır.

Sürdürülebilir Bölgesel kalkınma ise ekonomik farklılıkları ortadan kaldırmak adına yapılan bütün ekonomik ve sosyal politikalarda doğal yaşam ile ekolojik dengeyi gözeterek doğaya, doğal yaşama zarar vermeden kalkınma politikaları uygulamaktır. Bu noktada sürdürülebilir kalkınma için bulunduğumuz bölgeye ve çevreye uygun politikalar üretmek gerekmektedir. Çevreye duyarlı ve onunla olabildiğince bütünleşmiş bir bölgesel kalkınmanın sağlanabilmesi için, Avusturya örneği bu yönde harekete geçecek bölgeler için önemli bir kılavuz olarak kabul edilebilir. Burada yapılan çalışmalarda temel olarak şu ilkeler çerçevesinde hareket edildiği görülmektedir (Çetin, 2006: 16):

Doğal potansiyelin farkında olmak ve gereken değeri vermek: bugün ve geleceğin canlı yaşam kaynağı doğadır. Bu noktada doğaya uygun doğa ile bütüncül planlamalar yapmak. *Bölgenin geleceğine ilişkin uzun vadeli*

değerlendirme yapmak: Bölgede yaşayan insanların refahını kısa süreli yükseltmeye çalışmak, bölgenin bir süre sonra yaşanmaz hale gelmesine yol açmaktadır. Bu nedenle doğal dengeyi gözeten uzun vadeli bir planlama yapmak hem diğer canlıların hem de insanın çıkarına bir politika olacaktır. *Bölge içerisinde yoğun ilişkiler çerçevesinde iş bölümü yapmak*: Bölgenin kalkınması, kalıcı olarak sorunların çözümü için her zaman bölgede yaşayan insanlar arasında iş birliği ve iş bölümü yapılmasını gerekli kılmaktadır. Çünkü çevreyi korumak, tavandan-tabana, özel sektörden kurumsal firmalara, sivil toplum kuruluşlarından kamu kurumlarına kadar bölgedeki bireylerin her kademede iş birliği ve dayanışma ruhu içinde gerçekleşebilir/gerçekleştirilebilir.

Sonuç itibariyle Bölgesel kalkınma, yerel potansiyelin harekete geçirilerek bölgeler arası eşitsizliklerin giderilmesini hedefler. Sürdürülebilir bölgesel kalkınma ise bu sürecin sadece ekonomik değil, çevresel ve sosyal boyutlarıyla uzun vadeli olarak korunmasını esas alır.

SOSYAL SERMAYENİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMAYA ETKİSİ

Sosyal sermaye kavramı bugünkü anlamda ilk kez kullanan Lyda Judsen Hanifan olmuştur. Hanifan' dan sonra 1950lere kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır (Woolcock ve Narayan, 2006, s. 35). 1977 yılında ekonomist Loury daha sonra Pierre Bourdieu, James Coleman, Pobert Putnam çalışmalar gerçekleştirmiştir. Kavram üzerine yapılan çalışmalar neticesinde sosyal sermaye kavramının sosyal, ekonomik ve kültürel bilimlerinde ilgisini çekmiştir. Dünya genelinde yaşanan ekonomik olaylar neticesinde Dünya Bankası kavram hakkında kalıcı ve sürdürülebilir bir bölgesel kalkınma araştırma yapmış ve politikalar belirlemiştir. Woolcock (1998) ve Narayan (1999) yapılan çalışmaları daha da ilerleterek köprü kuran sosyal sermaye ve işleyen devlet temel fikirlerini entegre etmişler ve toplumsal, ekonomik, sosyal ve kültürel olarak bölgesel, ulusal ve ulus ötesi kalkınma/sürdürülebilirlik alanında kavramın etkilerini tartışmışlardır.

Sosyal sermaye kavramı üzerine yapılan çalışmalar, aile ve genç davranışları, okul ve eğitim, toplumsal yaşam ve uyum, örgütlü yaşam ve çalışma, demokrasi ve yönetim/yönetişim, ekonomik kalkınma, suç ve şiddet, kamu ve çevre, ortak davranış ve uyum problemleri konuları üzerinedir (Woolcock ve Narayan, 2006, s. 35). Yapılan bu araştırmalarda genellikle grup özellikleri, genelleşmiş normlar, birlik beraberlik, sosyal hayat, komşuluk bağları, gönüllülük ve güven değerleri değinilmiştir.

Sosyal sermayenin dört yaklaşımını kısaca inceleyelim:

Tablo 1. *Sosyal Sermayenin Dört Yaklaşımı: Anahtar Aktörler ve Politika Reçeteleri*

Yaklaşım	**Anahtar Aktörler**	**Politika Reçeteleri**
Cemaatçi, toplulukçu yaklaşım: Yerel birlikler	Topluluk grupları Gönüllü sektör	Küçük güzeldir Fakirlerin sosyal varlıkları tanınmalıdır
Ağ yaklaşımı: Grup içi (bağlayıcı) ve gruplar arası (köprü kuran) topluluk bağları	Girişimciler İş grupları Bilgi komisyoncuları	Ademi merkeziyetçilik Girişim bölgelerinin yaratılması Sosyal bölünmeler arasında köprüler
Kurumsal yaklaşım: Politik ve yasal kurumlar	Özel ve kamusal sektörler	Sivil ve politik özgürlüklerin verilmesi, şeffaflık, hesap verebilirlik
Sinerji yaklaşımı: Topluluk ağları ve devlet, toplum ilişkileri	Topluluk grupları, sivil toplum, firmalar ve devletler	Ortak üretim (Co-production) Tamamlayıcılık, katılım, bağlar Yerel organizasyonların ölçeğinin yükseltilmesi

Kaynak: Woolcock ve Narayan, 2006, s.47

Toplulukçu yaklaşım, sosyal sermayeyi yerelde küçük gruplara, örgütlere, birliklere indirgemektedir. Ancak sivil oluşumun toplumsal kalkınmayı olumsuz etkileyeceği gerçeğini ihmal etmektedir. ***Ağ yaklaşımı***, sosyal sermayenin aydınlık ve karanlık tarafını ayırabilmektedir. Grup içi(bağlayıcı), grup dışı (köprü kuran) sosyal sermaye kavramlarına değinmekte bağlayıcı sosyal sermayeyi gelişmekte olan ülkelerdeki birbirine benzeyen insanların dar kalıplara sıkışıp kalmasına köprü kuran sosyal sermayeyi ise gelişmiş ülkelerdeki güven

duygusu yüksek insanları iletişimine benzetmektedir. Bölgesel ve ekonomik kalkınmaya en fazla katkısı olan köprü kuran sosyal sermayedir. Toplumu oluşturan bireylerin birbirlerine ve sisteme güvenmelerinin, maliyetleri düşürücü, bilgiyi ve paylaşımı arttırıcı etkileri vardır ve problemlere çözüm bulmayı kolaylaştırmaktadır. ***Kurumsal yaklaşım***, sosyal sermaye ve ekonomik, sürdürülebilir bir kalkınma için devlet, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları birlikte hareket etmek zorundadır. ***Sinerji yaklaşımında*** ise devletler, firmalar ve topluluklar geniş tabanlı sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için gereken kaynaklara tek başlarına sahip değillerdir. Böyle bir kalkınmanın sağlanması için gerek bu sektörlerin kendi içlerinde birbirleri ile gerekse sektörler arasında iş birliği ve tamamlayıcı davranışlar gereklidir (Eşkinat, 2015:88).

SONUÇ

Sosyal sermaye ve bölgesel sürdürülebilir kalkınma ilişkisini ele alan bu çalışma, modern ekonomik büyümenin yalnızca fiziksel ve beşerî sermaye ile değil, aynı zamanda toplumsal güven ve ilişki ağları ile devlet ve sivil toplum kuruluşları beraberinde özel sektör iş birliği içerisinde şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bourdieu, Coleman ve Putnam gibi kuramcıların farklı açılardan ve konulardan temellendirdiği sosyal sermaye; bireysel faydanın ötesine geçerek birey üstü toplumsal verimliliği artıran, toplum ve devletle kolektif eylemi kolaylaştıran ve bölgesel direnci bölgesel kalkınma anlamında güçlendiren temel bir mekanizma işlevi görmektedir.

Fukuyama'nın vurguladığı "güven" unsuru, yerelde birey, devlet, sivil toplum kuruluşları, özel sektör, girişimcilik alanında yerel aktörler arasındaki belirsizliği azaltarak işlem maliyetlerini düşürmekte ve bölgenin ekonomik rekabet gücünü artırmaktadır. Sürdürülebilir bölgesel kalkınma açısından değerlendirildiğinde; toplulukçu bağların yerel kimliği koruması, ağ yaklaşımının bilgi ve inovasyon akışını hızlandırması, kurumsal yapının ise şeffaflığı tesis etmesi, yapılan projelerde çevreci yapıldığı müddetçe kalkınmanın kalıcılığı için çok önem taşımaktadır.

Özellikle kamu yönetimi ve sivil toplum arasındaki etkileşimi konu alan sinerji yaklaşımı, sosyal sermayenin bölgesel politikalara uygulanmasının en verimli yoludur. Yerel kalkınma dinamikleri, toplumun kendi içindeki dayanışma ağları (bağlayıcı sermaye) ile farklı kesimler ve kurumlar arasındaki köprü kurucu bağlar (birleştirici sermaye) dengeli bir şekilde yönetildiğinde yeterli verim kazanılmaktadır. Bu çerçevede sosyal sermaye, sadece bir sosyal olgu değil; ekonomik kalkınmanın, kurumsal başarının ve toplumsal refahın sürdürülebilirliğini sağlayan stratejik bir "görünmez altyapı veya yapıtaşı" niteliğindedir.

Sonuç olarak, bölgesel kalkınma ajansları ve yerel yönetimlerin hazırladığı projelerde sosyal sermaye bileşeninin güçlendirilmesi, bölgelerin hem yerel potansiyellerini açığa çıkarmalarına hem de küresel rekabet ortamında daha dirençli ve iş birliğine açık bir yapıya kavuşmalarına olanak sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akın, N. (2006). Bölgesel kalkınma araçları ile kalkınma ajanslarının uyum, iş birliği ve koordinasyonu. 1. Bölgesel Kalkınma ve Yönetişim Sempozyumu, ODTÜ–TEPAV.

Aker, Ş. L. (2008). Ekonomik büyümeye karşı ekonomik kalkınma: KKTC'nin değerlendirilmesi. Review of Social, Economic and Business Studies, 9(10), 209–232.

Akyiğit, H., & Şan, M. K. (2015). Sosyal sermaye tartışmaları ve Türkiye'de sosyal sermayenin ölçülmesi sorunu. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 34, 123–134.

Brundtland, G. H. (Ed.). (1987). Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press.

portals.iucn.org +1

Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. American Journal of Sociology, 94(Supplement), S95–S120. https://doi.org/10.1086/228943

inclusionandbelongingtaskforce.harvard.edu +1

Coleman, J. S. (1994). Foundations of social theory. Belknap Press.

Çetin, M. (2006). Teori ve uygulamada bölgesel sürdürülebilir kalkınma. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7(1), 1–20.

Dinler, Z. (2005). Bölgesel iktisat (7. bs.). Ekin Kitabevi.

Dinler, Z. (2008). Bölgesel iktisat. Ekin Kitabevi.

Devlet Planlama Teşkilatı. (2003). Ön ulusal kalkınma planı bölgesel gelişme stratejileri. DPT Yayınları.

Eşki, H. (2009). Sosyal sermaye önemi, üretimi ve ölçümü üzerine bir alan araştırması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Eşkinat, R. (2015). Sosyal sermayenin sürdürülebilir kalkınmaya etkisi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15(4), 75–90. https://doi.org/10.18037/ausbd.69672

Eşki Uğuz, H., Örselli, E., & Sipahi, E. (2014). Sosyal sermayenin ölçümü: Türkiye deneyimi. Journal of Academic Inquiries, 6(1), 8–40.

Field, J. (2008). Sosyal sermaye (B. Bilgen & B. Şen, Çev.). Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Fukuyama, F. (2005). Güven: Sosyal erdemler ve refahın yaratılması (A. Buğdaycı, Çev.; 3. bs.). İş Bankası Kültür Yayınları.

Hanifan, L. J. (1916). The rural school community center. Annals of the American Academy of Political and Social Science, 67, 130–138.

Ildırar, M. (2004). Bölgesel kalkınma ve gelişme stratejileri (1. bs.). Nobel Yayın Dağıtım.

Karacan, A. R. (2013). Çevre ekonomisi ve politikası: Ekonomi, politika, uluslararası ve ulusal çevre koruma girişimleri (Genişletilmiş 2. bs.). Ege Üniversitesi Basımevi.

Karagül, M., & Masca, M. (2005). Sosyal sermaye üzerine bir inceleme. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 37–52.

Kitapçı, İ. (2015). Motivasyonel bir güç olarak sosyal sermaye kavramı ve rasyonalitesi. Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi, 7(1), 11–36.

Kılıç, S., & Yücel, F. (2013). Sürdürülebilir bölgesel kalkınma üzerine ekolojik bir yaklaşım. Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), 37–56.

Kılınç, E. C., & Işık, N. (2011). Bölgesel kalkınmada Ar-Ge ve inovasyonun önemi: Karşılaştırmalı bir analiz. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 6(2), 9–54.

OECD. (2001). Strategies for sustainable development: Practical guidance for development cooperation. OECD.

Özcan, B., & Dinçer, D. M. Z. (2011). Sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özkiraz, A., & Arslanel, M. N. (2015). Sosyal sermaye ve sivil toplum etkileşimi. In 1st International Congress on Applied Sciences: Social Capital (s. 255). Konya.

Öztopcu, A. (2018). Bölgesel sosyal sermaye ve bölgesel gelişmişlik düzeyinin kalkınma üzerindeki etkileri. Verimlilik Dergisi, 3, 89–113.

Putnam, R. D. (1993). Making democracy work: Civic traditions in modern Italy. Princeton University Press.

Sabatini, F. (2006). The empirics of social capital and economic development: A critical perspective. Social Capital Gateway.

Sevinç, H. (2011). Bölgesel kalkınma sorunsalı: Türkiye'de uygulanan bölgesel kalkınma politikaları.

Soubbotina, T. P., & Sheram, K. A. (2000). Beyond economic growth: Meeting the challenges of global development. World Bank.

Şan, M. K. (2007). Bilgi toplumuna geçişte sosyal sermayenin taşıdığı önem ve Türkiye gerçeği. Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 2(1), 70–96.

Şenkal, A. (2008). Sosyal sermaye ve bölgesel kalkınma ilişkisi (Max Weber'in perspektifinden bir değerlendirme). ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources, 10(1), 118–143.

Şimşek, R. (2011). Sosyal sermaye kavramının tarihsel-sosyolojik arka planı. Akademik İncelemeler Dergisi, 6(1), 87–110.

Telli Üçler, Y. (2016). Bölgesel kalkınmada sosyal sermayenin rolü: Konya Bedesten örneği. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 35, 285–299.

Türkseven, D. N. (2020). Sosyal sermaye ile kalkınma ilişkisi: Ulusal ve bölgesel düzeyde mukayeseli analiz.

Tutar, F., & Demiral, M. (2007). Yerel ekonomilerin yerel aktörleri: Bölgesel kalkınma ajansları. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2(1), 65–83.

Tutar, F., Tutar, E., & Uğur, F. (t.y.). Yerel kalkınmanın yeni yerel aktörü: Sosyal sermaye.

Woolcock, M., & Narayan, D. (2006). Social capital: Implications for development theory, research, and policy revisited. In A. Bebbington (Ed.), The search for empowerment (ss. 31–62). Kumarian Press.

Yağmur, A. (2017). Sosyal sermayenin bölgesel kalkınmaya etkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 13, 111–124.

Yarcı, S. (2001). Pierre Bourdieu'dan sosyal sermaye kavramı. Akademik İncelemeler Dergisi, 6(1), 125–135.

Yıldız, Z., & Topuz, H. (2012). Sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma ilişkisi açısından Türkiye üzerine bir değerlendirme. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 61, 201–226.

DIŞA AÇIKLIK, AR-GE VE YENİLİK PERFORMANSI ARASINDAKİ ETKİLEŞİM: BALKAN ÜLKELERİ ÜZERİNE UYGULAMA

Türker ŞİMŞEK

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tokat-Türkiye, (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-7581-2605

Oğuzhan DEMİR

Arş. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0001-6320-5562

Emre YİĞİT

Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0001-9721-2605

Özet

Bu çalışma, Balkan ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, dışa açıklık ve ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki etkilerini panel veri analizi çerçevesinde incelemektedir. Analiz, 1996–2023 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, veri seti dengesiz panel yapıya sahiptir. Çalışmada yenilik performansı patent başvuruları ile temsil edilmekte ve tüm değişkenler logaritmik formda modele dâhil edilmektedir. Ampirik analiz sürecinde öncelikle yatay kesit bağımlılığı Pesaran CD testi aracılığıyla incelenmiş ve panel birimleri arasında anlamlı bir bağımlılık yapısının bulunduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda değişkenlerin durağanlık özellikleri Smith vd. (2004) bootstrap panel birim kök testi ile araştırılmış ve tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan hale geldikleri tespit edilmiştir. Ardından uygulanan CAIN-tipi panel eşbütünleşme testi, değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı belirlendikten sonra model, Driscoll-Kraay dayanıklı standart hataları kullanılarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamalarının yenilik performansını pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir. Buna karşılık, dışa açıklığın yenilik performansı üzerindeki etkisi negatif bulunmuştur. Bu sonuç, özellikle teknoloji ithalatına bağımlı ekonomilerde dış kaynaklı teknolojik bilginin yerli yenilik faaliyetlerini ikame edebileceğine işaret etmektedir. Ayrıca Ar-Ge harcamaları ile dışa açıklık arasındaki etkileşim teriminin negatif ve anlamlı olması, dışa açıklık düzeyi arttıkça Ar-Ge yatırımlarının yenilik performansı üzerindeki marjinal etkisinin azaldığını göstermektedir. Ekonomik büyümenin ise yenilik performansını destekleyen önemli bir unsur olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışma, yenilik sürecinin doğrusal olmayan ve etkileşimsel bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymakta; Ar-Ge yatırımları ile dışa açıklık politikalarının birbirini tamamlayacak şekilde dengeli biçimde tasarlanmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilik Performansı, Ar-Ge Harcamaları, Dışa Açıklık, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi

Abstract

This study examines the effects of research and development (R&D) expenditures, trade openness, and economic growth on innovation performance in Balkan countries within a panel data framework. The analysis covers the period 1996–2023 and is based on an unbalanced panel dataset. Innovation performance is represented by patent applications, and all variables are incorporated into the model in logarithmic form. The empirical analysis begins with the examination of cross-sectional dependence using the Pesaran CD test, which reveals a significant dependence structure among the panel units. Accordingly, the stationarity properties of the variables are investigated through the Smith et al. (2004) bootstrap panel unit root test, and the results indicate that all variables become stationary after first differencing. The CAIN-type panel cointegration test confirms the existence of a long-run equilibrium relationship among the variables. Following the confirmation of cointegration, the model is estimated using Driscoll–Kraay robust standard errors, which are resistant to cross-sectional dependence, heteroskedasticity, and autocorrelation. The findings reveal that R&D

expenditures have a positive and statistically significant effect on innovation performance. In contrast, trade openness exhibits a negative impact on innovation performance. This result suggests that excessive reliance on imported technologies may substitute for domestic innovation activities, particularly in technology-dependent economies. Furthermore, the interaction term between R&D expenditures and trade openness is found to be negative and significant, indicating that the marginal contribution of R&D to innovation decreases as trade openness increases. Economic growth is also identified as a significant factor supporting innovation performance. Overall, the results demonstrate that the innovation process is characterized by a nonlinear and interactive structure, emphasizing the importance of designing balanced and complementary policies regarding R&D investments and trade openness.

Keywords: Innovation Performance, Research and Development, Trade Openness, Economic Growth, Panel Data Analysis

Giriş

Küresel ekonomide bilgi, teknoloji ve yenilik kapasitesi ekonomik büyümenin, uluslararası rekabet gücünün ve sürdürülebilir kalkınmanın temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Özellikle bilgi temelli ekonomilerin yükselişiyle birlikte ülkelerin yenilik üretme kapasitesi, yalnızca ekonomik performansın değil aynı zamanda uzun dönemli kalkınma stratejilerinin de merkezine yerleşmiştir. Bu çerçevede yenilik performansı; yeni bilgi üretimi, teknolojik gelişme ve yüksek katma değerli üretim süreçlerinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Patent başvuruları gibi yenilik göstergeleri, ülkelerin teknolojik yetkinlik düzeylerini ve bilgi üretme kapasitelerini yansıtan temel ölçütler arasında yer almaktadır.

Balkan ülkeleri, son otuz yılda ekonomik dönüşüm süreçleri, Avrupa Birliği ile bütünleşme çabaları ve küresel piyasalara entegrasyon politikaları kapsamında önemli yapısal değişimler yaşamıştır. Ancak bu ülkelerin önemli bir kısmı hâlen sınırlı teknolojik kapasite, düşük Ar-Ge yoğunluğu ve yenilik ekosistemindeki yapısal eksiklikler gibi sorunlarla karşı karşıyadır. Bu nedenle yenilik performansını şekillendiren makroekonomik faktörlerin belirlenmesi, bölgenin sürdürülebilir büyüme potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Yenilik performansının temel belirleyicilerinden biri araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleridir. Schumpeter (1942), yeniliği ekonomik gelişmenin temel itici gücü olarak tanımlamakta ve firmaların rekabet üstünlüğü elde edebilmek için sürekli olarak yeni ürün ve üretim süreçleri geliştirdiklerini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım daha sonra endojen büyüme teorileri tarafından geliştirilmiş; bilgi üretimi ve teknolojik ilerlemenin uzun dönemli ekonomik büyümenin temel kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Romer, 1990; Grossman ve Helpman, 1991). Bu doğrultuda Ar-Ge harcamalarının yenilik performansını artırması beklenmektedir.

Yenilik faaliyetlerini etkileyen bir diğer önemli unsur ise dışa açıklıktır. Uluslararası ticaret yoluyla gerçekleşen bilgi ve teknoloji yayılımları, ülkelerin yenilik kapasitesinin gelişmesine katkı sağlayabilmektedir. Coe ve Helpman (1995), dış ticaretin teknoloji transferi ve bilgi yayılımı açısından önemli bir kanal oluşturduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte dışa açıklığın yenilik üzerindeki etkisi her zaman olumlu olmayabilmektedir. Özellikle teknoloji ithalatına bağımlı ekonomilerde yabancı teknolojilere erişimin artması, yerli Ar-Ge faaliyetlerinin ikame edilmesine ve ulusal yenilik kapasitesinin zayıflamasına neden olabilmektedir (Aghion ve Howitt, 2008). Bu nedenle dışa açıklık ile yenilik arasındaki ilişki koşullu ve ülkeye özgü özellikler taşıyan bir yapı sergilemektedir.

Literatürde son dönemde öne çıkan yaklaşımlardan biri, yenilik performansının yalnızca değişkenlerin doğrudan etkileriyle değil, aynı zamanda değişkenler arasındaki etkileşimler aracılığıyla şekillendiği yönündedir. Özellikle Ar-Ge faaliyetlerinin yenilik çıktıları üzerindeki etkinliğinin dışa açıklık düzeyine bağlı olarak değişebileceği ileri sürülmektedir. Bir taraftan dışa açıklık bilgi ve teknoloji akımlarını hızlandırarak Ar-Ge yatırımlarının verimliliğini artırabilirken, diğer taraftan yüksek düzeyde dış teknoloji bağımlılığı yerli yenilik faaliyetlerinin etkinliğini azaltabilmektedir. Bu durum, yenilik performansının analizinde etkileşimsel yaklaşımların önemini artırmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Balkan ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, dışa açıklık ve ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki etkilerini incelemek ve Ar-Ge ile dışa açıklık arasındaki etkileşim mekanizmasını ortaya koymaktır. Çalışma, doğrudan etkilerin yanı sıra etkileşim terimini modele dahil ederek

yenilik sürecinin koşullu yapısını analiz etmektedir. Bu yönüyle araştırma, Balkan ülkeleri bağlamında dışa açıklığın Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği üzerindeki rolünü değerlendirmekte ve ilgili literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Elde edilecek bulguların, yenilik politikalarının tasarlanması, Ar-Ge teşviklerinin etkinliğinin artırılması ve dış ticaret stratejilerinin yenilik odaklı biçimde şekillendirilmesi açısından önemli politika çıkarımları sunması beklenmektedir.

Literatür Özeti

Yenilik performansının belirleyicilerine ilişkin literatür, teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki rolünü açıklayan teorik yaklaşımlardan başlayarak zaman içerisinde çok boyutlu ampirik analizlere doğru evrilmiştir. Bu kapsamda literatürde özellikle Ar-Ge faaliyetleri, dışa açıklık ve beşeri sermaye değişkenlerinin yenilik performansını şekillendiren temel unsurlar olduğu kabul edilmektedir. Son yıllarda ise bu değişkenlerin yalnızca doğrudan etkileri değil, aynı zamanda aralarındaki etkileşimler de araştırmaların odak noktası haline gelmiştir.

Ar-Ge faaliyetlerinin yenilik performansı üzerindeki etkisi, Schumpeter'in (1942) yeniliği ekonomik gelişmenin temel itici gücü olarak tanımlayan yaklaşımına dayanmaktadır. Daha sonra Romer (1990) ile Grossman ve Helpman (1991), Ar-Ge yatırımlarını endojen büyüme modellerinin merkezine yerleştirerek bilgi üretiminin ve teknolojik ilerlemenin uzun dönemli büyümenin temel kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Bu teorik çerçeveye paralel olarak gerçekleştirilen ampirik çalışmalar da Ar-Ge harcamalarının yenilik performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Furman vd. (2002), ulusal inovasyon kapasitesinin Ar-Ge altyapısı ve kurumsal yapı ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koyarken, Ulku (2004) OECD ve OECD dışı ülkeleri kapsayan çalışmasında Ar-Ge harcamalarının patent üretimini anlamlı biçimde artırdığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Falk (2007), Avrupa ülkeleri üzerine gerçekleştirdiği analizde Ar-Ge yatırımlarının yenilik çıktıları üzerindeki pozitif etkisini doğrulamıştır. Griffith vd. (2004), Ar-Ge'nin "iki yüzü" bulunduğunu ileri sürmektedir. Buna göre Ar-Ge yatırımları bir taraftan yenilik faaliyetlerini doğrudan desteklerken, diğer taraftan dış kaynaklı bilgi ve teknolojilerin öğrenilmesi ve adapte edilmesini sağlayan özümseme kapasitesini artırmaktadır. 12 OECD ülkesine ait sektör verilerini kullanan yazarlar, Ar-Ge'nin hem teknolojik yakınsama hem de yenilik süreçlerinde istatistiksel ve ekonomik açıdan önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Elde edilen bulgular, dış ticaret yoluyla gerçekleşen teknoloji transferlerinin etkinliğinin ülkelerin mevcut Ar-Ge kapasitesine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle Ar-Ge ve dışa açıklık arasındaki ilişkinin doğrudan değil, etkileşimsel bir yapıda değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Yenilik performansının bir diğer önemli belirleyicisi dışa açıklıktır. Uluslararası ticaret, bilgi ve teknoloji transferi için önemli bir kanal oluşturarak ülkelerin yenilik kapasitesini geliştirebilmektedir. Bu bağlamda Coe ve Helpman (1995), dış ticaret yoluyla gerçekleşen bilgi yayılımlarının teknolojik gelişmeyi hızlandırdığını göstermiştir. Keller (2004) ise uluslararası teknoloji transferinin üretkenlik ve inovasyon üzerindeki etkilerini inceleyerek dış kaynaklı bilginin ekonomik performans açısından önemini vurgulamıştır. Bununla birlikte literatürde dışa açıklığın yenilik performansı üzerindeki etkisinin her zaman pozitif olmadığı yönünde bulgular da bulunmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknoloji ithalatına dayalı büyüme stratejilerinin yerli yenilik kapasitesini sınırlandırabileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle dışa açıklığın inovasyon üzerindeki etkisinin ülke özelliklerine ve teknolojik kapasite düzeyine bağlı olarak değişebileceği kabul edilmektedir.

Literatürde giderek önem kazanan bir diğer yaklaşım, yenilik performansının değişkenler arasındaki etkileşimler aracılığıyla şekillendiğini ileri sürmektedir. Lileeva ve Trefler (2010), ihracat faaliyetlerinin firmaların yenilik kapasitesini artırdığını ancak bu etkinin başlangıçtaki teknolojik yeterlilik düzeyine bağlı olduğunu göstermiştir. Aw vd. (2011) ise ihracat, Ar-Ge faaliyetleri ve verimlilik arasında karşılıklı bir etkileşim bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, dışa açıklığın yenilik performansı üzerindeki etkisinin tek başına değerlendirilmesinin yetersiz olduğunu ve Ar-Ge faaliyetleriyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

2010 sonrası dönemde gerçekleştirilen çalışmalar, yenilik sürecinin heterojen ve çok boyutlu yapısını daha ayrıntılı biçimde incelemeye başlamıştır. Cirera ve Maloney (2017), inovasyon performansının yalnızca Ar-Ge yatırımlarına değil, aynı zamanda kurumsal kapasiteye ve bilgi üretme yeteneğine bağlı olduğunu belirtmiştir. Pradhan, Arvin ve Hall (2017) ise ticaret açıklığı, finansal gelişme ve yenilik arasındaki ilişkilerin karşılıklı ve dinamik bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur. Son yıllarda yapılan araştırmalar, dijitalleşme,

küresel değer zincirleri ve teknoloji transferi gibi unsurların yenilik performansını etkileyen önemli faktörler arasında yer aldığını göstermektedir.

2020 sonrasında literatürde doğrusal olmayan ve dağılıma duyarlı yöntemlerin kullanımında önemli bir artış gözlenmiştir. Hammar ve Belarbi (2021) çalışmalarında Ar-Ge harcamaları, inovasyon, verimlilik ve yüksek teknoloji ihracatı arasındaki ilişkileri PSTR yöntemiyle incelemiş, söz konusu değişkenler arasında anlamlı eşik etkilerinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamalarının ve inovasyon faaliyetlerinin ekonomik performans üzerindeki etkilerinin ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir. Araştırma sonuçları, inovasyon süreçlerinin doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini ve yenilik politikalarının ülkeye özgü gelişmişlik koşulları dikkate alınarak tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Ahmad ve Zheng (2023) ise Ar-Ge ve inovasyon arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan özellikler taşıdığını göstermiştir. Son dönem çalışmaları ayrıca dışa açıklık, dijital dönüşüm ve yenilik performansı arasındaki etkileşimsel mekanizmaların önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak literatür, Ar-Ge harcamalarının yenilik performansının temel belirleyicilerinden biri olduğu konusunda görüş birliği içindedir. Bununla birlikte dışa açıklığın etkisinin ülkelerin teknolojik kapasitesine, kurumsal yapısına ve Ar-Ge düzeyine bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Ayrıca son dönem araştırmaları, yenilik performansının yalnızca doğrudan etkilerle açıklanamayacağını; değişkenler arasındaki etkileşimlerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Buna karşın, Balkan ülkelerini konu alan çalışmaların sınırlı olması ve Ar-Ge ile dışa açıklık arasındaki etkileşimin yenilik performansı üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen ampirik araştırmaların yetersiz kalması önemli bir araştırma boşluğuna işaret etmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak Balkan ülkelerinde yenilik performansının belirleyicilerini etkileşimsel bir çerçevede analiz etmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada Balkan ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, ticari açıklık ve ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki etkileri panel veri analizi çerçevesinde incelenmektedir. Analiz, 1996–2023 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti dengesiz panel yapıya sahip olup, veri erişilebilirliğine bağlı olarak ülke ve yıl bazında gözlem sayıları farklılık göstermektedir. Analiz kapsamında Bosna-Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Yunanistan, Kuzey Makedonya, Romanya, Sırbistan, Slovenya, Slovakya ve Türkiye olmak üzere on ülke ele alınmıştır. Veriler Dünya Bankası (World Development Indicators-WDI) ve Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) veri tabanlarından elde edilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımları ve Veri Kaynakları

Değişken	Tanım	Kaynak
lpatentapp	Patent başvuruları (yerleşik ve yerleşik olmayan toplam başvurular)	WIPO
lrdexp	Ar-Ge harcamaları (%GSYH)	Dünya Bankası
ltrade	Dış ticari açıklık [(İhracat + İthalat)/GSYH]	Dünya Bankası
lgdp	Kişi başına reel GSYH (sabit fiyatlarla)	Dünya Bankası

Çalışmada tüm değişkenler katsayıların esneklik olarak yorumlanabilmesini sağlamak ve olası değişen varyans problemini azaltmak amacıyla logaritmik forma dönüştürülmüştür. Çalışmada yenilik performansını temsilen patent başvuruları kullanılmış olup, model logaritmik formda aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$lnInnov_{\mathrm{it}} = \beta_0 + \beta_1 lnrdexp_{\mathrm{it}} + \beta_2 lnTrade_{\mathrm{it}} + \beta_3(lnRD_{\mathrm{it}} \times lnTrade_{\mathrm{it}}) + \beta_4 lnGDP_{\mathrm{it}} + \mu_{\mathrm{i}} + \lambda_{\mathrm{t}} + \varepsilon_{\mathrm{it}}$$

Bu denklemde i panel birimlerini (ülkeleri), t ise zamanı (yılları) ifade etmektedir. Modelde bağımlı değişken olan $\mathrm{lnInnov}_{it}$, yenilik performansını temsil etmekte olup patent başvurularının logaritmik dönüşümüdür. Temel açıklayıcı değişkenlerden $\mathrm{lnrdexp}_{it}$, Ar-Ge harcamalarının logaritmik değerini; $\mathrm{lnTrade}_{it}$, dışa açıklığı temsil eden ticaretin GSYH'ye oranının logaritmasını; lnGDP_{it} ise kişi başına gelirin logaritmik formunu

göstermektedir. Modelde ayrıca $\ln RD_{it} \times \ln Trade_{it}$ etkileşim terimine yer verilerek Ar-Ge harcamalarının yenilik performansı üzerindeki etkisinin dışa açıklık düzeyine bağlı olarak değişip değişmediği test edilmektedir. μ_i ülkeye özgü gözlemlenemeyen sabit etkileri, λ_t zaman etkilerini, ε_{it} ise hata terimini ifade etmektedir. Bu yapı, hem ülkeler arası heterojenliği hem de dönemsel ortak etkileri kontrol ederek katsayı tahminlerinin tutarlılığını artırmayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın teorik çerçevesi doğrultusunda modelde özellikle etkileşim terimine yer verilmiştir. Bu sayede Ar-Ge harcamalarının yenilik performansı üzerindeki etkisinin dışa açıklık düzeyine bağlı olarak değişip değişmediği analiz edilmektedir. Bu yaklaşım, yenilik sürecinin doğrusal olmayan ve koşullu doğasını test etmeye imkân tanımaktadır.

Panel veri analizlerinde karşılaşılan temel sorunlardan biri, yatay kesit bağımlılığı, heteroskedastisite ve otokorelasyon gibi problemlerdir. Balkan ülkeleri gibi ekonomik ve politik olarak birbirine yakın ülkelerden oluşan örneklemlerde, ortak şokların etkisiyle yatay kesit bağımlılığı ortaya çıkması muhtemeldir. Bu durum, klasik sabit etkiler tahmincilerinin standart hata tahminlerini yanıltıcı hale getirebilmektedir. Bu nedenle çalışmada, sabit etkiler modeli Driscoll-Kraay (1998) standart hataları ile tahmin edilmiştir. Driscoll-Kraay yaklaşımı, yatay kesit bağımlılığına, heteroskedastisiteye ve otokorelasyona karşı dayanıklı standart hatalar üretmektedir. Ayrıca bu yöntem, dengesiz panel veri setleri ile uyumlu olması bakımından çalışmanın veri yapısına uygun bir çözüm sunmaktadır.

Analiz sürecinde öncelikle panel veri yapısı tanımlanmış, ardından değişkenler arasındaki temel ilişkiler incelenmiştir. Daha sonra sabit etkiler modeli Driscoll-Kraay standart hataları ile tahmin edilerek katsayıların istatistiksel anlamlılığı test edilmiştir. Modelde zaman etkilerini kontrol edebilmek amacıyla yıl kukla değişkenleri de modele dahil edilmiştir. Kurulan model, endojen büyüme teorisi ve Özümseme kapasitesi yaklaşımına dayanmaktadır. Endojen büyüme teorisine göre Ar-Ge faaliyetleri bilgi üretimi yoluyla yenilik performansını artırırken (Romer, 1990), Özümseme kapasitesi yaklaşımı Ar-Ge yatırımlarının etkinliğinin dışa açıklık ve mevcut bilgi birikimi ile birlikte şekillendiğini ileri sürmektedir (Cohen & Levinthal, 1990). Bu bağlamda modelde yer alan etkileşim terimi, Ar-Ge harcamalarının yenilik üzerindeki etkisinin dışa açıklık düzeyine bağlı olarak değiştiği hipotezini test etmektedir.

Bulgular

Panel veri analizlerinde ülkeler arası etkileşimlerin göz ardı edilmesi, tahmin sonuçlarının sapmalı olmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle analizde ilk olarak Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (Cross-Section Dependence) testi uygulanmıştır.

Tablo 2. Pesaran CD Test Sonuçları

Değişken	CD Test İstatistiği	p-değeri	Ortalama Korelasyon	Mutlak Korelasyon
lpatentapp	1.04	0.297	0.036	0.321
lrdexp	13.72	0.000***	0.494	0.506
ltrade	23.30	0.000***	0.813	0.813
lgdp	21.17	0.000***	0.743	0.813

Tablo 3. Modele yönelik yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları

Test Yöntemi	İstatistik Değeri	p-değeri	Sonuç
CD (Pesaran, 2021)	8,03	0,000***	H0 Reddedilir
CDw (Juodis & Reese, 2022)	6,89	0,000***	H0 Reddedilir
CDw+ (Fan vd., 2015)	186,64	0,000***	H0 Reddedilir
CD (Pesaran & Xie, 2021)*	-0,49	0,623	H0 Reddedilemez

Elde edilen bulgular, modelde yer alan değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yatay kesit bağımlılığı bulunduğunu göstermektedir ($p<0.01$). Bu sonuç, Balkan ülkelerinin ekonomik ve kurumsal açıdan birbirine bağlı yapıda olduğunu ve ortak şoklardan etkilendiğini ortaya koymaktadır. Tablo 3 ile sunulan bulgular, modelin hata terimleri arasındaki bağımlılık yapısına dair önemli veriler sunmaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde; CD (Pesaran, 2015), CDw (Juodis ve Reese, 2022) ve güçlendirilmiş CDw+ testlerine ait p-değerlerinin 0,01 anlamlılık düzeyinden küçük ($p < 0,01$) olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, birimler arasında 'zayıf yatay kesit bağımlılığı' olduğunu savunan H0 temel hipotezi güçlü bir şekilde reddedilmiştir. Her ne kadar CD* testi istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç üretmese de, diğer üç testin ortak çıktısı modelde güçlü bir yatay kesit bağımlılığı olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla analiz sürecinde yatay kesit bağımlılığını dikkate alan yöntemlerin kullanılması gerekliliği doğrulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı dikkate alınarak, serilerin durağanlık özellikleri ikinci nesil panel birim kök testlerinden biri olan Smith vd. (2004) "Bootstrap" Panel Birim Kök Testleri ile incelenmiştir.

Tablo 4. Smith vd. (2004) "bootstrap" Panel Birim Kök Testleri

	Sabit		Sabit ve Trendli	
Düzey	**İstatistik**	**Bootstrap p-değeri**	**İstatistik**	**Bootstrap p-değeri**
lpatentapp	-0.1015	0.4596	0.7574	0.7756
lrdexp	1.1040	0.8652	-0.9294	0.1764
ltrade	1.2197	0.8887	-3.1005	0.0010***
lgdp	2.7443	0.9970	0.2800	0.6103
Birinci Fark (Δ)				
Δlpatentapp	-9.1991	0.0000***	-13.6389	0.0000***
Δlrdexp	-7.2457	0.0000***	-5.2553	0.0000***
Δltrade	-13.8099	0.0000***	-12.2763	0.0000***
Δlgdp	-6.3745	0.0000***	-4.1338	0.0000***

Not: Maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunlukları genelden özele yaklaşımı ile belirlenmiştir. Olasılık değerleri 5000 bootstrap dağılımından elde edilmiştir.

Tablo 4'te sunulan Smith vd. (2004) bootstrap panel birim kök testi sonuçları, değişkenlerin durağanlık özelliklerinin hem düzey hem de birinci fark itibarıyla farklılaştığını göstermektedir. Öncelikle düzey değerler incelendiğinde, sabitli model altında lpatentapp, lrdexp, ltrade ve lgdp değişkenlerinin tamamı için bootstrap p-değerlerinin 0.05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu durum, sıfır hipotezi olan "birim kök vardır" hipotezinin reddedilemediğini ve söz konusu değişkenlerin düzeyde durağan olmadığını ortaya koymaktadır. Sabit ve trendli modelde ise yalnızca ltrade değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.01$) dikkat çekmektedir. Bu bulgu, dışa açıklık değişkeninin deterministik trend dikkate alındığında durağan hale geldiğini göstermektedir. Ancak diğer değişkenler için birim kök hipotezi reddedilememektedir. Dolayısıyla genel olarak değerlendirildiğinde, değişkenlerin büyük çoğunluğunun düzeyde durağan olmadığı ve I(1) süreci izlediği anlaşılmaktadır. Birinci fark sonuçları ise hem sabitli hem de sabit ve trendli modellerde tüm

değişkenlerin birinci farklarında istatistiklerin anlamlı olduğu ($p<0.01$) görülmektedir. Bu durum, birim kök hipotezinin güçlü biçimde reddedildiğini ve serilerin birinci farkta durağan hale geldiğini ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, tüm değişkenler birinci farkta I(0) sürece dönüşmektedir.

Genel olarak sonuçlar, panelde yer alan değişkenlerin düzeyde durağan olmadığını ancak birinci farkları alındığında durağan hale geldiklerini, dolayısıyla ağırlıklı olarak I(1) bütünleşme derecesine sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin araştırılabilmesi için eşbütünleşme analizlerinin uygulanmasını gerekli kılmakta ve kullanılan ekonometrik model tercihlerinin bu çerçevede belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. Smith vd. (2004) bootstrap panel birim kök testi bulguları, panel veri setinde güçlü birim kök yapısının varlığına işaret etmekte ve değişkenlerin uzun dönem dinamiklerinin analiz edilmesini gerektiren bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır. Yatay kesit bağımlılığını dikkate almak amacıyla, kesit ortalamaları ile genişletilmiş (CCE yaklaşımı) CAIN-tipi (correlation-augmented inverse normal) panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına Tablo 5'de yer verilmektedir.

Tablo 5. CAIN-Tipi Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel (Ülke)	ADF İstatistiği	p-değeri	Z_i (Ters Normal)
1	-1.1677	0.6873	-0.4883
2	-4.1311	0.0009	3.1347
3	-4.2292	0.0006	3.2448
4	-2.5617	0.1012	1.2748
5	-2.4459	0.1292	1.1302
6	-3.3094	0.0145	2.1845
7	-4.1688	0.0007	3.1771
8	-2.9152	0.0436	1.7103
9	-4.0138	0.0013	3.0022
10	-1.8829	0.3402	0.4121

Tablo 6. Panel Genel Test İstatistiği

İstatistik	Değer
Birleşik Z İstatistiği	7.0277
p-değeri	0.0000***

Not: *** $p < 0.01$, H_0: Eşbütünleşme yoktur.

CAIN-tipi panel eşbütünleşme testi sonuçları, sıfır hipotezinin güçlü biçimde reddedildiğini göstermektedir. Elde edilen birleşik Z istatistiği 7.0277 olup buna karşılık gelen p-değeri 0.0000'dır. Bu sonuç, değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Panel bazında bazı ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi zayıf olsa da, genel panel sonuçları değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Bu bulgu, yatay kesit bağımlılığı dikkate alınarak elde edilmiş olup sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı saptandıktan sonra, analiz sürecinin bir sonraki aşamasında tahmin edilecek olan regresyon modelinin ekonometrik varsayımlara uygunluğu denetlenmiştir. Panel veri analizlerinde karşılaşılan temel sorunlar olan değişen varyans, otokorelasyon ve çoklu doğrusallık gibi unsurlar, katsayıların etkinliğini ve standart hataların güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Tablo 7'de tanısal testlere yer verilmiştir.

Tablo 7. Tanısal Testler

Test	İstatistik Türü	Değer	p-Değeri	Karar
Otokorelasyon (Wooldridge Testi)	F (1, 9)	4.449	0.0642	%10 anlam düzeyinde Otokorelasyon Var
Değişen Varyans (Modified Wald Testi)	$\chi 2$ (10)	7698.73	0.0000*	Varyans Homojen Değil (Değişen varyans var)
Çoklu Doğrusallık	VIF	2.57	<5	Çoklu Doğrusallık Yok

Tablo 7'de sunulan tanı testleri sonuçları, modelin hata yapısına ilişkin önemli bulgular ortaya koymaktadır. Öncelikle Wooldridge otokorelasyon testi sonuçlarına göre, elde edilen F istatistiğinin ($F(1,9)=4.449$) %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.0642$), dolayısıyla bu düzeyde sıfır hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Bu bulgu, modelde birinci dereceden otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, aynı testin %10 anlamlılık düzeyinde değerlendirildiğinde sıfır hipotezinin reddedildiği ve dolayısıyla zayıf da olsa otokorelasyon sorununun varlığına işaret ettiği anlaşılmaktadır. Bu durum, modelde otokorelasyonun güçlü olmasa da ihmal edilemeyecek düzeyde olabileceğini göstermektedir.

Modified Wald testi sonuçları ise oldukça belirgindir. $\chi^2(10)=7698.73$ test istatistiğinin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olması ($p=0.0000$), sıfır hipotezi olan varyans homojenliğinin güçlü biçimde reddedildiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, panel veri modelinde ciddi bir değişen varyans sorununun bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla klasik sabit etkiler tahmincisine dayalı standart hataların güvenilir olmayacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çoklu doğrusal bağlantı açısından değerlendirildiğinde ise VIF değerinin 2.57 olması, genel kabul gören eşik değerlerin (5 ve 10) oldukça altında kalmaktadır. Bu sonuç, bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir çoklu doğrusal bağlantı sorununun bulunmadığını ve katsayı tahminlerinin bu açıdan güvenilir olduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, modelde değişen varyans sorununun mevcut olduğu, otokorelasyonun ise zayıf düzeyde ortaya çıktığı, buna karşın çoklu doğrusal bağlantının problem teşkil etmediği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bulgular, panel veri analizinde heteroskedastisite ve olası zayıf otokorelasyonu dikkate alan, aynı zamanda yatay kesit bağımlılığına da dayanıklı standart hatalar üreten tahmincilerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, Driscoll–Kraay tahmincisinin tercih edilmesi metodolojik olarak yerinde ve tutarlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu nedenle başvurulan Driscoll-Kraay tahmin sonuçlarına Tablo 8'de yer verilmektedir.

Tablo 8. Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	p-değeri
lrdexp	4.5245	1.4820	3.05	0.005***
ltrade	-2.1086	0.1781	−11.84	0.000***
Ar-Ge × Ticari Açıklık	-0.8737	0.3213	−2.72	0.012***
lgdp	0.4304	0.1339	3.21	0.004***
Sabit Terim	11.5478	1.0444	11.06	0.000***
Gözlem Sayısı	219	R-Kare	0.4758	
F (4, 25)	69.21	Prob > F	0.000	

Tablo 8'te sunulan Driscoll–Kraay tahmin sonuçları, Ar-Ge harcamaları, ticari açıklık ve ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak anlamlı ve iktisadi açıdan yorumlanabilir bir çerçevede ortaya koymaktadır. Modelin genel olarak anlamlı olduğu ($F=69.21$; $p<0.01$) ve açıklayıcılık gücünün orta-yüksek düzeyde bulunduğu ($R^2=0.4758$) görülmektedir.

Öncelikle Ar-Ge harcamalarının (lrdexp) katsayısı pozitif ve %1 düzeyinde anlamlıdır ($\beta=4.5245$). Bu bulgu, Ar-Ge yatırımlarındaki artışın yenilik performansını güçlü biçimde artırdığını göstermektedir. Sonuç, yenilik sürecinin bilgi üretimi ve teknolojik kapasite ile doğrudan ilişkili olduğunu savunan içsel büyüme teorileriyle uyumludur. Nitekim Paul Romer (1990), Ar-Ge faaliyetlerinin uzun dönem büyüme ve yenilik kapasitesinin temel belirleyicisi olduğu vurgulanmaktadır. Geniş bir ampirik literatür, Ar-Ge harcamalarının yenilik çıktıları üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Özellikle OECD ülkeleri üzerine yapılan panel veri analizleri, Ar-Ge yatırımlarının patent üretimini artırdığını gösterirken (Guellec ve De La Potterie, 2001; Hall ve Mairesse, 2006), firma düzeyinde yapılan çalışmalar da benzer şekilde Ar-Ge ile patent üretimi arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu doğrulamaktadır (Jaffe, 1986; Hall, Griliches ve Hausman, 1986).

Buna karşılık ticari açıklık (ltrade) değişkeninin katsayısı negatif ve %1 düzeyinde anlamlıdır ($\beta= -2.1086$; $p<0.01$). Bu bulgu ilk bakışta klasik dışa açıklık-yenilik ilişkisine aykırı görünse de, gelişmekte olan veya teknoloji ithalatçısı ekonomiler bağlamında anlamlıdır. Aşırı dışa açıklık, yerli firmaların rekabet baskısı altında kalmasına ve yerli inovasyon kapasitesinin zayıflamasına yol açabilir. Bu sonuç, özellikle teknoloji açığı bulunan ülkelerde dış ticaretin yerli Ar-Ge yerine ithal teknolojiye bağımlılığı artırabileceğini ileri süren yaklaşımlarla uyumludur. Örneğin, Rodrik (2018), dışa açıklığın her zaman otomatik olarak teknolojik ilerlemeye dönüşmediğini, kurumsal yapı ve yerli kapasitenin belirleyici olduğunu vurgulamaktadır.

Modelin bir diğer bulgusu ise Ar-Ge ve ticari açıklık etkileşim teriminin negatif ve anlamlı olmasıdır ($\beta=-0.8737$; $p<0.05$). Bu sonuç, ticari açıklığın belirli koşullarda Ar-Ge'nin yenilik üzerindeki etkisini zayıflattığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, dışa açıklık arttıkça Ar-Ge harcamalarının marjinal getirisi düşmektedir. Bu bulgu, özümseme kapasitesi literatürü ile doğrudan ilişkilidir. Cohen ve Levinthal (1990) çalışmalarında, dış bilgi akışlarının ancak yeterli yerli kapasite mevcutsa inovasyona dönüşebileceğini ortaya koymuştur. Analiz sonucunda elde edilen bulgu Balkan ülkeleri gibi orta gelir grubunda yer alan ekonomilerde dışa açıklığın her zaman tamamlayıcı değil, bazı durumlarda ikame edici rol oynayabileceğini göstermektedir. Son dönem ampirik literatür, dış ticaretin inovasyon üzerindeki etkisinin doğrusal ve homojen olmadığını, aksine ülkelerin teknolojik kapasitesi ve kurumsal altyapısına bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. Teknolojik sınırdan uzaklık yaklaşımı çerçevesinde, dışa açıklığın inovasyon üzerindeki etkisinin ülkenin mevcut bilgi birikimi ve absorptif kapasitesi ile şekillendiği vurgulanmaktadır (Aghion, Harris ve Vickers, 2001; Helpman, Melitz ve Yeaple, 2004; Fu, 2008; Hausmann ve Hidalgo, 2011; Rodrik, 2018).

Ekonomik gelişmişlik düzeyini temsil eden kişi başına gelir değişkeninin (lgdp) katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\beta=0.4304$; $p<0.01$). Bu bulgu, daha yüksek gelir düzeyine sahip ekonomilerin daha fazla yenilik üretme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç, ekonomik gelişmişliğin yenilik

faaliyetleri için gerekli finansal kaynakları, beşeri sermayeyi ve kurumsal altyapıyı güçlendirdiğini ileri süren teorik yaklaşımlarla uyumludur. Griliches (1990) sonrasında gelişen literatür, yenilik faaliyetlerinin verimlilik artışları ve ekonomik performans üzerinde önemli etkiler yarattığını ortaya koyarken, ekonomik gelişmişliğin de Ar-Ge yatırımlarını ve bilgi üretim kapasitesini destekleyerek inovasyon sürecini beslediğini göstermektedir. Ar-Ge faaliyetlerinin patent üretimi ve teknolojik ilerleme yoluyla verimlilik artışına katkıda bulunduğu, bunun da uzun dönem ekonomik performansa yansıdığı çok sayıda panel ve mikro veri çalışması tarafından doğrulanmıştır (Guellec ve De La Potterie, 2001; Hall ve Mairesse, 2006; Mairesse ve Mohnen, 2010).

Genel olarak değerlendirildiğinde, bulgular üç temel sonuca işaret etmektedir. Birincisi, Ar-Ge harcamaları inovasyonun en güçlü belirleyicisidir. İkincisi, ticari açıklığın etkisi doğrusal değildir ve belirli koşullarda olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Üçüncüsü ise, dışa açıklık ile Ar-Ge arasındaki etkileşim, inovasyon sürecinde tamamlayıcılıktan ziyade koşullu bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu bağlamda, politika yapıcılar açısından yalnızca ticari liberalizasyonun yeterli olmadığı, aynı zamanda yerli Ar-Ge kapasitesinin ve kurumsal altyapının güçlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışma, Balkan ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, dışa açıklık ve ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki etkilerini panel veri analizi çerçevesinde incelemeyi amaçlamıştır. Analiz sonuçları, yenilik sürecinin yalnızca tekil faktörlerle açıklanamayacak kadar karmaşık ve etkileşimsel bir yapıya sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, öncelikle Ar-Ge harcamalarının yenilik performansının en güçlü belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Ar-Ge yatırımlarındaki artışın patent başvuruları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etki yaratması, endojen büyüme teorisinin öngörüleri ile uyumlu olup, bilgi üretimi ve teknolojik ilerlemenin yenilik sürecindeki merkezi rolünü teyit etmektedir. Bu sonuç, Balkan ülkelerinde yenilik kapasitesinin artırılmasında Ar-Ge yatırımlarının kritik bir politika aracı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Buna karşılık, dışa açıklık değişkeninin yenilik performansı üzerindeki etkisinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biridir. Bu sonuç, dışa açıklığın her koşulda inovasyonu desteklemediğini, özellikle teknoloji ithalatına bağımlı ekonomilerde yerli Ar-Ge faaliyetlerini ikame edebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla Balkan ülkelerinde dış ticaretin yapısı ve niteliği, yenilik performansı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Çalışmanın en önemli katkılarından biri ise Ar-Ge harcamaları ile dışa açıklık arasındaki etkileşimin analiz edilmesidir. Elde edilen negatif ve anlamlı etkileşim katsayısı, dışa açıklık arttıkça Ar-Ge harcamalarının yenilik üzerindeki marjinal etkisinin azaldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, yenilik sürecinin doğrusal olmayan ve koşullu bir yapıya sahip olduğunu göstermekte ve özellikle özümseme kapasitesi yaklaşımı ile güçlü biçimde örtüşmektedir. Başka bir ifadeyle, dışa açıklığın inovasyon üzerindeki etkisi, ülkelerin mevcut bilgi birikimi, kurumsal yapısı ve teknolojik kapasitesi ile birlikte şekillenmektedir.

Ekonomik büyümenin yenilik performansı üzerindeki pozitif ve anlamlı etkisi ise daha yüksek gelir düzeyine sahip ekonomilerin daha fazla inovasyon ürettiğini göstermektedir. Bu durum, ekonomik gelişmişlik ile inovasyon kapasitesi arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, Balkan ülkelerinde yenilik performansının üç temel unsur etrafında şekillendiği görülmektedir: Ar-Ge kapasitesi, dışa açıklığın niteliği ve ekonomik gelişmişlik düzeyi. Ancak bu unsurların etkileri bağımsız değil, karşılıklı etkileşimler çerçevesinde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, yenilik politikalarının tasarımında bütüncül ve çok boyutlu bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çerçevede elde edilen bulgular, politika tasarımında bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Öncelikle Ar-Ge harcamalarının artırılması, yenilik performansını doğrudan destekleyen en etkili araç olarak öne çıkmakta olup, kamu ve özel sektör Ar-Ge yatırımlarının teşvik edilmesi öncelikli politika alanı olmalıdır. Bununla birlikte dışa açıklık politikalarının yalnızca ticaret hacmini artırmaya yönelik değil, aynı zamanda yerli inovasyon kapasitesini destekleyecek şekilde kurgulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda teknoloji ithalatına aşırı bağımlılığı azaltacak ve yerli üretim ile bilgi üretim kapasitesini güçlendirecek stratejilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca beşeri sermaye yatırımlarının ve eğitim politikalarının

Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliğini artıracak biçimde yeniden yapılandırılması, yenilik sürecinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Son olarak, kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi, dış bilgi akışlarının etkin biçimde özümsenerek yeniliğe dönüştürülebilmesi açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Son olarak, bu çalışma bazı sınırlılıklar da içermektedir. Analiz, veri kısıtları nedeniyle sınırlı sayıda değişken ile gerçekleştirilmiş olup, yenilik performansını etkileyebilecek kurumsal kalite, dijitalleşme ve finansal gelişme gibi faktörler modele dahil edilememiştir. Gelecek çalışmalarda bu değişkenlerin de analize dahil edilmesi, yenilik sürecinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca doğrusal olmayan yöntemler ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının kullanılması, yenilik dinamiklerinin daha derinlemesine analiz edilmesine imkân tanıyabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma Balkan ülkelerinde yenilik performansının belirleyicilerini etkileşimsel bir çerçevede ele alarak literatüre hem bölgesel hem de metodolojik açıdan katkı sunmakta; özellikle dışa açıklık ile Ar-Ge arasındaki ilişkinin koşullu doğasını ortaya koyarak önemli politika çıkarımları geliştirmektedir.

Kaynaklar

Aghion, P., & Howitt, P. (2008). *The economics of growth*. MIT Press.

Aghion, P., Harris, C., & Vickers, J. (2001). Competition, imitation and growth with step-by-step innovation. *Review of Economic Studies, 68*(3), 467–492.

Ahmad, M., & Zheng, J. (2023). The cyclical and nonlinear impact of R&D and innovation activities on economic growth in OECD economies: A new perspective. *Journal of the Knowledge Economy*, *14*(1), 544-593.

Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2011). R&D investment, exporting, and productivity dynamics. *American Economic Review*, 101(4), 1312–1344.

Cirera, X., & Maloney, W. F. (2017). *The innovation paradox: Developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. World Bank.

Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859–887.

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.

Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560.

Falk, M. (2007). R&D spending in the high-tech sector and economic growth. *Research in Economics*, 61(3), 140–147.

Fan, J., Liao, Y., & Yao, J. (2015). Power enhancement in high-dimensional cross-sectional tests. *Econometrica*, 83(4), 1497–1541.

Fu, X. (2008). Foreign direct investment, absorptive capacity and regional innovation capabilities. *Oxford Development Studies*, 36(1), 89–110.

Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899–933.

Griffith, R., Redding, S., & Van Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of R&D. *Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883–895.

Griliches, Z. (1990). *Patent statistics as economic indicators: A survey part I* (NBER Working Paper No. 3301). National Bureau of Economic Research.

Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press.

Guellec, D., & De La Potterie, B. V. P. (2001). R&D and productivity growth: panel data analysis of 16 OECD countries. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, *2001*(3).

Hall, B. H., & Mairesse, J. (2006). Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4–5), 289–299.

Hall, B. H., Griliches, Z., & Hausman, J. A. (1986). Patents and R&D: Is there a lag? *International Economic Review*, 27(2), 265–283.

Hammar, N., & Belarbi, Y. (2021). R&D, innovation and productivity relationships: Evidence from threshold panel model. *International Journal of Innovation Studies*, 5(3), 113–126.

Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, 16(4), 309–342.

Helpman, E., Melitz, M., & Yeaple, S. (2004). Export versus FDI with heterogeneous firms. *American Economic Review*, 94(1), 300–316.

Jaffe, A. B. (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D. *American Economic Review*, 76(5), 984–1001.

Juodis, A., & Reese, S. (2022). The incidental parameters problem in testing for remaining cross-section correlation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 40(3), 1191–1203.

Keller, W. (2004). International technology diffusion. *Journal of Economic Literature*, 42(3), 752–782.

Lileeva, A., & Trefler, D. (2010). Improved access to foreign markets raises plant-level productivity. *Quarterly Journal of Economics*, 125(3), 1051–1099.

Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Using innovation surveys for econometric analysis. *Handbook of the Economics of Innovation*, 2, 1129–1155.

Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. Cambridge Working Papers in Economics, No. 0435; CESifo Working Paper Series No. 1229.

Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13–50.

Pesaran, M. H., & Xie, Y. (2021). A bias-corrected CD test for error cross-sectional dependence in panel data models with latent factors.

Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Hall, J. H. (2017). Innovation, financial development and economic growth. *Applied Economics Letters*, 24(14), 1003–1007.

Rodrik, D. (2018). *Straight talk on trade: Ideas for a sane world economy*. Princeton University Press.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102.

Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Brothers.

Smith, L. V., Leybourne, S., Kim, T. H., & Newbold, P. (2004). More powerful panel data unit root tests with an application to mean reversion in real exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 19(2), 147–170.

Ulku, H. (2004). *R&D, innovation, and economic growth* (IMF Working Paper No. 04/185). International Monetary Fund.

KARBON EMİSYON ATALETİ, YENİLENEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ, DİJİTALLEŞME VE YEŞİL İNOVASYON: 37 ÜLKEDEN DİNAMİK PANEL VERİ KANITLARI

İbrahim GÜNEY

Prof. Dr., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul-Türkiye, ORCID: 0000-0001-8290-6532

Özet

Bu çalışma, kişi başı karbon emisyonlarının (CO2_pc) ülkeler arasında farklılaşmasını ve zaman içindeki ataletini dinamik panel veri çerçevesinde incelemektedir. Analiz, 37 ülke ve 2015–2021 dönemine ait 257 gözleme dayanmaktadır. Modelde bağımlı değişken CO2_pc olup, dinamik yapıyı temsil etmek üzere bir dönem gecikmeli değer (L1_CO2_pc) kullanılmıştır. Açıklayıcı değişkenler yenilenebilir enerji (Renewable), dijitalleşme (Digital), kişi başı gelir (GDP) ve çevresel patent göstergesidir (ENV_PAT_TWO_plus). Kuramsal çerçeve Çevresel Kuznets Eğrisi, IPAT/STIRPAT ve yönlendirilmiş teknik değişim literatürüne dayandırılmış; tahminde içsellik sorununu dikkate alan dinamik panel yaklaşımı tercih edilmiştir (Arellano & Bond, 1991; Blun-dell & Bond, 1998; Bond, 2002). Bulgular, gecikmeli emisyon katsayısının FE ve Arellano-Bond tahminlerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermekte, emisyonlarda belirgin bir atalet olabileceğine işaret etmektedir. Yenilenebilir enerji katsayısı FE modelinde negatif ancak anlamsız, Arellano-Bond modelinde ise negatif ve anlamlı bulunmuştur. Dijitalleşme katsayısı FE modelinde pozitif ve anlamlı iken Arellano-Bond modelinde anlamlı değildir. Gelir ve çevre-sel patent değişkenleri her iki modelde de sınırlı istatistiksel kanıt üretmektedir. Arellano-Bond AR(1)-AR(2) testleri ikinci dereceden otokorelasyon bulgusunu desteklememektedir. Bulgular, karbon azaltım politikalarının yalnızca enerji dönüşümüne indirgenmemesi; dijital altyapı, enerji verimliliği ve yeşil inovasyon araçlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: dinamik panel veri, karbon emisyonu, yenilenebilir enerji, dijitalleşme, çevresel patent, Arellano-Bond.

Giriş

İklim değişikliği en kritik küresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Enerji kullanımı, sanayi üretimi, ulaştırma ve tüketimden kaynaklanan karbon dioksit emisyonları, etkin karbonsuzlaştırma stratejilerine olan ihtiyacı göstermektedir (IPCC, 2022). Karbon nötrlüğü, Paris Anlaşması ve diğer uluslararası çerçevelerin merkezi hedefleri arasında yer almaktadır. Ancak fosil yakıtlara olan yapısal bağımlılık, gelirle ilişkili tüketim alışkanlıkları, teknolojik kilitlenme ve kurumsal atalet gibi etkenler, birçok ülkenin kişi başına emisyonlarını azaltma kapasitesini sınırlandırmaktadır.(OECD, 2023; IEA, 2023).

Karbon kilitlenmesi kavramı, Unruh (2000) tarafından fiziksel, ekonomik ve sosyal kısıtların birbirini karşılıklı olarak güçlendirdiği bir durum olarak tanımlanmaktadır. Bu yapı, emisyon azaltım çabalarını yapısal düzeyde güçleştiren kalıcı bir bağımlılık biçimini ortaya çıkarmaktadır.

Aghion ve diğerleri (2016), patika bağımlılığının çevre politikası tasarımında merkezi bir konuma sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Buna paralel biçimde, Gil-Alana ve diğerleri (2022) ile He ve diğerleri (2017) tarafından yürütülen çalışmalar; emisyon serilerinin yüksek dereceden bütünleşme sergilediğini ve dışsal şokların kalıcı etkiler bıraktığını ampirik olarak doğrulamaktadır. Geçmiş emisyonların cari emisyonlar üzerinde belirgin bir etki yarattığı bu yapısal ortamda, kısa vadeli politika araçları uzun vadeli dönüşüm stratejileriyle bütünleştirilmediği sürece sınırlı bir etki üretebilmektedir.

Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişki, geleneksel olarak Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde tartışılmaktadır (Grossman & Krueger, 1995; Lin ve diğerleri, 2023; Leal & Marques, 2022). Bu yaklaşım, çevresel bozulmanın başlangıçta gelir artışıyla birlikte yükseldiğini, ancak belirli bir kalkınma düzeyinin aşılmasının ardından temiz teknolojiler, sıkılaşan çevre düzenlemeleri ve iyileşen çevre kalitesi aracılığıyla gerilediğini öne sürmektedir. Ne var ki güncel ampirik kanıtlar, bu dönüşümün kendiliğinden

gerçekleşmediğini; gelir grupları ve ülkelerin enerji yapısına göre kayda değer farklılıklar sergilediğini göstermektedir (He ve diğerleri, 2017; Bruegel, 2025).

Yenilenebilir enerji dönüşümü, karbon emisyonlarının azaltılmasında başvurulan en önemli politika araçlarından biridir (IRENA, 2023; Allard ve diğerleri, 2018; Mehmood ve diğerleri, 2023). Yenilenebilir kaynakların payının artırılması, fosil yakıt bağımlılığının azaltılmasına ve ekonomik faaliyetlerin karbon yoğunluğunun düşürülmesine zemin hazırlamaktadır. Yine de bu etki; enerji dönüşümünün hızına, şebekenin kapasitesine ve temiz enerjinin fosil yakıtların yerini ne ölçüde doldurabildiğine göre değişiklik göstermektedir. (Mohammed ve diğerleri, 2024).

Dijitalleşme, çağdaş çevresel dönüşüm sürecinin önemli ancak çelişkili bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Bir yandan dijital teknolojiler; enerji verimliliğinin artırılmasına, akıllı şebekelerin yaygınlaştırılmasına ve çevresel performansın daha etkin biçimde izlenmesine katkı sağlayabilmektedir (Irajifar ve diğerleri, 2023; Singh ve diğerleri, 2022). Diğer yandan veri merkezleri, yapay zekâ uygulamaları, bulut bilişim ve platform tabanlı tüketim örüntüleri, elektrik talebinde kayda değer artışlara yol açmaktadır (Jones, 2018; IEA, 2023). Avrupa Birliği örneklemi üzerinden yürüttükleri çalışmada Dimian ve diğerleri (2025), dijitalleşmenin sera gazı emisyonları üzerinde hem doğrudan hem de yenilenebilir enerji üzerinden dolaylı etkiler ürettiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede dijitalleşmenin emisyonlar üzerindeki net etkisi, hâlâ ampirik olarak yanıtlanması gereken bir araştırma sorusu olarak güncelliğini korumaktadır.

Yeşil inovasyon, uzun vadeli karbonsuzlaştırma açısından belirleyici bir rol üstlenmektedir (Acemoglu ve diğerleri, 2012; Popp, 2019). Çevresel patentler, temiz teknolojiler ve yönlendirilmiş teknik değişim; enerji verimliliğini artırarak ve düşük karbonlu teknolojilerin yaygınlaşmasını hızlandırarak emisyonların azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir. OECD ülkeleri örnekleminde yürütülen ampirik çalışmalar, çevresel patentlerin emisyonlar üzerinde azaltıcı bir etki yaratabildiğini ortaya koymaktadır (Kafeel ve diğerleri, 2024; Aliani ve diğerleri, 2024). Bununla birlikte yeşil inovasyonun emisyonlar üzerindeki etkisi, hem zamanlama açısından gecikmeli hem de ülkeler arasında heterojen bir görünüm sergileyebilmektedir.

Literatürün hızla genişlemesine karşın bazı temel boşluklar varlığını korumaktadır. Birincisi, mevcut çalışmaların önemli bir bölümü karbon emisyonlarının belirleyicilerini statik panel modelleriyle analiz etmektedir; oysa emisyonların belirgin bir dinamik dirence sahip olduğu yönünde güçlü teorik ve ampirik kanıtlar bulunmaktadır (Unruh, 2000; Aghion ve diğerleri, 2016). İkincisi, yenilenebilir enerji, dijitalleşme ve çevresel inovasyon literatürde birbirinden ayrı boyutlar olarak incelenmekte; ne var ki bu bileşenler, çağdaş iklim politikasının giderek daha fazla iç içe geçen unsurları hâline gelmektedir (Bianchini ve diğerleri, 2022). Üçüncüsü, gecikmeli emisyonların modele dahil edilmesinden doğan içsellik sorunu, uygun dinamik panel yöntemlerinin tercih edilmesini gerektirmektedir (Arellano & Bond, 1991; Nickell, 1981)

Bu çalışma, yukarıda belirtilen boşlukları gidermek üzere kişi başına düşen CO_2 emisyonlarını dinamik panel veri çerçevesinde ele almayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda araştırmaya yön veren temel sorular şu şekilde belirlenmiştir: (i) Kişi başına düşen CO_2 emisyonları ülkeler arasında dinamik bir süreklilik sergilemekte midir? (ii) Dinamik etkilerin kontrol edilmesi durumunda, yenilenebilir enerji emisyonlar üzerinde azaltıcı bir etki üretmekte midir? (iii) Dijitalleşmenin karbon emisyonları üzerindeki ampirik etkisi ne yönde gerçekleşmektedir? (iv) Çevresel patentlerle temsil edilen yeşil inovasyon, emisyon azaltımına anlamlı bir katkı sunmakta mıdır? (v) Sabit etkiler ile dinamik panel tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar birbirinden nasıl ayrışmaktadır?

Çalışmanın katkıları dört temel başlık altında özetlenebilir. Birincisi, ampirik modele gecikmeli bağımlı değişkenin eklenmesi suretiyle emisyon ataleti açıkça hesaba katılmaktadır. İkincisi, yenilenebilir enerji, dijitalleşme, gelir ve çevresel patent değişkenleri tek bir bütünleşik çerçevede eş zamanlı olarak incelenmektedir. Üçüncüsü, içsellik sorununun giderilmesi amacıyla Arellano–Bond fark GMM tahmincisinden yararlanılmaktadır. Dördüncüsü, çalışma 2015–2021 dönemini kapsayan çok ülkeli bir panel üzerinden dijitalleşme ve düşük karbonlu ekonomilere geçişin güncel dinamiklerini ortaya koymaktadır.

Hipotezler

H1: Kişi başı CO_2 emisyonları pozitif yönlü dinamik bir süreklilik sergiler.

H2: Yenilenebilir enerji, kişi başı CO_2 emisyonları üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.

H3: Dijitalleşmenin kişi başı CO_2 emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır; ancak bu etkinin yönü ampirik olarak belirlenir.

H4: Çevresel patent göstergesi, kişi başı CO_2 emisyonları üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.

H5: Emisyon ataleti ve potansiyel içsellik nedeniyle dinamik panel tahminleri statik sabit etkiler tahminlerinden farklılaşır.

Ekonomik faaliyet ile çevresel bozulma arasındaki ilişki, çevre ekonomisinin merkezi sorularından biridir. Geniş bir literatür, karbon emisyonlarını gelir artışı, enerji tüketimi, teknolojik gelişme ve kurumsal yapıların etkileşimi çerçevesinde açıklamaktadır (Lin ve diğerleri, 2023; Leal & Marques, 2022). ÇKE hipotezi, çevresel bozulmanın başlangıçta büyüme ile birlikte arttığını, belirli bir gelir eşiğinin aşılmasının ardından ise temiz teknolojilere geçiş ve düzenlemelerin güçlenmesiyle gerilediğini öne sürmektedir (Grossman & Krueger, 1995). Bununla birlikte bu mekanizmanın kendiliğinden işlemediği görülmekte; fosil yakıt yoğun bir yapıya sahip ülkelerin yüksek gelir düzeylerinde dahi yüksek emisyon sergilemeye devam ettiği saptanmaktadır. Mehmood ve diğerleri (2023), enerji yapısı, teknolojik kapasite ve politika yöneliminin gelirle birlikte değerlendirilmediği durumlarda gelirin tek başına emisyon dinamiklerini açıklamada yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir enerji dönüşümü, karbon emisyonlarının azaltılmasında en etkili araçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Fosil yakıtların güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklarla ikame edilmesi, ekonomik faaliyetin karbon yoğunluğunu düşürme potansiyeli taşımaktadır (Allard ve diğerleri, 2018; Mohammed ve diğerleri, 2024). Önceki çalışmalar, yenilenebilir kaynakların fosil enerjiyi tamamlayıcı değil ikame edici bir biçimde kullanıldığı durumlarda daha düşük CO_2 emisyon düzeyleriyle ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır. OECD ve G7 ülkeleri üzerinde yürütülen güncel araştırmalar ise yenilenebilir enerji, yeşil finans ve enerji verimliliği uygulamalarının emisyon azaltımındaki bileşik etkilerini vurgulamaktadır (Bianchini ve diğerleri, 2022; IRENA, 2023). Bununla birlikte yenilenebilir enerjinin etkisi; enerji altyapısı, politika teşvikleri ve mevcut fosil yakıt bağımlılığı gibi yapısal etkenlere bağlı olarak ülkeler arasında farklılaşabilmektedir.

Dijitalleşmenin çevresel etkisi iki yönlü bir karaktere sahip olup literatürde verimlilik artışı ile geri-tepme (rebound) etkisi ekseninde belirgin bir ayrışma gözlemlenmektedir. Bir yandan dijital teknolojiler; enerji verimliliğini artırabilmekte, lojistik süreçleri optimize edebilmekte, akıllı şebekelerin işleyişini destekleyebilmekte ve çevresel izleme kapasitesini iyileştirebilmektedir (Irajifar ve diğerleri, 2023). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) uygun biçimde uyarlandığı durumlarda, ulaştırma gibi yüksek emisyonlu sektörlerde kirliliği azaltma potansiyeli taşıdığı ampirik olarak da desteklenmektedir (Chatti, 2021). Diğer yandan veri merkezleri, bulut bilişim, yapay zekâ uygulamaları ve bağlı cihazlar belirgin bir elektrik talebi yaratmaktadır (Jones, 2018; IEA, 2023). Güncel kanıtlar bu ikiliği açıkça yansıtmaktadır: bir kısım çalışma dijitalleşmenin yeşil inovasyon ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik ederek sürdürülebilirliği desteklediğini ortaya koyarken (Singh ve diğerleri, 2022; Bianchini ve diğerleri, 2022), diğerleri özellikle BİT altyapısının elektrik tüketimi yoluyla emisyonları artırabildiğine dikkat çekmektedir (Dimian ve diğerleri, 2025; Arshad ve diğerleri, 2024). Dolayısıyla dijitalleşmenin net etkisi, elektrik üretiminin karbon yoğunluğu ile dijital altyapının enerji verimliliği standartlarına bağlı olarak belirlenmektedir.

Yeşil inovasyon, uzun vadeli karbonsuzlaştırma sürecinde belirleyici bir konuma sahiptir. Çevresel patentler ve düşük karbonlu inovasyon faaliyetleri; enerji verimliliğini artırarak ve daha temiz üretim süreçlerini olanaklı kılarak emisyonların azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Popp, 2019). Acemoglu ve diğerleri (2012), uygun politika teşviklerinin varlığında teknolojik ilerlemenin çevre dostu inovasyona yönlendirilebileceğini kuramsal olarak ortaya koymaktadır. Yönlendirilmiş teknik değişim çerçevesinde inovasyon süreci, mevcut teknolojik birikimden bağımsız işlememekte; fosil yakıt teknolojilerindeki tarihsel üstünlük, Ar-Ge yatırımlarının 'kirli' teknolojiler yönünde kilitlenmesine yol açarak temiz alternatiflerin göreceli maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle politika müdahalesinin yokluğunda piyasa mekanizması, başlangıçta mevcut karbon yoğun teknolojik patikayı pekiştirme eğilimi göstermektedir (Aghion ve diğerleri, 2016). OECD ülkelerine odaklanan ampirik çalışmalar, çevresel patentlerdeki %1'lik artışın anlamlı emisyon azalımlarıyla ilişkilendirilebildiğini bildirmektedir (Kafeel ve diğerleri, 2024). Bununla birlikte patent göstergelerinin etkinliği coğrafi ve sektörel düzeyde heterojen bir nitelik taşımakta; patent faaliyetinin az sayıda gelişmiş ekonomide yoğunlaşması ve patentlerin ticari teknolojilere dönüşümünün gecikmeli gerçekleşmesi önemli ölçüm sınırlılıklarına neden olmaktadır (Aliani ve diğerleri, 2024).

Bu çalışmanın merkezi argümanlarından biri, karbon emisyonlarının belirgin bir dinamik direnç sergilediği yönündedir. Mevcut emisyon düzeyleri geçmiş emisyonlardan bağımsız değildir; var olan enerji sistemleri, sanayi yapıları, ulaşım altyapısı ve teknolojik kilitlenmeler tarafından biçimlendirilmektedir (Unruh, 2000). Bu bağlamda Gil-Alana ve diğerleri (2022) küresel emisyonların yüksek dereceden bütünleşme sergilediğini, He ve diğerleri (2017) ise büyük emisyon kaynaklarında karbon histerezi hipotezinin geçerli olduğunu raporlamaktadır. Statik panel modelleri söz konusu ataletin bir kısmını diğer açıklayıcı değişkenlere yükleyerek yanıltıcı sonuçlara yol açabilmekte; bu nedenle dinamik spesifikasyonun benimsenmesi metodolojik bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Mevcut literatür yenilenebilir enerji, dijitalleşme, yeşil inovasyon ve karbon emisyonları arasındaki ilişkileri farklı boyutlarıyla incelemiş olsa da bu değişkenleri tek bir bütünleşik dinamik panel çerçevesinde birlikte ele alan çalışmalar görece sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma; karbon emisyon ataletini, yenilenebilir enerji dönüşümünü, dijitalleşmeyi, geliri ve çevresel patent göstergesini birlikte değerlendirerek ve Arellano–Bond GMM tahmincisi aracılığıyla içsellik sorununu açıkça çözerek söz konusu boşlukları gidermektedir.

Veri ve Yöntemler

Ampirik analiz 37 ülkeyi kapsayan ve 2015–2021 dönemine ait 257 ülke–yıl gözlemi içeren panel veri seti üzerinde yürütülmüştür. Bağımlı değişken kişi başı CO_2 emisyonlarıdır. Temel açıklayıcı değişkenler yenilenebilir enerji payı, bileşik dijitalleşme endeksi, kişi başı GSYH ve çevresel patent göstergesidir; modelde dinamik ataleti yakalamak amacıyla kişi başı CO_2 emisyonlarının bir dönem gecikmeli değeri de yer almaktadır. 2015–2021 dönemi Paris Anlaşması sonrası iklim taahhütlerinin yoğunlaştığı, yenilenebilir yatırımlarının ivmelendiği ve dijital dönüşümün geniş bant altyapısı ile bulut hizmetleri aracılığıyla hızla yayıldığı bir aşamaya karşılık gelmektedir (IPCC, 2022; IEA, 2023). Tablo 1 değişken tanımlarını sunmaktadır.

Tablo 1

Değişken Tanımları

Değişken	*Modeldeki Rolü*	*Açıklama*
CO2_pc	Bağımlı değişken	Kişi başına düşen CO_2 emisyonu (metrik ton)
L1_CO2_pc	Dinamik terim	Kişi başına düşen CO_2 emisyonunun bir dönem gecikmeli değeri
Renewable	Temel açıklayıcı	Toplam nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı (%)
Digital	Temel açıklayıcı	Bileşik dijital altyapı endeksi
GDP	Kontrol değişkeni	Kişi başına düşen GSYH, sabit USD (SAGP)
ENV_PAT	İnovasyon değişkeni	Çevreyle ilgili patent başvurusu sayısı

Not. SAGP = Satın alma gücü paritesi; GSYH = Gayri safi yurt içi hâsıla.

Tanımlayıcı istatistikler ülkeler arası kayda değer farklılaşmaları ortaya koymaktadır. Kişi başı CO_2 emisyonlarının ortalaması 7,599; standart sapması 3,785'tir (min: 1,425; maks: 17,889). Yenilenebilir enerji 41,863 ortalama ve 26,403 standart sapma; dijitalleşme ise 84,470 ortalama ve 9,936 standart sapma değerlerini almaktadır. Kişi başı GSYH 5.892–110.873 USD aralığında değişerek belirgin gelir heterojenliği sergilemekte; çevresel patent göstergesi (ortalama 1.007,8; std. sapma 2.310,7) yeşil inovasyon kapasitesinin az sayıda ülkede yoğunlaştığına işaret etmektedir (Tablo 2).

Tablo 2

Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	*Ortalama*	*Std. Sapma*	*Min*	*Max*
CO2_pc	7.599	3.785	1.425	17.889
L1_CO2_pc	7.731	3.909	1.487	17.952
Renewable	41.863	26.403	2.061	99.367
Digital	84.470	9.936	52.310	99.124
GDP	36,839.7	23,143.4	5,891.9	110,873.2
ENV_PAT	1,007.8	2,310.7	0.000	15,842.0

Not. N = 257 ülke–yıl gözlemi..

Temel dinamik panel model şu şekilde belirlenmiştir:

$$CO2_pc(i,t) = \alpha \cdot CO2_pc(i,t-1) + \beta_1 \cdot Renewable(i,t) + \beta_2 \cdot Digital(i,t) + \beta_3 \cdot GDP(i,t) + \beta_4 \cdot ENV_PAT(i,t) + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon(i,t)$$

Burada i ülkeyi, t yılı; μ_i gözlemlenemeyen ülkeye özgü etkileri, λ_t ortak zaman etkilerini temsil etmektedir. α parametresi emisyon ataletini ölçmektedir; $\alpha > 0$ ise emisyonlar dinamik atalet sergilemektedir.

Model önce sabit etkiler yöntemiyle tahmin edilmektedir. Sabit etkiler tahmincisi coğrafya, kurumsal kalite, tarihsel enerji bağımlılığı gibi zaman içinde değişmeyen heterojenliği kontrol eder. Ancak gecikmeli bağımlı değişken modele dahil edildiğinde, dönüştürülmüş gecikmeli değişken dönüştürülmüş hata terimiyle korelasyon kazanmakta ve özellikle kısa zaman boyutuna sahip panellerde Nickell (1981) yanlılığı ortaya çıkmaktadır. Bu yanlılık altında havuzlanmış EKK (OLS) tahminleri yukarı yönlü, sabit etkiler (within-groups) tahminleri ise aşağı yönlü sapma gösterme eğilimindedir; bu da gecikmeli bağımlı değişkenin katsayısını sınırlandıran iki kutup oluşturur. Bu nedenle ikinci aşamada Arellano–Bond fark GMM tahmincisi kullanılmaktadır (Arellano & Bond, 1991). Bu yöntem, ülkeye özgü sabit etkileri ortadan kaldırmak için modelin birinci farkını almakta ve farkı alınmış gecikmeli bağımlı değişken için bağımlı değişkenin gecikmeli düzey değerlerini araç değişken olarak kullanmaktadır. Yöntem, çok sayıda kesit birimi ve görece kısa zaman dönemine sahip paneller için uygundur (Roodman, 2009).

Modelin geçerliliği Arellano–Bond serisel korelasyon testleri ve Sargan/Hansen aşırı tanımlama testi ile değerlendirilmektedir. Aşırı tanımlama kısıtlarının geçerliliğini sınayan bu testler arasında Hansen J istatistiği, heteroskedastisite ve serisel korelasyon altında Sargan testine kıyasla daha dirençli bir yapı sunmaktadır. Diğer bir önemli husus araç değişken çoğalmasıdır; zaman boyutu büyüdükçe araç sayısı geometrik olarak artmakta, bu da Hansen testinin gücünü zayıflatabilmekte ve katsayı tahminlerinin güvenilirliğini etkileyebilmektedir (Roodman, 2009). Fark dönüşümü nedeniyle AR(1) testinde birinci dereceden otokorelasyon beklenirken, AR(2) testinin istatistiksel olarak anlamsız çıkması araç kümesinin geçerliliği için kritik öneme sahiptir.

Bulgular ve Tartışma

Sabit etkiler modelinde gecikmeli bağımlı değişkenin katsayısı (L1_CO2_pc = 0,546) pozitif ve %1 düzeyinde anlamlıdır; bu sonuç emisyonlarda güçlü bir süreklilik bulunduğunu ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji katsayısı kuramsal beklentiyle uyumlu biçimde negatiftir (-0,042) ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = 0,121). Dijitalleşme katsayısı pozitif ve anlamlıdır (0,025; p = 0,015) ve statik spesifikasyonda yüksek dijitalleşmenin daha yüksek kişi başı CO_2 emisyonlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Kişi başı GSYH katsayısı sıfıra yakın ve anlamsız; çevresel patent katsayısı ise negatif fakat anlamsızdır. Sabit etkiler modelinin within R^2 değeri 0,6945; overall R^2 değeri 0,8503'tür.

Arellano–Bond fark GMM tahmininde emisyon ataletinin varlığı doğrulanmaktadır: L1_CO2_pc katsayısı 0,469 olup %1 düzeyinde anlamlıdır. Yenilenebilir enerji katsayısı dinamik modelde negatif ve anlamlıdır (-

0,051; p = 0,013); bu durum dinamik atalet ve potansiyel içsellik dikkate alındığında yenilenebilir enerjinin emisyonları azaltmaya katkı sağladığına dair daha güçlü bir kanıt sunmaktadır. Dijitalleşme katsayısı pozitif (0,037) ancak istatistiksel olarak anlamsızdır (p = 0,188); bu sonuç sabit etkiler modelinden farklılaşmakta ve dijitalleşme–emisyon ilişkisinin model spesifikasyonuna duyarlı olduğunu göstermektedir. GSYH katsayısı dinamik modelde de anlamsız kalmakta; çevresel patent katsayısı negatif fakat anlamsız bulunmaktadır. Arellano–Bond modeli, fark alma ve gecikme oluşturulduktan sonra 182 gözlem ile tahmin edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3

Sabit Etkiler ve Arellano–Bond Fark GMM Tahminleri

Değişken	*Sabit Etkiler*	*Arellano–Bond GMM*
L1_CO2_pc	0.546*** (p < .01)	0.469*** (p < .01)
Renewable	−0.042 (p = .121)	−0.051** (p = .013)
Digital	0.025** (p = .015)	0.037 (p = .188)
GDP	≈ 0.000 (a.d.)	≈ 0.000 (a.d.)
ENV_PAT	Negatif (a.d.)	Negatif (a.d.)
Gözlem sayısı	257	182
R^2 *(grup-içi)*	0.6945	—
AR(1) p-değeri	—	0.2027
AR(2) p-değeri	—	0.2012

Not. Bağımlı değişken kişi başına düşen CO_2 emisyonlarıdır (CO2_pc). Parantez içindeki değerler *p*-değerlerini göstermektedir. a.d. = anlamlı değil.

* *p* < .10. ** *p* < .05. *** *p* < .01.

Arellano–Bond AR(1) testi -1,2739 (p = 0,2027), AR(2) testi -1,2782 (p = 0,2012) değerlerini almaktadır. AR(2) testinin istatistiksel olarak anlamsız çıkması ikinci dereceden otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmekte ve dinamik panel modelindeki moment koşullarının geçerliliğini desteklemektedir. Bulgular hipotezler ile ilişkilendirildiğinde: H1 (emisyon ataleti) her iki modelde de güçlü biçimde desteklenmektedir; H2 (yenilenebilir enerjinin azaltıcı etkisi) özellikle Arellano–Bond spesifikasyonu üzerinden dinamik olarak desteklenmektedir; H3 (dijitalleşmenin etkisi) karma kanıtlar üretmektedir; H4 (çevresel patent etkisi) güçlü biçimde desteklenmemekle birlikte negatif katsayı işareti kuramsal beklentilerle uyumludur; H5 (dinamik–statik tahminlerin farklılaşması) dijitalleşme ve yenilenebilir enerji bulgularındaki ayrışmayla doğrulanmaktadır.

Çalışmanın en sağlam bulgusu kişi başı CO_2 emisyonlarındaki ataletin varlığıdır. Bu sonuç Unruh (2000)'un karbon kilitlenmesi tezini ve Aghion vd. (2016)'nın patika bağımlılığı bulgularını mikro-ekonometrik düzeyde doğrulamaktadır. Atalet çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir: (i) enerji altyapısının uzun ömürlü olması; santraller, iletim hatları ve sanayi tesislerinin onlarca yıl kullanımda kalabilmesi (IEA, 2023); (ii) yüksek fosil yakıt bağımlılığı bulunan ülkelerin hızlı karbonsuzlaşmaya yönelik teknolojik ve siyasi engellerle karşılaşması (Acemoglu vd., 2012); (iii) tüketim alışkanlıkları, kentsel yapılar ve üretim sistemlerinin karbon kilitlenmesi yaratması. He vd. (2017) tarafından raporlanan pozitif karbon histerezi bulguları da bu yorumla uyumludur.

Yenilenebilir enerjinin GMM modelinde anlamlı negatif etkisi Mehmood vd. (2023), Allard vd. (2018) ve Bianchini vd. (2022)'nin OECD ve G7 paneli bulgularıyla tutarlıdır. Sabit etkiler modelinde bu etkinin sınırlı kalması, statik modellerin atalet kanalını yeterince izole edememesinden kaynaklanıyor olabilir.

Dijitalleşmenin rolü ise daha belirsizdir. Sabit etkiler modelinde pozitif ve anlamlı katsayı, dijital genişlemenin elektrik talebini artırarak emisyonları yükselttiği yönündeki kanıtlarla uyumludur (Jones, 2018; Arshad vd., 2024). Arellano–Bond modelinde katsayının anlamsızlaşması, dijitalleşmenin verimlilik kazandırıcı ve enerji tüketimini artırıcı etkilerinin birbirini kısmen dengelediğine işaret edebilir; bu da Irajifar vd. (2023)'nin ve Dimian vd. (2025)'nin bulgularıyla örtüşmektedir.

Kişi başı GSYH'nin anlamsız çıkması gelir–çevre ilişkisinin doğrusal-olmayan ve heterojen yapısını yansıtmaktadır (He vd., 2017; Bruegel, 2025). Modelin GSYH'nin karesini içermemesi nedeniyle ÇKE hipotezi doğrudan sınanamamıştır. Çevresel patent göstergesinin anlamsız negatif etkisi, inovasyon yayılımındaki gecikmeler, patent faaliyetinin az sayıda gelişmiş ülkede yoğunlaşması ve patent sayılarının kalite-uyarlamalı bir inovasyon ölçütü olarak sınırlılıklarıyla açıklanabilir (Kafeel vd., 2024; Aliani vd., 2024). Bu sonuç, yeşil inovasyonun emisyon azaltımına etkisinin yalnızca patent sayısına değil; uygulama, yayılım ve karbon fiyatlandırması mekanizmalarına da bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, kişi başına düşen CO_2 emisyonlarının belirleyicilerini dinamik panel veri yaklaşımı çerçevesinde 37 ülkenin 2015–2021 dönemine ait verileri üzerinden analiz etmiştir. Bulgular üç temel eksende öne çıkmaktadır. Birincisi, kişi başına düşen CO_2 emisyonlarının güçlü bir dinamik direnç davranışı sergilediği saptanmıştır; gecikmeli bağımlı değişken hem sabit etkiler modelinde (0,546) hem de Arellano–Bond fark GMM tahmincisinde (0,469) pozitif işaretli ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir katsayı üretmiştir. Bu bulgu, karbon kilitlenmesi ve patika bağımlılığı tezlerini deneysel düzeyde destekleyen güçlü bir kanıt sunmaktadır (Unruh, 2000; Aghion ve diğerleri, 2016). İkincisi, yenilenebilir enerjinin dinamik model altında emisyonlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azaltıcı etki ürettiği tespit edilmiş olup bu sonuç, enerji dönüşümünün karbon azaltım sürecindeki yapısal işlevini ampirik olarak teyit etmektedir (IRENA, 2023; Bianchini ve diğerleri, 2022). Üçüncüsü, dijitalleşmenin emisyonlar üzerindeki etkisinin model seçimine bağlı olarak farklılaştığı ve yön açısından belirsiz bir görünüm sergilediği gözlemlenmiştir; söz konusu sonuç, dijital teknolojilerin sağladığı verimlilik kazanımları ile veri merkezleri ve ilgili altyapıların yol açtığı elektrik talebi artışı arasındaki gerilimli dengeyi yansıtmaktadır (Irajifar ve diğerleri, 2023; IEA, 2023).

Bulgular, kayda değer politika çıkarımları sunmaktadır. (1) Karbon emisyonlarındaki yapısal atalet, iklim politikalarının uzun vadeli, tutarlı ve yapısal bir çerçevede yürütülmesini gerekli kılmakta; geçici veya parçalı müdahalelerin bu ataleti kırma olasılığı oldukça sınırlı görünmektedir. (2) Yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması iklim politikasının merkezinde kalmaya devam etmeli; ancak ilgili politikalar toplam enerji arzını yalnızca artırmak yerine fosil yakıt temelli enerjiyi ikame edecek şekilde tasarlanmalıdır (Allard ve diğerleri, 2018; Mohammed ve diğerleri, 2024). (3) Dijitalleşme, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji politikalarıyla bütünleştirilmeli; veri merkezleri, yapay zekâ sistemleri, bulut platformları ve dijital ağlar enerji verimliliği standartları ile yeşil elektrik gerekliliklerine tabi tutulmalıdır (IEA, 2023; Dimian ve diğerleri, 2025). (4) Yeşil inovasyon politikaları; kamu Ar-Ge desteği, yeşil patent teşvikleri, karbon fiyatlandırması ve teknoloji yayılım programları gibi araçlarla güçlendirilmelidir (Acemoglu ve diğerleri, 2012; Kafeel ve diğerleri, 2024). (5) Ekonomik büyüme, dijitalleşme ve iklim politikası birbirinden bağımsız gündemler olarak ele alınmamalı; bütüncül bir karbonsuzlaştırma çerçevesinde eş güdümlü biçimde tasarlanmalıdır.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. 2015–2021 dönemi görece kısadır ve uzun vadeli teknolojik ile politika etkilerinin değerlendirilmesini sınırlandırmaktadır. Bunun yanı sıra çevresel patent ve dijitalleşme değişkenleri, ilgili olguları yalnızca kısmen temsil etmektedir. Gelecek çalışmalar; örneklem dönemini genişleterek, doğrusal olmayan modeller uygulayarak ve karbon fiyatlandırma ile politika değişkenlerini analize dahil ederek bu çerçeveyi geliştirebilir.

Çalışmanın temel katkısı, karbon emisyonlarının belirgin bir dinamik direnç sergilediğini ve bu süreklilik açıkça hesaba katıldığında yenilenebilir enerji dönüşümünün emisyon azaltımında merkezi bir rol oynadığını ortaya koymasıdır. Etkili bir karbonsuzlaştırma süreci ise enerji sistemlerinin, dijital altyapının, inovasyon kapasitesinin ve uzun vadeli kalkınma stratejilerinin eş güdümlü biçimde dönüştürülmesini gerektirmektedir.

Kaynakça

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. American Economic Review, 102(1), 131–166. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4692283/

Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hemous, D., Martin, R., & Van Reenen, J. (2016). Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry. Journal of Political Economy, 124(1), 1–51. https://www.nber.org/papers/w18596

Aliani, K., Borgi, H., Alessa, N., Hamza, F., & Albitar, K. (2024). The impact of green innovation and renewable energy on CO_2 emissions in G7 nations. Heliyon, 10(10), e31142. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31142

Allard, A., Takman, J., Uddin, G. S., & Ahmed, A. (2018). The N-shaped environmental Kuznets curve: An empirical evaluation using a panel quantile regression approach. Environmental Science and Pollution Research, 25, 5848–5861. https://doi.org/10.1007/s11356-017-0907-0

Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. The Review of Economic Studies, 58(2), 277–297. https://doi.org/10.2307/2297968

Arshad, Z., Madaleno, M., Lillebø, A. I., & Vieira, H. (2024). Digitalization's contribution towards sustainable development and climate change mitigation: An empirical evidence from EU economies. Heliyon, 10(13), e33451. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33451

Bianchini, S., Damioli, G., & Ghisetti, C. (2022). The environmental effects of the "twin" green and digital transition: New evidence from European regions. Environmental and Resource Economics, 83, 877–913. https://doi.org/10.1007/s10640-022-00741-7

Bruegel. (2025). Yes, there is an environmental Kuznets curve: Economic development can be a pathway to lower per-capita emissions. Bruegel First Glance. https://www.bruegel.org/first-glance/yes-there-environmental-kuznets-curve

Chatti, W. (2021). Moving towards environmental sustainability: Information and communication technology (ICT), freight transport, and CO_2 emissions. Heliyon, 7(10), e08190. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08190

Dimian, G. C., Maftei, M., Jablonský, J., & Olaru, S. M. (2025). The influence of digitalization on greenhouse gas emissions in European Union: The analysis of mediating effect of renewable energy consumption. Journal of the Knowledge Economy. https://doi.org/10.1007/s13132-025-02657-1

Gil-Alana, L. A., Gupta, R., Olubusoye, O. E., & Yaya, O. S. (2022). CO_2 emissions persistence: Evidence using fractional integration. Energy Strategy Reviews, 43, 100924. https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100924

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. The Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353–377. https://doi.org/10.2307/2118443

He, L., Yin, F., Zhong, Z., & Ding, Z. (2017). The impact of local government investment on the carbon emissions reduction effect: An empirical analysis of panel data from 30 provinces and municipalities in China. PLOS ONE, 12(7), e0180946. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180946

IEA. (2023). Digitalisation and energy. International Energy Agency. https://www.iea.org/energy-system/decarbonisation-enablers/digitalisation

IPCC. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926

Irajifar, L., Chen, H., Lak, A., Sharifi, A., & Cheshmehzangi, A. (2023). The nexus between digitalization and sustainability: A scientometrics analysis. Heliyon, 9(4), e15172. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15172

IRENA. (2023). World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/publications/2023

Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. Nature, 561(7722), 163–166. https://doi.org/10.1038/d41586-018-06610-y

Kafeel, K., Zhou, J., Phetkhammai, M., Heyan, L., & Khan, S. (2024). Green innovation and environmental quality in OECD countries: The mediating role of renewable energy and carbon taxes. Environmental Science and Pollution Research, 31(2), 2214–2227. https://doi.org/10.1007/s11356-023-31111-5

Leal, P. H., & Marques, A. C. (2022). The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective. Heliyon, 8(11), e11521. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11521

Lin, B., Omoju, O. E., & Okonkwo, J. U. (2023). The environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis in China: A review. Sustainability, 15(7), 6110. https://doi.org/10.3390/su15076110

Mehmood, U., Tariq, S., Aslam, M. U., Agyekum, E. B., Uhunamure, S. E., Shale, K., Kamal, M., & Khan, M. F. (2023). Evaluating the impact of digitalization, renewable energy use, and technological innovation on load capacity factor in G8 nations. Scientific Reports, 13, 9131. https://doi.org/10.1038/s41598-023-36373-0

Mohammed, S., Gill, A. R., Ghosal, K., Al-Dalahmeh, M., Alsafadi, K., Szabó, S., Oláh, J., Alkerdi, A., Ocwa, A., & Harsanyi, E. (2024). Assessment of the environmental Kuznets curve within EU-27: Steps toward environmental sustainability (1990–2019). Environmental Science and Ecotechnology, 18, 100312. https://doi.org/10.1016/j.ese.2023.100312

Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. Econometrica, 49(6), 1417–1426. https://doi.org/10.2307/1911408

OECD. (2023). Environment at a glance indicators. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en

Popp, D. (2019). Environmental policy and innovation: A decade of research (NBER Working Paper No. 25631). National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/papers/w25631

Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. The Stata Journal, 9(1), 86–136. https://ageconsearch.umn.edu/record/122704/

Singh, R., Akram, S. V., Gehlot, A., Buddhi, D., Priyadarshi, N., & Twala, B. (2022). Energy System 4.0: Digitalization of the energy sector with inclination towards sustainability. Sensors, 22(17), 6619. https://doi.org/10.3390/s22176619

Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. Energy Policy, 28(12), 817–830. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7

ADAPTİF YENİDEN KULLANIM SÜRECİNDE TİPOLOJİK OKUNABİLİRLİK VE MEKÂNSAL BELLEK: BURSA HANLAR BÖLGESİ'NDEKİ ORHAN GAZİ HAMAMI ÖRNEĞİ

Mehmet Fatih AYDIN[1]

[1] Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa, Türkiye, 0000-0002-4904-6435

ÖZET

Bu çalışma, Bursa Hanlar Bölgesi'nde yer alan ve günümüzde Aynalı Çarşı olarak kullanılan Orhan Gazi Hamamı'nı adaptif yeniden kullanım, tipolojik okunabilirlik ve mekânsal bellek kavramları üzerinden değerlendirmektedir. Orhan Gazi Külliyesi'nin bir bileşeni olan yapı, erken Osmanlı kentleşmesi, külliye organizasyonu ve ticari-kamusal yaşam ilişkileri açısından önemli bir konuma sahiptir. Ancak yapının günümüzde ticari işlev altında kullanılmaya devam etmesi, tek başına koruma başarısı olarak değerlendirilemez. Çalışmanın temel savı, tarihî yapılarda kullanım sürekliliğinin, yapının özgün mekânsal karakterinin ve tarihsel anlam katmanlarının korunmasıyla aynı şey olmadığıdır. Orhan Gazi Hamamı örneğinde, çarşı kullanımına bağlı olarak gelişen camekânlar, bölücü elemanlar, asma katlar, kaplamalar, tesisat öğeleri ve ticari donatılar, yapının hamam tipolojisine özgü soyunmalık, ılıklık, sıcaklık ve servis mekânları arasındaki ardışık düzenin okunabilirliğini zayıflatmıştır. Buna karşın kubbeli ve tonozlu örtü sistemi, bazı ışıklıklar, nişler ve geçiş öğeleri yapının tarihsel karakterinin bütünüyle kaybolmadığını göstermektedir. Sonuç olarak Orhan Gazi Hamamı, adaptif yeniden kullanımın hem yaşatma hem de mimari belleği silikleştirme potansiyelini aynı anda barındıran öğretici bir örnek sunmaktadır. Çalışma, tarihî yapılarda koruma başarısının yalnızca kullanımın sürmesiyle değil, tipolojik okunabilirliğin ve mekânsal belleğin ne ölçüde korunabildiğiyle değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adaptif yeniden kullanım; tipolojik okunabilirlik; mekânsal bellek; Orhan Gazi Hamamı; Bursa Hanlar Bölgesi.

ABSTRACT

This study examines the Orhan Gazi Bath, located in the Bursa Khans District and currently used as Aynalı Çarşı, through the concepts of adaptive reuse, typological readability, and spatial memory. As a component of the Orhan Gazi Complex, the building holds significant importance within the context of early Ottoman urban development, külliye organization, and the relationship between commercial and public life. However, the continued use of the building under a commercial function cannot, by itself, be considered a conservation success. The main argument of the study is that functional continuity in historic buildings is not identical to the preservation of their original spatial character and historical layers of meaning. In the case of the Orhan Gazi Bath, shopfronts, partition walls, mezzanine floors, surface coverings, service installations, and commercial equipment introduced through bazaar use have weakened the readability of the sequential spatial organization characteristic of bath architecture, including the changing room, warm room, hot room, and service spaces. Nevertheless, the domed and vaulted roof system, some skylights, niches, and transitional elements indicate that the historical character of the building has not been entirely lost. As a result, the Orhan Gazi Bath offers an instructive example that reveals the dual potential of adaptive reuse: sustaining a historic building while simultaneously obscuring its architectural memory. The study argues that conservation success in historic buildings should be evaluated not merely by continued use, but by the extent to which typological readability and spatial memory are preserved.

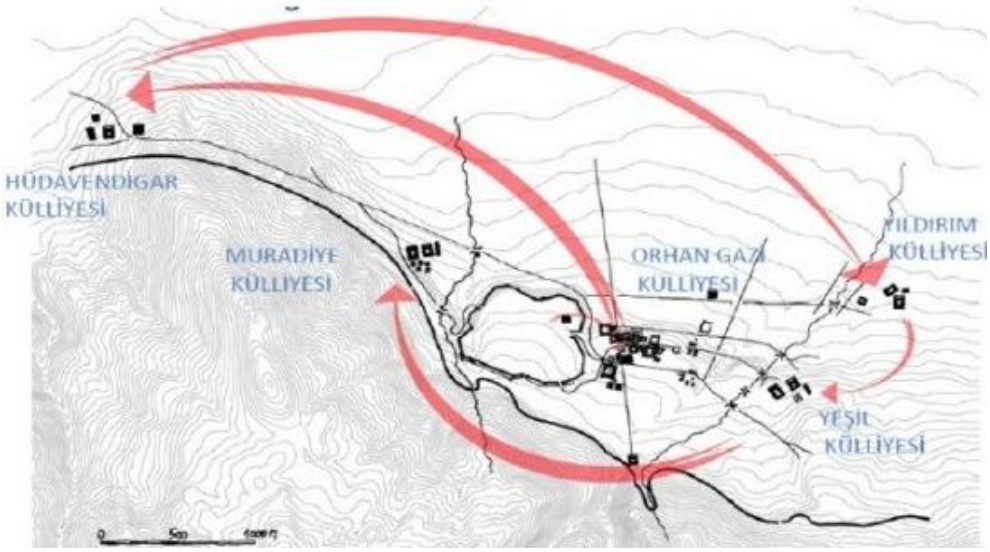
Keywords: Adaptive reuse; typological readability; spatial memory; Orhan Gazi Bath; Bursa Khans District.

1. GİRİŞ

Tarihî yapıların korunmasına ilişkin güncel tartışmalarda, yapının yaşatılması çoğu zaman onun kullanılmaya devam etmesiyle eş anlamlı biçimde ele alınmaktadır. Özellikle adaptif yeniden kullanım bağlamında, işlevini yitirmiş ya da özgün kullanımını sürdüremeyen yapıların yeni bir işlev kazanması, çoğu durumda olumlu ve gerekli bir koruma yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. Ancak kullanımın devam ediyor olması, her zaman

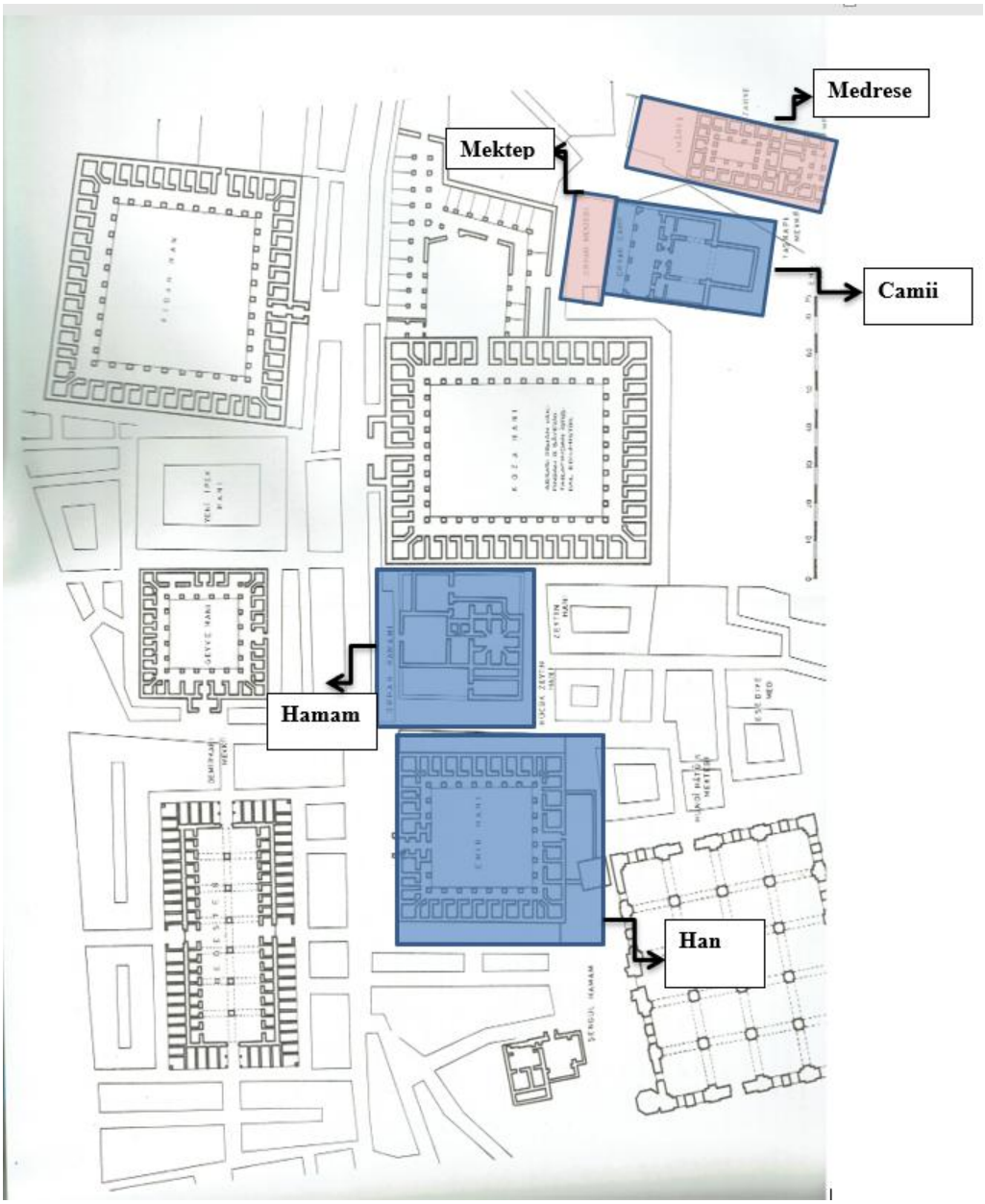
yapının mimari kimliğinin, tarihsel katmanlarının ve tipolojik karakterinin de korunabildiği anlamına gelmemektedir. Bir yapı ekonomik dolaşım içinde kalabilir, kentsel yaşamla bağını koparmayabilir ve hatta yoğun biçimde kullanılabilir; buna rağmen özgün mekânsal kurgusu, tarihsel okunabilirliği ve yapısal belleği ciddi ölçüde aşınmış olabilir. Bu nedenle adaptif yeniden kullanım süreçlerini yalnızca "boş kalmama", "ekonomik canlılık" ya da "işlevsel süreklilik" gibi ölçütlerle değerlendirmek yetersiz kalmaktadır. Asıl mesele, yeni kullanımın tarihî yapının hangi anlam katmanlarını görünür kıldığı, hangilerini ise bastırdığı sorusudur.

Bu problem, Bursa Hanlar Bölgesi'nde yer alan ve günümüzde Aynalı Çarşı olarak kullanılan Orhan Gazi Hamamı örneğinde son derece açık biçimde izlenebilmektedir. Orhan Gazi Külliyesi'nin bir bileşeni olarak inşa edilen yapı, erken Osmanlı kentleşmesinin, külliye organizasyonunun ve ticaret-kamusal hizmet ilişkilerinin önemli bir parçasıdır. Bursa'nın 1326'da Osmanlı egemenliğine girmesinin ardından gelişen aşağı şehir düzeni içinde şekillenen bu külliye, yalnızca dinî ve sosyal işlevleriyle değil, aynı zamanda ticaret ve kamusal yaşamı örgütleyen yapılarıyla da belirleyici olmuştur. Hamam da bu bütün içinde hem gelir üreten hem de kamusal hizmet sunan bir yapı olarak anlam kazanmıştır. Bursa'daki erken dönem külliye yapılanması ve hamamın bu bağlam içindeki yeri, yapının yalnızca tekil bir mimari nesne olarak değil, daha geniş bir kentsel ve tarihsel sistemin parçası olarak okunmasını gerekli kılar. Orhan Gazi Hamamı'nın tarihsel önemini anlayabilmek için, yapıyı yalnızca tekil bir yapı olarak değil, erken Osmanlı döneminde Bursa'nın gelişimini yönlendiren külliye sistemi içinde değerlendirmek gerekir. Nitekim Bursa'daki erken dönem külliyeler, kentin sur dışına doğru gelişen yeni mekânsal organizasyonunda belirleyici odaklar oluşturmuştur (Şekil 1).



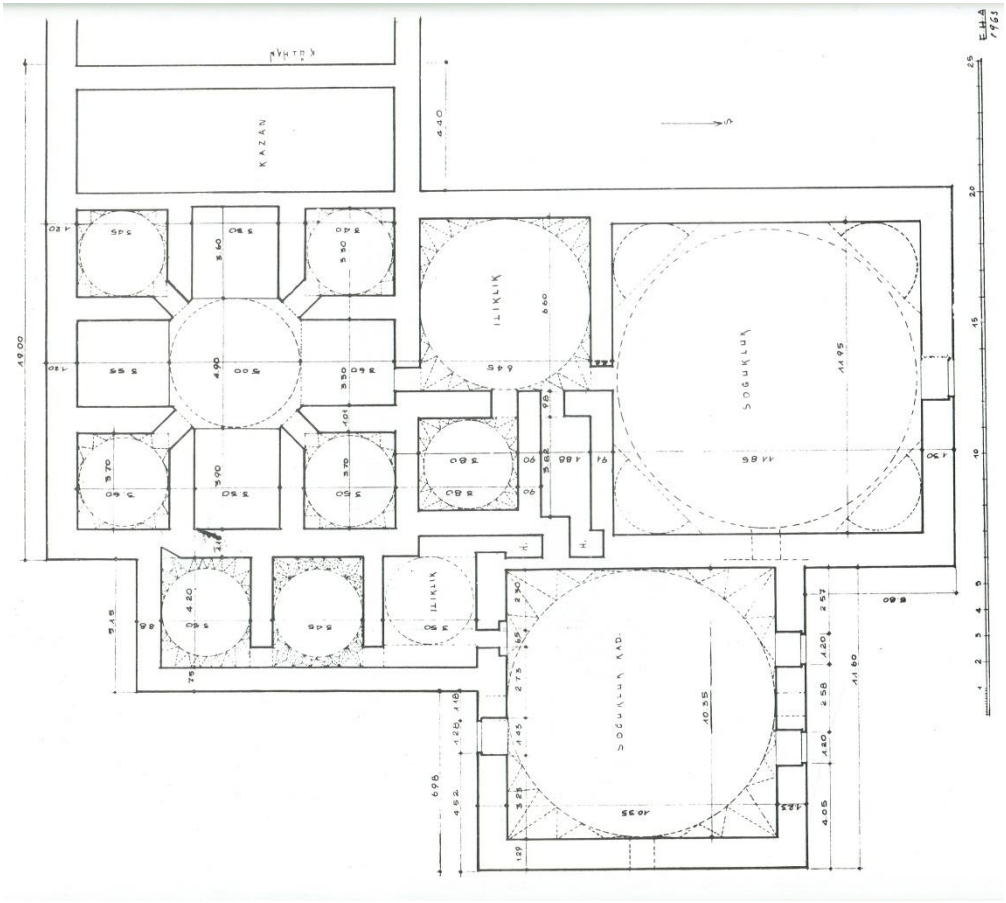
Şekil 5. Osmanlı dönemi Bursa külliyelerinin kent içindeki konumsal dağılımı

Bu genel dağılım içinde Orhan Gazi Külliyesi, yalnızca erken tarihli bir yapı topluluğu olması bakımından değil, aynı zamanda çarşı, han ve hamam gibi kamusal ve ekonomik işlevleri birlikte örgütleyen kurucu bir merkez niteliğiyle öne çıkmaktadır. Külliyenin Bursa çarşı dokusu içindeki konumu da bu bütüncül yapıyı daha açık biçimde ortaya koymaktadır. Orhan Gazi Külliyesi'nin cami, medrese, han ve hamam gibi bileşenlerle çarşı alanı içinde nasıl konumlandığı, Bursa çarşı planı üzerinde daha açık biçimde izlenebilmektedir (Şekil 2).



Şekil 6. Bursa çarşı planı üzerinde Orhan Gazi Külliyesi ve ana yapı bileşenleri

Külliyenin bu yerleşim düzeni, hamamın bağımsız bir anıt değil, ticari ve kamusal dolaşımın parçası olarak tasarlandığını göstermektedir. Ancak yapının tarihsel plan kurgusunu daha iyi anlayabilmek için, onu güncel kullanımıyla değil, özgün tipolojik şemasıyla birlikte okumak gerekir. Yapının hamam tipolojisine ilişkin temel mekânsal düzeni, Ekrem Hakkı Ayverdi'nin 1963 tarihli planı üzerinden okunabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 7. Orhan Gazi Hamamı'nın tipolojik kurgusunu gösteren plan (Ayverdi, 1963)

Bu plan, kadınlar ve erkekler bölümleri arasındaki ayrımı, soyunmalık, ılıklık ve sıcaklık gibi ana mekânların ardışık düzenini ve yapının özgün işleyiş mantığını kavramak açısından temel bir referans sunmaktadır. Günümüzde gözlenen parçalanmış kullanım düzeni ise, tam da bu tipolojik şemanın hangi ölçüde belirsizleştiği sorusunu gündeme getirmektedir.

Günümüzde Koza Han ile Emir Han arasında konumlanan yapı, çifte hamam tipolojisine ait olup zaman içinde farklı müdahaleler, yangınlar, onarımlar ve işlev değişiklikleri sonucunda özgün kullanımını kaybetmiş; buna karşın ticari yaşam içinde varlığını sürdürmüştür. Erkekler bölümünün çarşı olarak kullanılması, yapının kent yaşamı içindeki sürekliliğini korumasını sağlamış; ancak bu süreklilik aynı zamanda yeni kullanım baskılarıyla birlikte çok sayıda mekânsal ve fiziksel müdahaleyi de beraberinde getirmiştir. Mevcut durum incelemesi, yapıda asma katlar, bölücü elemanlar, duvar yüzeylerine sabitlenen raf ve dolaplar, demir doğramalar, sonradan eklenmiş kaplamalar, tesisat unsurları ve işlev kaynaklı çeşitli muhdes müdahalelerin özgün plan şemasını zayıflattığını göstermektedir. Böylece yapı, bir yandan terk edilmemiş ve kentsel sistem içinde canlı kalmış; öte yandan hamam tipolojisine özgü mekânsal ilişkilerin algılanmasını zorlaştıran bir dönüşüm geçirmiştir.

Tam da bu nedenle Orhan Gazi Hamamı, adaptif yeniden kullanımın başarı ölçütlerini sorgulamak için öğretici bir örnek sunmaktadır. Buradaki temel soru, yapının bugün hâlâ kullanılıyor olmasının tek başına bir koruma başarısı olarak kabul edilip edilemeyeceğidir. Sorun, yalnızca fiziksel devamlılık ya da ticari işlevin sürmesi değildir; asıl sorun, bu kullanımın yapının özgün tipolojik karakterini ne ölçüde okunabilir bıraktığıdır. Çünkü tarihî yapılarda koruma değeri yalnızca duvarların ayakta kalmasında değil, o yapının tarihsel organizasyonunu, mekânsal hiyerarşisini ve geçmişe ait işlevsel mantığını bugüne taşıyabilmesinde de yatar. Hamam yapılarında sıcaklık, ılıklık, soyunmalık ve servis birimleri arasındaki ardışıklık, yalnızca plan düzeyinde değil, yapının deneyimsel ve kültürel hafızasında da belirleyicidir. Bu ilişkiler parçalandığında, yapı ayakta kalsa bile hamam olarak taşıdığı anlamın önemli bir kısmı silikleşmektedir.

Orhan Gazi Hamamı'nın bugünkü durumu, adaptif yeniden kullanımın her zaman mimari bütünlüğü koruyan bir süreç olarak işlemediğini göstermektedir. Yapı, Hanlar Bölgesi'nin yoğun ticari yaşamı içinde kullanımını

sürdürmekte ve kentsel dolaşımın etkin bir parçası olarak varlığını devam ettirmektedir. Ne var ki bu işlevsel süreklilik, yapının özgün mekânsal organizasyonunun aynı açıklıkla algılanabildiği anlamına gelmemektedir. Zaman içinde eklenen asma katlar, bölücü düzenlemeler, kaplama ve tesisat öğeleri ile ticari kullanıma bağlı çeşitli müdahaleler, yapının hamam tipolojisine özgü mekânsal kurgusunu zayıflatmış; birimler arasındaki tarihsel ilişkilerin okunabilirliğini azaltmıştır. Bu nedenle yapı, fiziksel olarak yaşamını sürdüren; ancak özgün karakteri kısmen perdelenmiş bir tarihî çevre bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

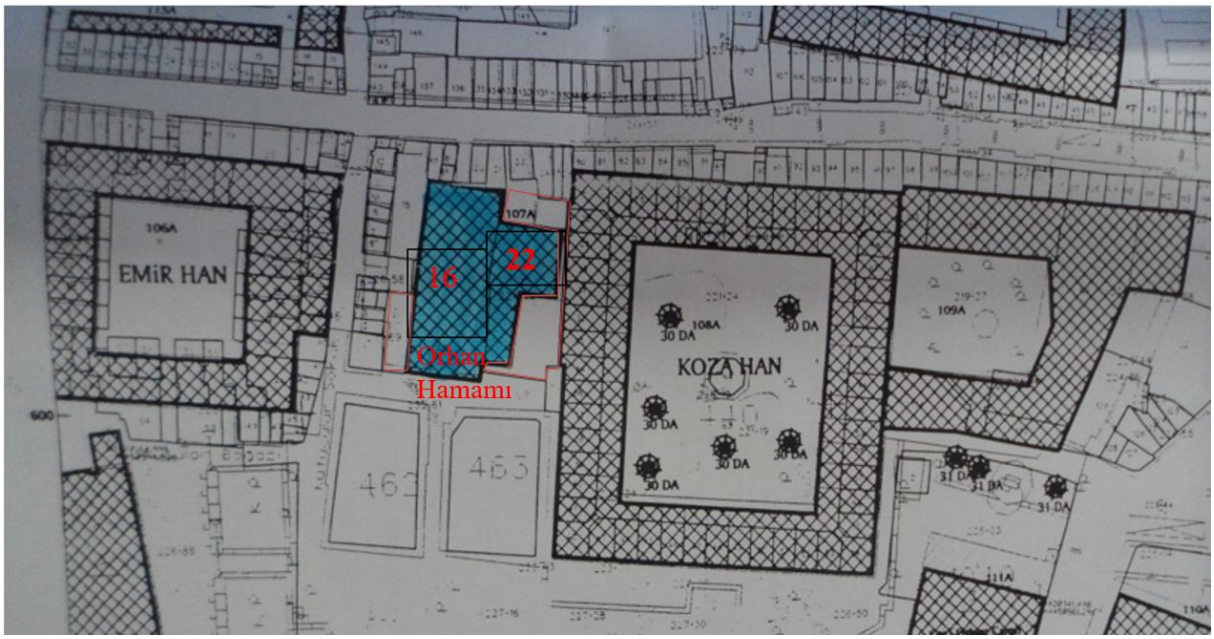
Bu çalışma, Orhan Gazi Hamamı'nı adaptif yeniden kullanım sürecinde tipolojik okunabilirlik ve mekânsal bellek kavramları üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel savı, tarihî bir yapının yeniden kullanım başarısının yalnızca kullanımın sürmesiyle değil, özgün mekânsal karakterin ve tarihsel anlam katmanlarının ne ölçüde görünür kalabildiğiyle ölçülmesi gerektiğidir. Bu çerçevede çalışmada önce yapının tarihsel ve kentsel bağlamı kısaca ele alınacak, ardından mevcut durumun plan şeması ve mekânsal organizasyon üzerindeki etkileri tartışılacak, son olarak da ticari kullanımın yapıyı yaşatma ile yapının mimari belleğini aşındırma arasındaki ikili etkisi değerlendirilecektir. Böylece çalışma, Orhan Gazi Hamamı örneği üzerinden, adaptif yeniden kullanımın niceliksel bir "kullanım devamlılığı" meselesi değil, niteliksel bir "okunabilirlik ve bellek koruma" meselesi olduğunu ortaya koymayı hedeflemektedir.

2. YAPININ TARİHSEL VE MEKÂNSAL BAĞLAMI

Orhan Gazi Hamamı, Bursa'nın Osmanlı dönemindeki erken kentsel gelişim sürecini biçimlendiren Orhan Gazi Külliyesi'nin bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Bursa'nın 1326'da Osmanlı egemenliğine girmesinin ardından, kale çevresindeki sınırlı yerleşim alanının dışında yeni bir gelişme odağı oluşturulmuş; cami, medrese, imaret, han ve hamam gibi yapılar bu yeni çekirdeğin temel unsurlarını meydana getirmiştir (Cantay, 2002; Ceyhan, 1988; Yavaş, 2007). Bu bakımdan Orhan Gazi Külliyesi, yalnızca tek tek yapılardan oluşan bir topluluk değil, aynı zamanda erken Osmanlı döneminde kentsel, sosyal ve ekonomik örgütlenmenin mekânsal karşılıklarından biri olarak değerlendirilebilir (Cantay, 2002; Yavaş, 2007). Hamam da bu bütün içinde, hem kamusal hizmet sunan hem de külliye ekonomisine katkı sağlayan bir yapı türü olarak önem kazanmıştır.

Bursa'daki erken dönem külliyeleri, yalnızca dinî yapılar etrafında şekillenmiş kapalı kompleksler değil; çevresinde yeni mahallelerin, ticaret akslarının ve kamusal hareketliliğin geliştiği açık kentsel odaklar olarak ortaya çıkmıştır (Sınmaz, 2017). Orhan Gazi Külliyesi de bu anlamda kentin aşağı şehir yönünde büyümesini destekleyen belirleyici bir merkez olmuştur. Külliye içinde yer alan han ve hamam gibi gelir getirici yapıların varlığı, erken Osmanlı şehir modelinde kamusal hizmet ile ticari dolaşım arasındaki güçlü ilişkiyi göstermektedir. Bu yönüyle Orhan Gazi Hamamı, yalnızca yıkanma işlevine sahip bir yapı değil; kent yaşamının ekonomik, sosyal ve mekânsal organizasyonuna katılan daha geniş bir sistemin parçasıdır.

Yapı, günümüzde Bursa Hanlar Bölgesi içinde, Koza Han ile Emir Han arasında konumlanmaktadır. Bu yerleşim, yapının tarihsel bağlamını anlamak açısından son derece önemlidir. Çünkü hamam, bağımsız ve tek başına duran bir anıt olmaktan çok, hanlar, çarşılar, geçişler ve yoğun yaya hareketiyle örülü bir ticaret dokusu içinde varlık göstermektedir. Zamanla çevresine eklemlenen dükkânlar, geçiş bağlantıları ve ticari kullanımlar, yapının kent içindeki görünürlüğünü azaltmış; buna karşılık onu canlı bir dolaşım ağı içinde tutmuştur. Böylece yapı, bir yandan tarihsel merkez içindeki sürekliliğini korumuş, diğer yandan çevresindeki yoğun ticari doku nedeniyle özgün sınırları ve mimari kimliği bakımından daha karmaşık bir algı alanı içinde kalmıştır. Yapının günümüzdeki konumu da bu dönüşümün mekânsal çerçevesini anlamak açısından önemlidir. Orhan Gazi Hamamı'nın Emir Han ile Koza Han arasındaki yerleşimi, onun tarihsel merkez içindeki sürekliliğini koruduğunu; ancak aynı zamanda yoğun ticari çevre içinde algısal olarak sıkıştığını göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 8. Orhan Gazi Hamamı'nın Koza Han ve Emir Han arasındaki güncel konumu

Bu yakın çevre ilişkisi, yapının bağımsız bir hamam yapısı olarak algılanmasını zorlaştıran temel etkenlerden biridir. Yapının tipolojik karakteri, yalnızca iç mekândaki müdahaleler nedeniyle değil, çevresindeki ticari yoğunluk ve geçiş baskısı nedeniyle de kısmen perdelenmektedir.

Orhan Gazi Hamamı, Osmanlı hamam mimarisi içinde çifte hamam tipolojisine ait bir örnektir. Kadınlar ve erkekler bölümlerinden oluşan bu şema, yapının yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda mekânsal hiyerarşi bakımından da belirli bir kurguya sahip olduğunu göstermektedir (Ertuğrul, 2009; Eyice, 1997). Türk hamamlarında soyunmalık, ılıklık, sıcaklık ve bunlarla ilişkili servis mekânları arasında kurulan ardışık düzen, tipolojinin temel planlama ilkesini oluşturur (Ertuğrul, 2009; Karakuş, 2022). Bu nedenle böyle bir yapının mimari değeri yalnızca duvar, kubbe ve tonoz gibi fiziksel öğelerde değil; mekânlar arasındaki bu düzenli ilişkinin algılanabilirliğinde de yatar. Orhan Gazi Hamamı'nın bugünkü durumu değerlendirilirken de esas mesele, bu tipolojik kurgunun ne ölçüde korunabildiği ve ne ölçüde okunabilir kaldığı sorusudur.

Yapının tarihsel serüveni, işlevsel süreklilik ile dönüşüm arasındaki gerilimi açık biçimde ortaya koymaktadır. İnşa edildiği tarihten sonra uzun süre hamam işlevini sürdüren yapı, yangınlar, onarımlar ve çevresel dönüşümler sonucunda özgün kullanımını aşamalı olarak kaybetmiştir. Özellikle erkekler bölümünün hamam işlevinden uzaklaşıp ticari kullanıma açılması, yapının kentsel sistem içinde yaşamaya devam etmesini sağlamış; ancak bu durum aynı zamanda mekânsal kurgunun yeni ihtiyaçlara göre parçalanmasının da önünü açmıştır. Daha sonraki dönemlerde yapılan onarımlar yapının ayakta kalmasına katkı sunmuş olsa da, bugünkü görünüm yapının yalnızca korunmuş değil, aynı zamanda çok katmanlı müdahalelerle dönüşmüş bir tarihsel çevre bileşeni olduğunu göstermektedir.

Bu çok katmanlı bağlam, Orhan Gazi Hamamı'nı adaptif yeniden kullanım tartışmaları açısından özellikle önemli hale getirmektedir. Çünkü yapı ne tamamen terk edilmiş bir kalıntıdır ne de özgün kimliğini eksiksiz biçimde koruyarak günümüze ulaşmış saf bir örnektir. Aksine, tarihsel çekirdeğini korurken işlevsel baskılar altında yeniden biçimlenmiş, çevresindeki ticari yaşamla bütünleşmiş ve bu süreçte bazı özgün mekânsal ilişkileri belirsizleşmiş bir yapıdır. Dolayısıyla Orhan Gazi Hamamı'nın tarihsel ve mekânsal bağlamı, yalnızca geçmişini anlatan bir arka plan değil; aynı zamanda bugünkü tipolojik okunabilirlik sorununu açıklayan temel zemindir. Yapının güncel durumunu anlamak için, onu hem erken Osmanlı külliye sistemi içinde hem de Hanlar Bölgesi'nin yoğun ticari dokusu içinde birlikte okumak gerekmektedir.

3. MEVCUT DURUM VE TİPOLOJİK OKUNABİLİRLİK SORUNU

Orhan Gazi Hamamı'nın günümüzdeki durumu, tarihî bir yapının kullanımda kalmasının tek başına tipolojik sürekliliği garanti etmediğini açık biçimde göstermektedir. Yapı, Bursa Hanlar Bölgesi'nin yoğun ticari dolaşımı içinde etkin biçimde kullanılmaya devam etmekte; kuzey, güney ve batı yönlerinden erişilebilen geçişleriyle çarşı ağına eklemlenmiş bir kentsel düğüm noktası işlevi görmektedir. Buna karşın mevcut kullanım biçimi, yapının hamam olarak kurgulanmış özgün mekânsal organizasyonunu ikincilleştirmiş; tarihsel plan şemasının algılanmasını güçleştiren çok sayıda müdahaleyi de beraberinde getirmiştir. Yapı bugün canlıdır, ancak bu canlılık, mimari karakterin aynı açıklıkla korunabildiği anlamına gelmemektedir. Yapının çarşı ağına eklemlenen mevcut dolaşım düzeni, farklı yönlerden tanımlanan girişleri üzerinden de okunabilmektedir. Batı, güney ve kuzey yönlerindeki erişim noktaları, yapının bağımsız bir hamam yapısı olmaktan çok, yoğun ticari çevre içinde çok yönlü bir geçiş mekânı olarak işlediğini göstermektedir (Şekil 5).

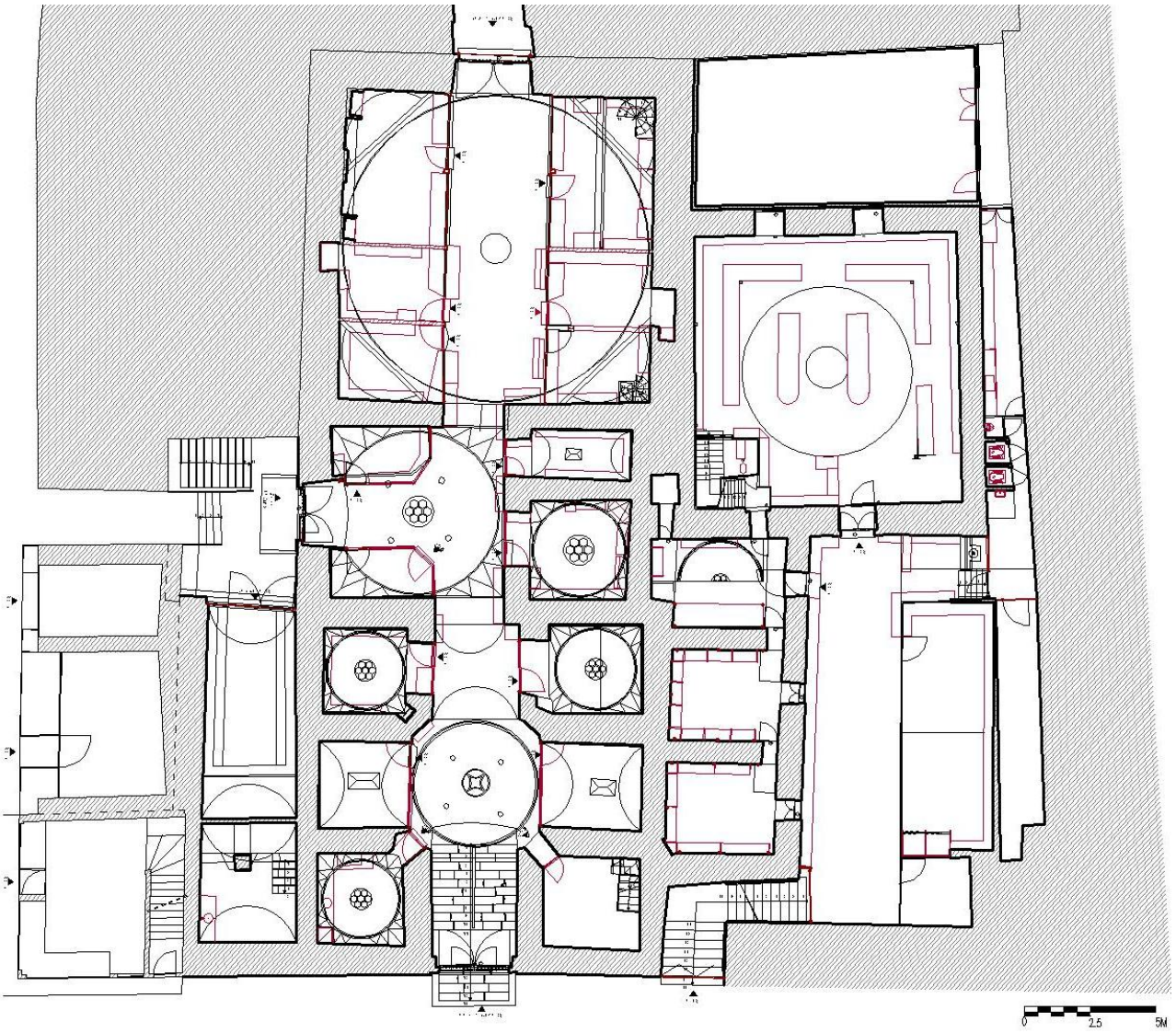
a) Aynalı Çarşı'nın batı yönündeki girişi

b) Yapının güney cephesi ve güney girişi

c) Kuzey yönündeki girişten iç mekâna bakış

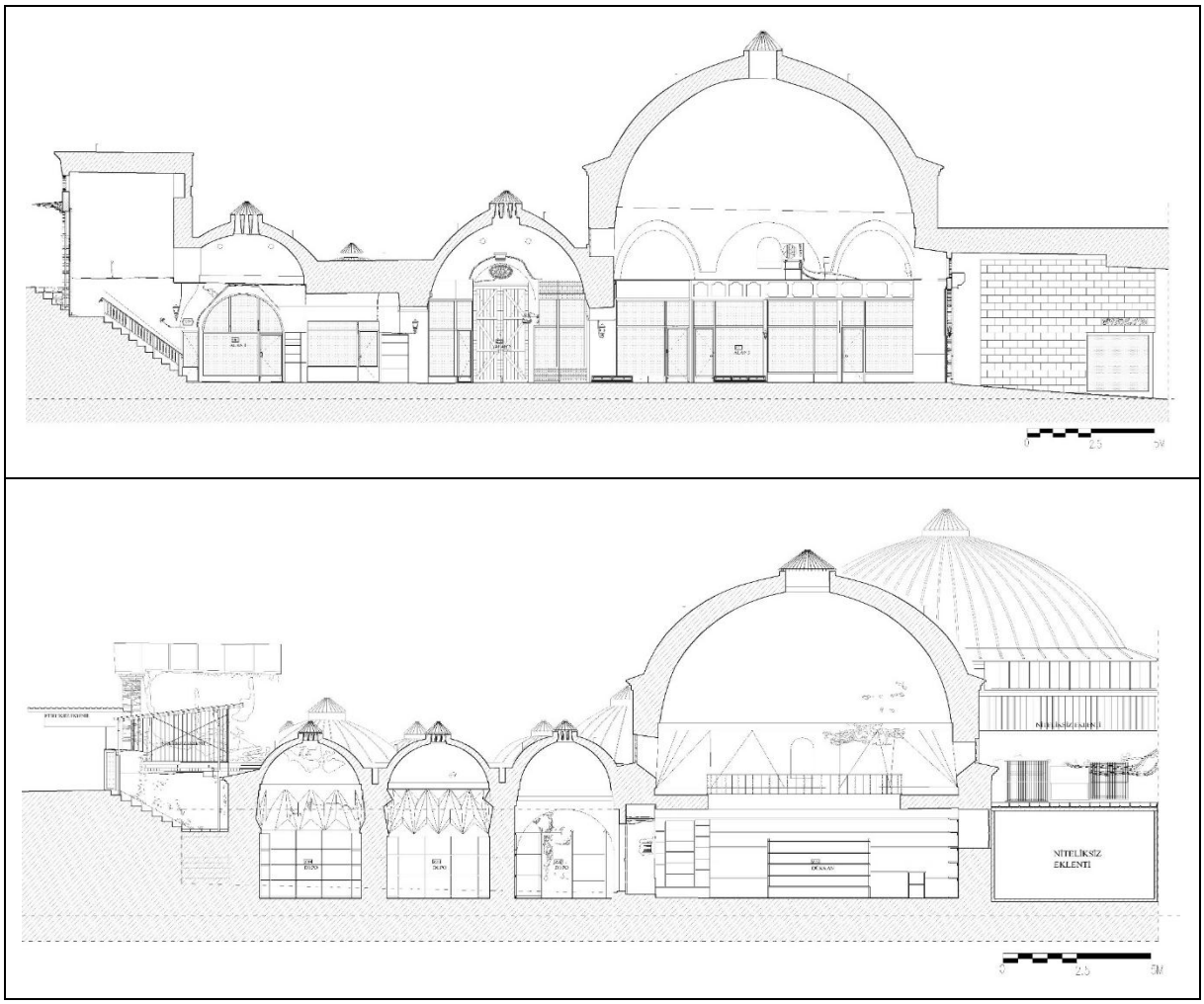
Şekil 9. Orhan Gazi Hamamı'nın farklı yönlerden girişleri ve yapının güncel ticari doku içindeki mekânsal konumu

Yapının iç mekân düzeni incelendiğinde, özgün kurguyu örten dönüşümün en belirgin nedenlerinden birinin ticari kullanıma bağlı mekânsal parçalanma olduğu görülmektedir. Kubbeli ve tonozlu hacimlerin önemli bir bölümü dükkânlara dönüştürülmüş; bazı açıklıklar doğrama ve bölücülerle kapatılmış; eyvan niteliği taşıyan bölümler bağımsız ticari birimlere çevrilmiştir. Kare planlı, kubbeyle örtülü ya da tonozlu mekânların her biri, kendi içinde ayrı kullanım senaryolarına göre donatılmış; bu durum da hamam tipolojisinin gerektirdiği ardışık mekânsal okumanın yerine parçalı ve bağımsız birim algısını öne çıkarmıştır. Böylece yapı içindeki tarihsel geçiş mantığı zayıflamış, kullanıcı deneyimi hamamın bütüncül dolaşım şemasından koparak dükkânlar arasında parçalanmış bir mekânsal düzene dönüşmüştür. Özgün mekânsal kurgunun nasıl parçalandığı, rölöve planı üzerinde işaretlenen muhdes bölüntüler üzerinden daha açık biçimde izlenebilmektedir (Şekil 6).



Şekil 10. Orhan Gazi Hamamı rölöve planı üzerinde kırmızı renkle gösterilen muhdes bölüntüler

Plan düzeyinde izlenen bu bölünme, yalnızca yatay örgütlenmeyi değil, yapının hacimsel bütünlüğünü de etkilemektedir. Mekânlar arasındaki tarihsel ilişkilerin zayıflaması, kesitlerde görülen sonradan eklenmiş doğramalar ve kapatmalar aracılığıyla düşey düzlemde de okunabilmektedir. Muhdes müdahalelerin yapının yalnızca plan şemasını değil, iç mekânların hacimsel sürekliliğini de etkilediği, rölöve kesitlerde açık biçimde görülebilmektedir (Şekil 7).

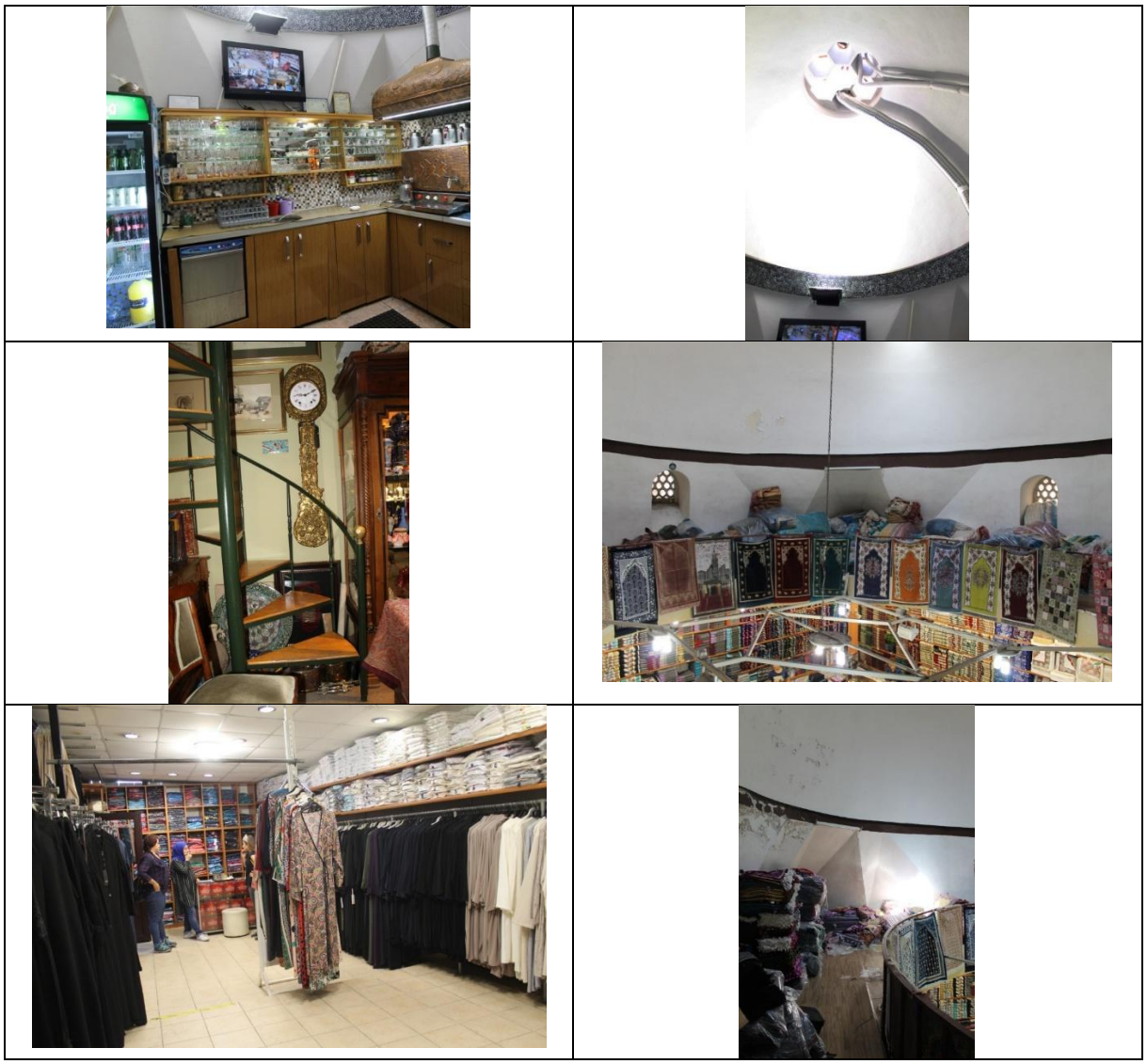


Şekil 11. Rölöve kesitlerde izlenen muhdes doğramalar ve iç mekânsal sürekliliği zayıflatan sonradan eklenmiş bölücüler

Plan ve kesit verileri, yapının hamam tipolojisine ait bütüncül mekânsal düzeninin sonradan eklenen elemanlarla parçalandığını göstermektedir. Bu dönüşümün en görünür düzeyi ise, dükkân birimlerini tanımlayan camekânlar ve giriş düzenlemeleriyle doğrudan okunabilmektedir. Ticari kullanıma bağlı mekânsal parçalanma, dükkân sınırlarını belirleyen camekânlar ve giriş elemanları üzerinden doğrudan izlenebilmektedir (Şekil 8).

Şekil 12. Ticari kullanıma bağlı olarak eklenen camekânlar ve dükkan girişlerinin mekânsal parçalanmaya etkisi

Bu parçalanmayı güçlendiren ikinci unsur, yapıya sonradan eklenen ve mimari yüzeyleri işlevsel taşıyıcıya indirgeyen müdahalelerdir. İç mekânlarda seramik kaplamalar, kontraplak yüzeyler, mutfak tezgâhları, raf sistemleri, dolaplar, elektrik kutuları, kablolar, tesisat elemanları ve çeşitli ticari donatılar, kubbe, duvar ve geçiş yüzeylerinin algısını zayıflatmaktadır. Özgün malzeme ve strüktür ilişkisiyle okunması gereken pek çok bölüm, güncel kullanımın gereksinimlerine göre kaplanmış ya da örtülmüş durumdadır. Bu durum yalnızca estetik bir bozulma olarak değerlendirilemez; aynı zamanda tarihî yapının mekânsal belleğini taşıyan yüzeylerin okunmasını da engellemektedir. Nitekim ışıklıklar, nişler, kubbe geçişleri ve kemer açıklıkları gibi tipolojik açıdan önemli öğeler bütünüyle kaybolmamış olsa da, çoğu yerde bu öğelerin algısı ikincil hale gelmiş ve ticari donatıların arasında geri plana itilmiştir. Bu tür müdahaleler yalnızca mekânları birbirinden ayırmakla kalmamakta, aynı zamanda tarihî yapının özgün yüzeylerinin ve strüktürel öğelerinin algısını da geri plana itmektedir. İç mekânda yer alan kaplamalar, raf sistemleri, dolaplar ve çeşitli ticari donatılar, tipolojik açıdan önem taşıyan öğelerin okunabilirliğini azaltmaktadır. İç mekânlarda karşılaşılan kaplama, donatı ve tesisat kaynaklı müdahaleler, kubbe, niş, ışıklık ve geçiş öğeleri gibi tipolojik açıdan önemli elemanların algısını zayıflatmaktadır (Şekil 9).



Şekil 13. İç mekânda tipolojik okunabilirliği zayıflatan ticari donatılar, kaplamalar ve muhdes müdahaleler

Bununla birlikte, söz konusu müdahaleler yapının tipolojik karakterini bütünüyle ortadan kaldırmış değildir. Işıklıklar, kubbe geçişleri, nişler ve bazı örtü öğeleri hâlâ seçilebilmekte; dolayısıyla sorun yapının tamamen

okunamaz hale gelmesinden çok, tarihsel kurgusunu kendiliğinden açık eden berraklığını büyük ölçüde yitirmiş olmasıdır.

Tipolojik okunabilirliği zayıflatan bir diğer sorun, yapının özgün mekânsal hiyerarşisinin güncel kullanım içinde yeterince seçilememesidir. Hamam yapılarında soyunmalık, geçiş hacimleri, sıcaklık bölümleri ve servis mekânları arasındaki ilişki yalnızca fiziksel ardışıklık değil, aynı zamanda işlevsel ve deneyimsel bir düzen anlamına gelir. Oysa Orhan Gazi Hamamı'nın bugünkü durumunda, bu hiyerarşi yer yer dükkân sınırları, yeni kapamalar ve kullanım odaklı iç düzenlemeler tarafından bastırılmaktadır. Mekânların birbirine nasıl bağlandığı, hangi bölümün ana, hangisinin geçiş ya da yardımcı işlev taşıdığı, mevcut ticari parçalanma içinde her zaman açık biçimde izlenememektedir. Sonuç olarak yapı, örtü sistemi ve ana strüktürel unsurlarıyla tarihsel varlığını korusa da, bu unsurları birbirine bağlayan tipolojik mantık aynı berraklıkla okunamamaktadır.

Yapının çarşı dokusu içindeki konumu da bu okunabilirlik sorununu derinleştirmektedir. Koza Han ile Emir Han arasındaki yoğun ticari çevrede yer alması, yapının gündelik yaşamdan kopmamasını sağlamış; ancak bu yakın çevre baskısı, onun bağımsız bir hamam yapısı olarak algılanmasını da zorlaştırmıştır. Çevresine eklemlenen geçişler, dükkânlar ve kullanım baskıları, yapının sınırlarını ve tarihsel mekânsal bütünlüğünü görsel ve işlevsel olarak flu hale getirmiştir. Bu yüzden bugün yapı, kent içinde tamamen kaybolmuş bir kalıntı değildir; fakat hamam olarak taşıdığı tarihsel kimlik ile çarşı birimi olarak algılanışı arasında sıkışmış melez bir görünüm sergilemektedir. Bu melezlik, adaptif yeniden kullanımın bazen koruma ile silikleştirme arasında aynı anda işleyebildiğini gösteren önemli bir örnektir.

Bununla birlikte, mevcut durum yalnızca kayıp ve bozulma üzerinden okunmamalıdır. Yapıda kubbeli ve tonozlu örtü sistemi, bazı ışıklıklar, nişler, geçiş öğeleri ve temel strüktürel kurgu hâlâ izlenebilir durumdadır.

Başka bir deyişle tipolojik karakter bütünüyle ortadan kalkmış değildir; ancak doğrudan ve güçlü biçimde algılanabilir olmaktan çıkmıştır. Sorun tam da burada yoğunlaşmaktadır: yapı tamamen okunamaz hale gelmemiş, fakat kendi tarihsel tipini kendiliğinden açık eden berraklığını önemli ölçüde yitirmiştir. Bu nedenle Orhan Gazi Hamamı örneği, koruma tartışmalarında "varlığını sürdürme" ile "mimari kimliğini görünür kılma" arasındaki farkı göstermesi bakımından özel bir önem taşımaktadır. Bugünkü durumda yapı, tarihsel çekirdeğini koruyan; ancak yeni işlevin baskısıyla tipolojik okunabilirliği aşınmış bir adaptif yeniden kullanım örneği olarak değerlendirilebilir.

4. TARTIŞMA: ADAPTİF YENİDEN KULLANIM, MEKÂNSAL BELLEK VE KORUMA GERİLİMİ

Orhan Gazi Hamamı örneği, adaptif yeniden kullanımın koruma açısından kendiliğinden olumlu sonuç üreten nötr bir süreç olmadığını göstermektedir. Tarihî yapının kullanımda kalması, kuşkusuz terk edilme, bakımsızlık ve işlev kaybı gibi riskleri azaltan önemli bir avantajdır. Ancak bu avantajın tek başına koruma başarısı olarak yorumlanması yetersizdir. Çünkü bir yapının fiziksel varlığını sürdürmesi ile tarihsel karakterini okunabilir biçimde koruması aynı şey değildir. Orhan Gazi Hamamı'nda görüldüğü üzere, kullanımın devamı yapıyı kentsel yaşam içinde tutmuş; buna karşılık ticari gereksinimlerin yön verdiği müdahaleler özgün mekânsal kurgunun algılanmasını zayıflatmıştır. Bu durum, adaptif yeniden kullanımın niceliksel süreklilik sağlarken niteliksel aşınma da üretebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu noktada temel sorun, koruma değerlendirmesinin hangi ölçütlere göre yapıldığıdır. Eğer değerlendirme yalnızca yapının boş kalmaması, ekonomik dolaşıma katılması ya da işlevsel olarak aktif olması gibi ölçütlere dayandırılırsa, tarihî yapının mimari kimliği ikincil bir meseleye dönüşebilir. Oysa koruma disiplininin amacı yalnızca yapı kabuğunu yaşatmak değil, yapının tarihsel anlamını, mekânsal düzenini ve tipolojik karakterini de görünür biçimde geleceğe aktarmaktır. Bu nedenle Orhan Gazi Hamamı örneği, kullanımın sürmesini tek başına yeterli gören pragmatik yaklaşım ile kültürel anlamın, mekânsal düzenin ve tipolojik karakterin korunmasını esas alan değer temelli koruma yaklaşımı arasındaki farkı açık biçimde görünür kılmaktadır (Australia ICOMOS, 2013; Wijesuriya, Thompson, & Young, 2013).

Yapının bugünkü durumu, mekânsal belleğin nasıl aşınabileceğini de somut biçimde göstermektedir. Mekânsal bellek, yalnızca geçmişe ait bilgilerin soyut bir temsili olarak değil; mekânın organizasyonu, dolaşım kurgusu, geçiş düzeni ve tipolojik ilişkiler aracılığıyla deneyimlenen ve anlam kazanan bir yapı olarak değerlendirilmelidir (Norberg-Schulz, 1976; Terzoglou, 2019). Özellikle hamam gibi belirli bir kullanım sıralamasına göre biçimlenmiş yapılarda bu bellek, plan organizasyonunun ve mekânsal ardışıklığın içinde taşınır. Dolayısıyla böyle bir yapıda özgün kurgunun parçalanması, yalnızca fiziksel bir değişim değil, aynı

zamanda tarihsel deneyimin iletilme kapasitesinde bir zayıflama anlamına gelir. Orhan Gazi Hamamı'nda ticari kullanıma bağlı müdahaleler, tam da bu nedenle yalnızca işlevsel uyarlamalar olarak değil, mekânsal belleği dönüştüren etkenler olarak değerlendirilmelidir.

Bu bağlamda, tipolojik okunabilirlik adaptif yeniden kullanımın değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt olarak ele alınmalıdır. Çünkü bu kavram, yapının yalnızca biçimsel sürekliliğini değil, mekânsal organizasyonunun, tarihsel karakterinin ve bütüncül algısının ne ölçüde korunabildiğini de değerlendirmeyi mümkün kılar (Vehbi, Günçe, & Iranmanesh, 2021; Amro & Nasser, 2026). Bir yapının yeni işlev altında varlığını sürdürmesi, eğer onun özgün tipine ilişkin temel mekânsal ve işlevsel ilişkileri görünmez hale getiriyorsa, bu durumda koruma ile kullanım arasındaki ilişkinin sorunlu hale geldiği söylenebilir (Douglas, 2006; Plevoets & Van Cleempoel, 2019). Orhan Gazi Hamamı tam da bu nedenle öğretici bir örnektir: yapı bütünüyle yok olmamış, terk edilmemiş ve kentsel dolaşımın dışına düşmemiştir; ancak yeni kullanım biçimi, onun hamam yapısı olarak okunabilirliğini belirgin ölçüde azaltmıştır. Bu durum, yeniden kullanım kararlarının yalnızca pratik uyum ya da ekonomik sürdürülebilirlik üzerinden değil, mimari kimliğin açıklığı üzerinden de sorgulanması gerektiğini göstermektedir.

Buradan hareketle, Orhan Gazi Hamamı örneği üzerinden daha genel bir sonuca ulaşmak mümkündür. Adaptif yeniden kullanım, tarihî yapılar için gerekli ve çoğu zaman kaçınılmaz bir strateji olmakla birlikte, tek başına koruma niteliği taşımaz. Koruma niteliği, yeni işlevin yapının tarihsel anlatısını ne ölçüde görünür tuttuğuna bağlıdır. Eğer yeni kullanım yapının özgün mekânsal ilişkilerini bastırıyor, tarihsel hiyerarşisini silikleştiriyor ve tipolojik karakterini arka plana itiyorsa, kullanım sürse bile koruma açısından sorunlu bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tarihî yapılarda başarı ölçütü, yalnızca yapının kullanımda kalıp kalmadığı sorusuyla sınırlandırılamaz; asıl mesele, yapının tarihsel kimliğinin, karakterinin ve mekânsal bütünlüğünün yeni işlev altında ne ölçüde okunabilir kaldığıdır (Australia ICOMOS, 2013; Amro & Nasser, 2025). Orhan Gazi Hamamı'nın ortaya koyduğu temel gerilim de tam olarak budur.

5. SONUÇ

Bu çalışma, Orhan Gazi Hamamı örneği üzerinden, adaptif yeniden kullanımın tarihî yapılar açısından otomatik olarak koruma başarısı üretmediğini ortaya koymuştur. Yapının günümüzde ticari işlev altında kullanılmaya devam etmesi, onu terk edilme, işlevsizlik ve fiziksel çöküş risklerinden belirli ölçüde korumuş; Hanlar Bölgesi'nin canlı kentsel dokusu içinde varlığını sürdürmesini sağlamıştır. Ancak bu işlevsel süreklilik, yapının özgün mekânsal organizasyonunun ve hamam tipolojisine özgü tarihsel karakterinin aynı açıklıkla korunabildiği anlamına gelmemektedir. Aksine, zaman içinde biriken müdahaleler, bölücü düzenlemeler, ticari donatılar ve kullanım baskıları, yapının tipolojik okunabilirliğini zayıflatmış ve mekânsal belleğini kısmen perdelemiştir. Bu yönüyle Orhan Gazi Hamamı, yaşatılan fakat özgün kimliği belirli ölçüde silikleşen tarihî yapılar için çarpıcı bir örnek oluşturmaktadır.

Çalışmanın temel bulgusu, tarihî yapılarda kullanımın devamı ile koruma niteliğinin aynı şey olmadığıdır. Bir yapının ekonomik dolaşım içinde kalması, gündelik yaşama eklemlenmesi ya da boş kalmaması, tek başına onun korunduğunu göstermeye yetmez. Asıl belirleyici olan, yeni işlevin yapının tarihsel anlam katmanlarını, mekânsal bütünlüğünü ve tipolojik mantığını ne ölçüde görünür tutabildiğidir. Orhan Gazi Hamamı örneğinde, fiziksel varlığın sürmesi ile mimari okunabilirliğin aşınması aynı anda gerçekleşmiştir. Bu durum, adaptif yeniden kullanımın yalnızca pragmatik ve işlev odaklı ölçütlerle değerlendirilmesinin yetersizliğini açık biçimde göstermektedir.

Bu bağlamda çalışma, tipolojik okunabilirlik ve mekânsal bellek kavramlarının, yeniden kullanım projelerinde temel değerlendirme ölçütleri arasında ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Çünkü tarihî bir yapının değeri yalnızca maddi varlığında değil, aynı zamanda kendi tarihsel işleyiş mantığını ve mekânsal anlatısını bugüne aktarabilme kapasitesinde yatmaktadır. Eğer yeni kullanım bu ilişkileri görünmez hale getiriyorsa, yapı kullanılmaya devam etse bile koruma açısından eksik ya da sorunlu bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla adaptif yeniden kullanım süreçlerinde amaç yalnızca yapıyı yaşatmak değil, onu kendi tarihsel kimliğiyle okunabilir biçimde yaşatmak olmalıdır.

Orhan Gazi Hamamı, bu açıdan problemli olduğu kadar öğretici bir örnek sunmaktadır. Yapı, ne tamamen işlevsiz kalmış bir kalıntı ne de özgün karakterini eksiksiz biçimde koruyan ideal bir yeniden kullanım modelidir. Tam tersine, kullanım ile koruma arasındaki gerilimi görünür kılan ara bir durumda yer almaktadır.

Bu nedenle çalışma, yalnızca tekil bir yapının mevcut durumunu tartışmakla kalmamakta; aynı zamanda tarihî ticaret dokuları içinde yer alan ve yeni işlevler altında yaşamaya devam eden benzer miras yapıları için daha eleştirel bir değerlendirme zemini önermektedir. Sonuç olarak, koruma başarısı yalnızca süreklilikle değil, sürekliliğin hangi mimari ve tarihsel nitelikleri koruyabildiğiyle ölçülmelidir. Orhan Gazi Hamamı'nın gösterdiği temel gerçek de budur.

KAYNAKÇA

Amro, D. K., & Nasser, M. A. (2025). Post-Adaptive Reuse Evaluation of Heritage Spaces: A Case Study of Dar Al Saraya in Madaba, Jordan. Architecture, 6(1), 1.

Australia ICOMOS. (2013). The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance 2013. Australia ICOMOS Incorporated.

Cantay, G. (2002). Osmanlı Külliyelerinin Kuruluşu.

Ceyhan, S. (1988). Osmanlı ilk devir Bursa külliyeleri (Master's thesis, Mimar Sinan Üniversitesi).

Douglas, J. (2006). Building Adaptation. Routledge.

Ertuğrul, A. (2009). Hamam yapıları ve literatürü. Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi, (13), 241-266.

Eyice, S. (1997). Hamam. TDV İslâm Ansiklopedisi.

Karakuş, F., & Özcan, Z. (2022). Tarihi Ankara hamamlarının tipolojik analizi. Turkish Academic Research Review, 7(3), 525-575.

Norberg-Schulz, C. (1976). The phenomenon of place. Architectural Association Quarterly (AAQ), 8(4), 3-10.

PLEVOETS, B., Ertas, H., De Caigny, S., & AUGUSTINIOK, N. (2023). As Found. International colloquium on adaptive reuse. Book of Abstracts.

Sınmaz, S. (2017). Külliyelerin Mekansal Tasarımı: Anadolu'da Külliyelerin Gelişim Süreci ve Kentsel Tasarım Kurgusu. Kent Akademisi, 10(32), 381-395.

Terzoglou, N. I. (2019). Ideal Types of Relations Between Literary Narrative and Architectural Space: Three Epistemological Models. In Ö. Öztürk (Ed.), VI International Architectural Design Conference: Archdesign '19 Conference Proceedings (pp. 33-49).

Vehbi, B. O., Günçe, K., & Iranmanesh, A. (2021). Multi-criteria assessment for defining compatible new use: Old administrative hospital, Kyrenia, Cyprus. Sustainability, 13(4), 1922.

Wijesuriya, G., Thompson, J., & Young, C. (2013). Managing Cultural World Heritage.

Yavaş, D. (2007). Orhan Gazi Külliyesi. TDV İslâm Ansiklopedisi.

SULU SOKAK'TA YENİ YAPILAR: TOKAT ŞEHİR MÜZESİ VE MÜZE KAFE

Ahmet Can DURMAZER
Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat-Türkiye, ORCID: 0009-0006-0059-4779

Aygün KALINBAYRAK ERCAN
Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0002-8365-7088

Özet

Tarihi kentsel dokulara eklenen yeni yapılar, tarihi çevreleriyle uyumluluklarının değerlendirilmesini gerektiren tasarım zorlukları ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın temel araştırma sorusu şudur: Yeni yapıların tarihi çevreleriyle kurduğu ilişki hangi kriterler çerçevesinde değerlendirilebilir? Bu soru, Tokat'ın tarihi kent merkezi olan Sulu Sokak bölgesinde inşa edilen kamusal yeni yapılar olan Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe örneği üzerinden ele alınmaktadır.

İpek Yolu güzergâhı üzerinde konumlanan Tokat'ta, Sulu Sokak ve çevresindeki yapılar son yirmi yılda kapsamlı bir dönüşüm sürecine girmiş; Sulu Han, Arastalı Bedesten, Takyeciler Cami, Deveciler Hanı ve Yağıbasan Medresesi başta olmak üzere pek çok anıtsal yapı restore edilmiştir. 2008 yılında Demirciler Çarşısı'nın yıkılmasıyla ortaya çıkan boşluğa inşa edilen bu iki yeni yapı, söz konusu dönüşümün güncel ürünleri olarak öne çıkmaktadır.

Çalışma, bu yapıların tarihi çevreyle kurduğu ilişkiyi mekânsal kurgu, görsel ilişki, ölçek, malzeme, cephe dili ile renk ve doku olmak üzere beş temel kriter üzerinden analiz etmektedir. Değerlendirme kriterleri, başta Venedik Tüzüğü, Washington Tüzüğü, Burra Tüzüğü, Valletta İlkeleri ve ICOMOS belgeleri olmak üzere uluslararası koruma tüzükleri ile ulusal kaynaklardan derlenen ölçütler doğrultusunda oluşturulmuş ve alan verileriyle desteklenmiştir.

Bulgular, Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe'nin kütlesel ölçek bakımından tarihi çevreyle uyum sağladığını; malzeme seçimi, cephe dili ve renk-doku özellikleri açısından ise kısmi uyumluluk gösterdiğini ortaya koymaktadır. Mekânsal kurgu ve görsel ilişki açısından, yapıların ve bitişik meydanın konumlandırılması, tarihi dokuyla süreklilik kurmayı amaçlamaktadır; ancak binaların, cephe dilleri ve kütlelerinin alan içerisindeki yerleşimi diğer anıtsal yapılardan farklılaştırmaktadır.

Sonuç olarak çalışma, tarihi çevrelerdeki yeni yapıların uyumunun yalnızca biçimsel benzerlikler üzerinden değil, mekânsal, görsel ve malzeme temelli çok boyutlu ölçütler çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe örneği, tarihi dokuyla kurulan ilişkinin farklı düzeylerde uyumluluk gösterebildiğini ve her tarihi çevrenin kendi özgün bağlamı içinde ele alınmasının önemini göstermektedir. Geliştirilen değerlendirme çerçevesi, benzer tarihi kentsel alanlarda yeni yapıların analizinde kullanılabilecek sistematik bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi çevre, yeni yapı, kültürel miras, değerlendirme kriterleri, Sulu Sokak, Tokat

NEW BUILDINGS IN SULU STREET: TOKAT CITY MUSEUM AND MUSEUM CAFE

Abstract

New buildings added to historic urban fabrics present design challenges that require the evaluation of their compatibility with the historic environment. The main research question of this study is: According to which criteria can the relationship between new buildings and their historic surroundings be evaluated? This question is examined through the case of the Tokat City Museum and Museum Cafe, two contemporary public buildings constructed in the Sulu Sokak district, the historic urban center of Tokat.

Located on the Silk Road route, Tokat has undergone a comprehensive transformation process over the last two decades, during which numerous monumental buildings in and around Sulu Sokak — including Sulu Han, Arastalı Bedesten, Takyeciler Cami, Deveciler Hanı, and Yağıbasan Medresesi— have been restored. Built on the vacant site created by the demolition of the Demirciler Bazaar in 2008, these two new structures stand out as the current products of this transformation.

The study aims to analyze the relationship between these buildings and the historic environment through five main criteria: spatial configuration, visual relationship, scale, material, and façade language together with color and texture. The evaluation criteria were developed on the basis of principles derived from international conservation charters and documents, particularly the Venice Charter, the Washington Charter, the Burra Charter, the Valletta Principles, and ICOMOS documents, and were supported by field data.

The findings indicate that the Tokat City Museum and Museum Cafe are compatible with the historic environment in terms of overall scale, while demonstrating partial compatibility regarding material selection, façade language, and color-texture characteristics. In terms of spatial configuration and visual relationship, the positioning of the buildings and the adjacent square seeks to establish continuity with the historic fabric; however, their façade expressions and the placement of their masses within the site distinguish them from the surrounding monumental structures.

Consequently, the study demonstrates that the compatibility of new buildings in historic environments should be assessed not only through formal similarities but also through multidimensional criteria encompassing spatial, visual, and material aspects. The case of the Tokat City Museum and Museum Cafe reveals that the relationship between new interventions and historic fabric may exhibit varying degrees of compatibility and highlights the importance of evaluating each historic environment within its own unique context. The proposed evaluation framework offers a systematic approach that can be applied to the analysis of new buildings in similar historic urban settings.

Keywords: Historical environment, new building, cultural heritage, evaluation criteria, Sulu Sokak, Tokat

GİRİŞ

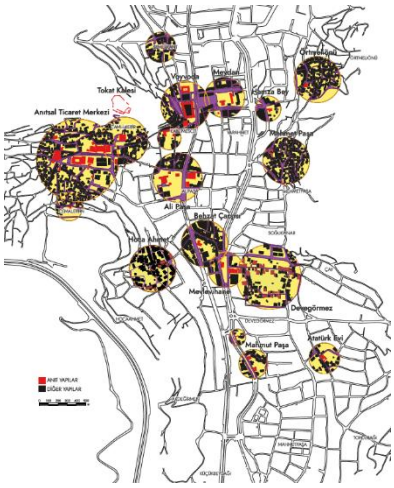
Tarihi kentlerin dönüşüm süreçleri, kültürel sürekliliğin korunması ile çağdaş işlevsel gereksinimlerin karşılanması arasındaki dengenin kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda tarihi çevrelere yapılan yeni mimari müdahaleler, özgün dokunun değerini ve bütünlüğünü tehdit eden unsurlar olarak değerlendirilebildiği gibi, doğru yaklaşımlarla tarihi çevreyi destekleyen, canlandıran ve kamusal kullanıma kazandıran yapılar olarak da ortaya çıkabilmektedir.

Tokat, tarihsel süreçte İpek Yolu güzergâhı üzerinde yer alan önemli bir yerleşim yeri olup pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır (Şekil 1 ve 2). Tokat Kalesi'nin güneyinde yer alan Sulu Sokak, tarihte kentin ticaret merkezi ve ana aksı olarak işlev görmüş, modern kent dokusu içinde ise varlığını sürdüren en önemli tarihi çekirdeklerden biri olmuştur. Tarihi çevrenin temel öğeleri olan tarihi çekirdek, yerleşme karakteri (Ahunbay, 2021) ve kentin tarihi mirası büyük ölçüde Sulu Sokak ve çevresinde yoğunlaşmakta (Şekil 3); bu alan çok katmanlı kültürel birikiminin canlı bir temsilcisi niteliğini korumaktadır (Şekil 4). Sulu Sokak son yirmi yılda kapsamlı bir dönüşüm ve restorasyon sürecine sahne olmuş; anıtsal yapıların yeniden işlevlendirilmesiyle birlikte bölgede sosyal ve kültürel canlanma yaşanmıştır (Akın & Kalınbayrak Ercan, 2023). Tarihi kentsel dokular, her dönemin bir öncekine eklemlenmesiyle biçimlenen, farklı kültürlerin, yaşam biçimlerinin ve estetik anlayışların fiziksel yansımasını oluşturan katmanlı mekânsal bütünlerdir. Bu bütünün içine eklenen yeni yapılar, tarihsel sürekliliğin son katmanı olarak tarihi çevreyle kurdukları uyum ya da uyumsuzluk bağlamında önemli bir koruma tartışmasını beraberinde getirmektedir (Okumuş & Şahin Güçhan, 2022).

Şekil 1. Türkiye Haritasında Tokat İli (OKA, 2024)

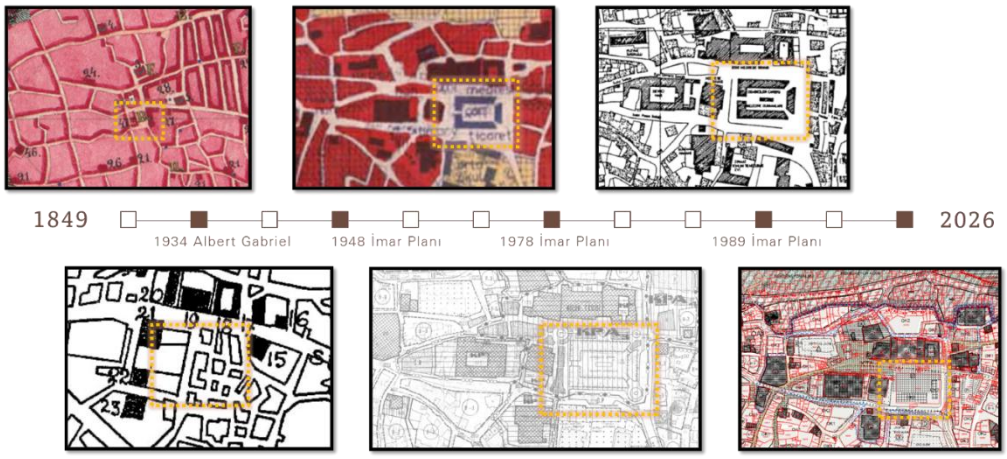
Şekil 2. Tokat Merkez Konumu (OKA, 2024)

Şekil 3. Sulu Sokak Bölgesi Anıtsal Merkez (OKA, 2024)



Şekil 4. Tokat Merkezde Bulunan Kent Çekirdekleri (OKA, 2024)

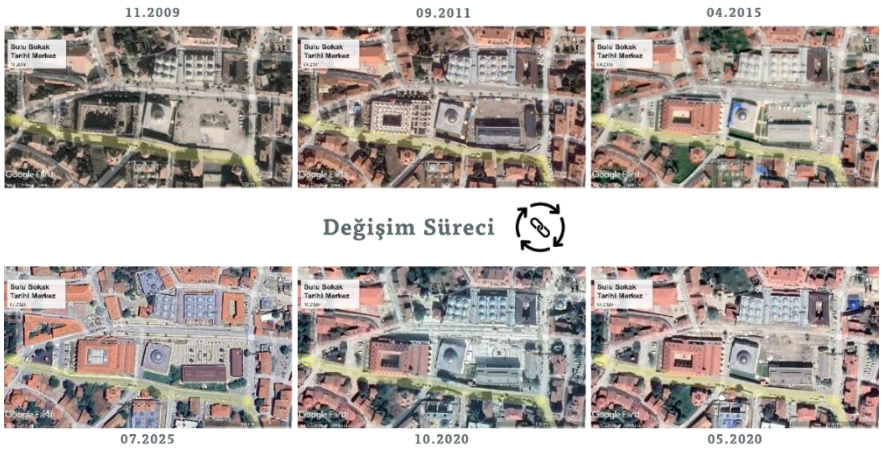
Sulu Sokak'ın değişim süreci, 19. yüzyıldan itibaren farklı dönemlere ait planlar üzerinden izlenebilmektedir. Bu planlar, alanda başlangıçta dağınık bir yapılaşmanın bulunduğunu, daha sonraki dönemlerde ise Demirciler Çarşısı'nın oluştuğunu ve geliştiğini göstermektedir (Şekil 5). 2008 yılında Demirciler Çarşısı'nın yıkılmasıyla ortaya çıkan boşluğa inşa edilen Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe, bu dönüşüm sürecinin güncel ürünleri olarak öne çıkmaktadır. Anıtsal tarihi yapılarla doğrudan komşuluk kuran bu iki yeni yapının tarihi çevreyle mimari uyumu, koruma kuramı açısından tartışmaya değer bir konu oluşturmaktadır. Yeni yapıların tarihi çevreyle kurduğu ilişkinin niteliğini belirleyen yaklaşımlar, söz konusu mekânsal birlikteliğin uyumluluk ya da uyumsuzluk üzerinden okunmasını da doğrudan etkilemektedir. Tarihi çevrenin korunması ve yaşatılması, yalnızca mevcut yapıların fiziksel olarak muhafaza edilmesiyle değil, aynı zamanda bu çevrelerin güncel işlevler yüklenerek toplum yaşamına yeniden katılmasıyla da mümkündür (Arabacıoğlu & Aydemir, 2007).



Şekil 5. Seçili Yapıların Tarihsel Arka Planı (OKA, 2024 & Url-1'den işlenerek)

Bu bağlamda yeni yapılar, tarihi dokunun bütünlüğüne katkıda bulunma potansiyeli taşımakla birlikte, tasarım kararlarının bilinçsizce alınması durumunda kalıcı ve geri dönüşü güç hasarlara neden olabilmektedir. Aktüre (1975), belirli bir zaman kesitindeki şehir biçiminin, kentte farklı dönemlerde ortaya çıkan işlevsel farklılaşmaların bir ürünü olduğunu; bu nedenle işlevsel değişim ile şehir biçimindeki değişim arasında kaçınılmaz bir gecikmenin bulunduğunu belirtmektedir.

Sulu Sokak'ın 2009 ve 2025 yılları arasındaki uydu görüntüleri incelendiğinde mekânsal değişim görülmektedir (Şekil 6). 2009 yılına ait ulaşılan ilk uydu görüntüsünde Demirciler Çarşısı'nın yıkımından sonraki tanımsız boşluk ortaya çıkmıştır. Devamında yeni yapıların inşa edildiği ve alanda bazı tarihi anıtsal yapıların da restorasyon süreci içerisinde olduğunu görülmektedir. Bir süre otopark olarak kullanılan alan, yol, peyzaj ve meydan düzenlemelerinin ardından günümüzdeki biçimine kavuşmuştur. Tarihi çevrelerde yeni yapı tasarımı, koruma ve çağdaş kullanım gereksinimleri arasındaki ilişkinin dengeli biçimde kurulmasını gerektiren önemli bir tasarım ve koruma problemi olarak öne çıkmaktadır. Kentlerin değişen sosyoekonomik yapısı, nüfus artışı, işlevsel gereksinimler ve yeni kullanım talepleri, tarihi alanlarda yeni yapılaşmayı kaçınılmaz hâle getirmekte; buna karşın yeni yapıların tarihi çevre ile kurduğu ilişkinin niteliği, kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından belirleyici olmaktadır. Bu çerçevede, yeni yapıların tarihi çevrenin karakteristik özelliklerini dikkate alması gerektiği ve aynı zamanda kendi döneminin mimari anlayışını da okunabilir biçimde yansıtmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Arslan ve ark., 2020).



Şekil 6. Sulu Sokak'ın Uydu Görüntüleri Üzerinden Değişim Süreci (Google Earth görüntülerinden işlenerek)

Bununla birlikte, tarihi çevrede yeni yapıların değerlendirilmesinde yalnızca biçimsel uyum yeterli görülmemektedir. Yeni yapıların çevresiyle kurduğu mekânsal ilişki, açık alan organizasyonu, görüş koridorları, dolaşım sistemi ve kamusal kullanım potansiyeli gibi unsurların da tarihi çevrenin korunması ve sürekliliği açısından önem arz etmektedir (Gençer, 2023). Dolayısıyla tarihi çevrede tasarlanacak yeni yapıların yalnızca fiziksel özellikleriyle değil, aynı zamanda çevresel bağlamla kurduğu mekânsal ve görsel ilişki üzerinden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kuramsal ve ilkesel çerçeve doğrultusunda, tarihi çevrede konumlanan yeni yapıların değerlendirilmesine yönelik ölçütlerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Literatürde, yeni yapıların tarihi çevre ile kurduğu ilişkinin değerlendirilmesinde; yapı yüksekliği ve kütle ilişkisi, malzeme kullanımı, cephe karakteri, renk ve doku özellikleri, mekânsal yerleşim düzeni, silüet üzerindeki etkisi ve yakın çevre ile kurduğu görsel ilişki gibi kriterlerin öne çıktığı görülmektedir (Arslan ve ark., 2020; Bilgin Altınöz, 2010; Gençer, 2023). Bunun yanı sıra, uluslararası tüzük ve bildirgelerde vurgulanan bağlamsal uyum, ayırt edilebilirlik ve tarihi çevrenin karakteristik değerlerinin korunmasına yönelik ilkeler de değerlendirme sürecinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

Bu doğrultuda, tarihi çevrede yeni yapı ve çevre ilişkisini değerlendirmeye yönelik analiz kriterleri; uluslararası koruma ilkeleri, literatürde önerilen değerlendirme parametreleri ve çalışma alanının özgün özellikleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışma alanı olarak belirlenen Tokat tarihi ticaret merkezi ve yakın çevresinde yer alan yeni yapıların tarihi çevre ile kurduğu ilişki; mekânsal kurgu ve görsel ilişki, ölçek, malzeme, cephe dili, renk ve doku kriterleri üzerinden incelenmiştir.

Bu çalışmada, Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe'nin tarihi doku içerisindeki mimari uyumu, belirlenen analiz kriterleri çerçevesinde değerlendirilmiş; yapıların tarihi çevrenin karakteristik değerleriyle kurduğu uyum düzeyinin ortaya konulması ve mevcut tarihi doku üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

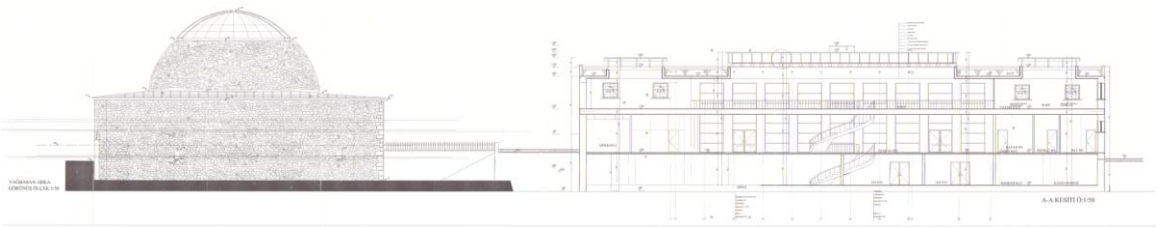
Tokat Şehir Müzesi

Tokat Şehir Müzesi, ilk olarak Kültür Merkezi olarak tasarlanmış, ancak uzun süre kullanılmadan işlevsiz kalmıştır (Şekil 7). Daha sonra bu işlev yeniden değerlendirilerek müze kullanımına dönüştürülmüştür. Müzede Tokat'ın yerel değerleri hem sergilenmektedir hem de canlandırılmaktadır. Günümüzde müze işlevinin yanı sıra geçici sergiler, atölyeler ve çeşitli sanatsal etkinliklere de ev sahipliği yapılmaktadır (Şekil 8).

Yapı; bodrum, zemin ve birinci kat olmak üzere üç katlıdır. Karma taşıyıcı sistem olarak çelik ve betonarme birlikte kullanılmıştır. Özellikle zemin ve birinci katta çelik taşıyıcı sistemin iç mekânda görünür bırakılması, yapının strüktürel karakterini okunabilir kılmaktadır. Yapı, etrafındaki yapılarla yaklaşık aynı yüksekliktedir (Şekil 9). Cephe tasarımında, tarihi yapılardaki taş rengine benzeyen açık renk traverten taş kaplama kullanılmış olup, kuzey ve güney cephelerde geniş cam yüzeylerle geçirgen ve güncel bir tasarım dili oluşturulmuştur.

Şekil 7. Tokat Şehir Müzesi (Ahmet Can Durmazer Arşivi)

Şekil 8. Müze İç Mekânı (ACD Arşivi)



Şekil 9. Yağıbasan Medresesi ve Tokat Şehir Müzesi Arasındaki Kütlesel İlişki (Tokat Belediyesi Arşivi)

Müze Kafe

Müze Kafe, dikdörtgen planlı olup kısa cephesi sokağa bakacak şekilde konumlanmıştır (Şekil 10). Yapının cephelerinde koyu renkli dikey ahşap kaplama elemanları kullanılmıştır. Doğu cephesinde tente elemanları, batı da ise açılıp kapanabilen sundurma sistemi yer almaktadır. Yapının kuzeyi ve güneyi sağır cepheden oluşmaktadır (Şekil 11). Yapı bodrum ve zemin kat olmak üzere iki katlıdır.

İlk olarak lokanta işleviyle tasarlanan ve kullanılan yapı, daha sonra market olarak değerlendirilmiş; ancak bu kullanımın da sona ermesiyle atıl kalmıştır. Sulu Sokak bölgesinde gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları, çevre düzenlemeleri ve sokak sağlıklaştırma projeleriyle birlikte artan sosyalleşme ihtiyacı doğrultusunda yapı yeniden değerlendirerek Müze Kafe'ye dönüştürülmüştür (Şekil 12). Günümüzde yapıda kafe alanı, mutfak, depo ve ıslak hacimler yer almaktadır. Farklı dönemlerde biçimlenen mekânsal kararlar, yapının bugünkü halini şekillendiren etkenler arasında yer almaktadır.

Şekil 10. Müze Kafe (ACD Arşivi)

Şekil 11. Yapının Kuzey ve Doğu Cephesi (ACD Arşivi)

Şekil 12. Müze Kafe İç Mekânı (ACD Arşivi)

MATERYAL VE YÖNTEM

Kuramsal Çerçeve

Tarihi çevreye yönelik yeni yapı müdahaleleri, uluslararası koruma kuramının temel tartışma konularından birini oluşturmaktadır. Bu alanda başvurulan temel referanslar arasında Venedik Tüzüğü (1964), Tarihi Kentlerin ve Kentsel alanların Korunması Tüzüğü (Washington Tüzüğü, 1987), Tarihi Kent ve Kentsel Alanların Korunması ve Yönetimi (Valetta İlkeleri, 2011), ICOMOS Kültürel Öneme Sahip Yerler Tüzüğü (Burra Tüzüğü, 2013) ve diğer ulusal-uluslararası tüzükler yer almaktadır.

Süreç içerisinde bu tüzük ve bildirgelerin kapsamının zamanla genişlediği ve koruma anlayışının yalnızca fiziksel müdahale ile sınırlı kalmayarak daha bütüncül bir yaklaşıma evrildiği görülmektedir. Özellikle Amsterdam Bildirgesi (1975) "bütünleşik koruma" yaklaşımıyla birlikte, Nairobi Bildirgesi'nde (1976) ise tarihi alanların sürekli değişim içinde olduğu ve bu değişimin düzenli gözlem ve analiz süreçleriyle yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, ICOMOS Türkiye'nin (2013) "mimari mirasın yenilenemez bir kaynak" olduğu kabulü, çağdaş koruma yaklaşımlarının temeline katkı sunarak tarihi çevre ile yeni yapı ilişkisini bağlamsal uyum çerçevesinde daha hassas bir denge üzerinden değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada söz konusu tüzük ve bildirgeler karşılaştırmalı olarak incelenmiş; yeni yapı ve tarihi çevre ilişkisine dair maddeler tablolaştırılarak analiz kriterlerinin belirlenmesinde temel kaynak olarak kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Tarihi Çevre ve Yeni Yapı ile İlişkili Maddeler

Carta del Restauro, 1931	Madde 6
Atina Tüzüğü, 1933	Madde 70, 75
Venedik Tüzüğü, 1964	Madde 6
Amsterdam Bildirgesi, 1975	Madde b, k
UNESCO Nairobi Bildirgesi, Tarihi Alanların Korunması ve Çağdaş Rolleri Konusunda Tavsiyeler, 1976	Madde 4, 5, 6, 21, 28
Washington Tüzüğü, Tarihi Kentlerin ve Kentsel Alanların Korunması Tüzüğü, 1987	Madde 2, 8, 10
Granada Sözleşmesi, Avrupa Mimari Mirasının Korunması Sözleşmesi, 1985	Madde 4/2a, 2b
ICOMOS Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü, 1999	Koruma İlkeleri Madde 2, 5 Uygulama İlkeleri Madde 2, 4
Valetta İlkeleri, Tarihi Kent ve Kentsel Alanların Korunması ve Yönetimi, 2011	Madde 2/b, 3/d, 4/c
Paris Deklarasyonu, Kültürel Mirasın Kalkınmasının İtici Gücü Rolü Üzerine, 2011	Madde 1
ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi, 2013	Madde 5
Burra Tüzüğü, Avustralya ICOMOS Kültürel Öneme Sahip Yerler Tüzüğü, 2013	Madde 1.12, 8, 22
681 no.lu İlke Kararı, Kentsel Sitler, Koruma ve Kullanma Koşulları, 2017	Madde 3.3

Analiz Kriterleri

Tüzük ve bildirgelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda belirlenen analiz kriterleri aşağıda sıralanmıştır:

1. **Mekânsal Kurgu ve Görsel İlişki:** Yeni yapının tarihi doku içindeki konumu, açık-kapalı alan örüntüsüne katkısı ve çevre yapılarla kurduğu görsel diyalog.

2. **Ölçek:** Yapının yükseklik ve kütlesel özelliklerinin çevredeki tarihi yapılarla orantısı; sokak silüetine etkisi.
3. **Malzeme:** Kullanılan yapı malzemelerinin tarihi dokuyla uyumu ve çağdaş malzeme kullanımı.
4. **Cephe Dili:** Cephe kompozisyonu, açıklık-doluluk oranları, yapısal ifade biçimi ve çevreyle ilişki.
5. **Renk ve Doku:** Yapı yüzeylerinde kullanılan renk ve dokuların tarihi çevreyle ilişkisi.

Bu kriterler, yeni müdahalelerin tarihi çevre ile uyum düzeyini sokak ölçeğinde değerlendirmeyi sağlayan temel bir çerçeve sunmaktadır. Şekil 13'te görüldüğü üzere, Sulu Sokak ve çevresinin mevcut durumu üzerinden yeni yapıların tarihi çevre ile kurduğu ilişki okunmaktadır. Yoğun tarihi doku içerisindeki anıtsal yapılar, yeni kamusal düzenlemeler ve açık alan kullanımlarıyla birlikte bölge çok katmanlı bir mekânsal yapı sergilemektedir.

Şekil 13. Sulu Sokak'ta ki Yeni Yapılar (TBA)

Veri Toplama ve Analiz Süreci

Çalışmada veri toplama süreci üç aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada arşiv araştırması kapsamında Geç Osmanlı döneminden günümüze ait harita ve planlar incelenmiş; yakın döneme ait uydu görüntüleri üzerinden mekânsal değişim analiz edilmiştir. İkinci aşamada alan çalışması gerçekleştirilmiş; yerinde gözlem ve fotoğraflama yoluyla cephe özellikleri, malzeme kullanımı ve çevreyle görsel ilişkiye dair belgeler elde edilmiştir. Üçüncü aşamada ise her iki yapı, belirlenen kriterler doğrultusunda karşılaştırmalı mimari analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mekânsal Kurgu ve Görsel İlişki

Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe'nin yer aldığı parselde, yapıların güney ve doğu cepheleri boyunca oluşturdukları sınır etkisi sayesinde alanın geri kalan bölümünde bir açık alan oluşmaktadır (Şekil 14). Şehir Müzesi'nin geri çekilmiş konumu ve Müze Kafe'nin alana dik yerleşimi, açık alanın bir meydan karakteri kazanmasını sağlamaktadır. Bu mekânsal kurgu, peyzaj düzenlemeleriyle birlikte tarihi çevre içerisinde yeni ve kamusal nitelikli bir kullanım alanı oluşturmaktadır.

Şekil 14. Oluşturulan Meydanlık Alan ve Yeni Yapılar (Url-2)

Oluşturulan meydanlık alan, tarihi doku içerisindeki mekânsal sürekliliği desteklemekte ve kullanıcıya kesintisiz bir mekânsal deneyim sunmaktadır. Aynı zamanda açık alanın tanımlanma biçimi, çevredeki anıtsal yapılar arasındaki görsel ilişkinin korunmasına ve güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 15).

Bu bağlamda yeni yapıların yalnızca kendi mimari özellikleriyle değil, oluşturdukları açık alan kurgusu ve çevreyle kurdukları görsel ilişkiler üzerinden de değerlendirilmesi gerekmektedir. İncelenen örnekte yapıların mekânsal sürekliliği ve perspektif etkisini büyük ölçüde desteklediği; buna karşın bazı noktalarda farklılaşan mimari dilleri nedeniyle tarihi çevreden kısmen ayrıştığı görülmektedir.

Şekil 15. Yeni Yapıların Önünden Sulu Sokak Panoraması (ACD Arşivi)

Ölçek

Yeni yapıların, çevrede bulunan anıtsal yapıların yüksekliklerini aşmadığı; özellikle Müze Kafe'nin Şehir Müzesi'nden daha düşük bir kütlede tasarlandığı anlaşılmaktadır. Bu durum, yapıların silüet ve ölçek bakımından tarihi çevreyle uyum kurma yaklaşımı sergilediğini göstermektedir.

Sokak ölçeği değerlendirildiğinde, karşı cephede yer alan Takyeciler Cami, Arastalı Bedesten ve Sulu Han'ın bitişik nizamda konumlanarak süreklilik gösteren bir sokak silüeti oluşturduğu görülmektedir. Şehir Müzesi tarafındaki Yağıbasan Medresesi ile Deveciler Hanı arasındaki mekânsal boşluklar (Şekil 16 ve 17), hem arka plandaki kentsel doku ile görsel ilişki kurulmasına hem de fiziksel erişim sürekliliğinin sağlanmasına olanak tanımaktadır. Söz konusu boşlukların sınırlı ölçekte tutulması ise sokak silüetindeki sürekliliğin korunmasını desteklemektedir.

Şekil 16. Şehir Müzesi ile Yağıbasan Medresesi Arasındaki Mekânsal Boşluk (Aygün Kalınbayrak Ercan Arşivi)

Şekil 17. Yağıbasan Medresesi ile Deveciler Hanı Arasındaki Mekânsal Boşluk (AKE Arşivi)

Malzeme

Tokat Şehir Müzesi'nde traverten kaplama ve geniş cam yüzeyler birlikte kullanılmıştır. Traverten, doğal taş kökenli bir malzeme olması nedeniyle çevredeki tarihi yapılarda kullanılan taş malzemelerle belirli bir ilişki kurmaktadır. Buna karşın geniş cam yüzeyler, tarihi yapılarda görülmeyen çağdaş bir malzeme kullanımını temsil etmektedir. Traverten ve camın birlikte kullanımı, yapının tarihi çevreyle ilişki kurma çabası ile çağdaş mimari ifade arasında bir denge oluşturma yaklaşımını yansıtmaktadır.

Müze Kafe'de ise koyu renkli dikey ahşap kaplama elemanları tercih edilmiştir. Ahşap, geleneksel yapım kültüründe kullanılan bir malzeme olmakla birlikte, bu yapıdaki uygulama biçimi, oranı ve cephedeki baskınlığı nedeniyle çevredeki tarihi yapıların malzeme karakteriyle sınırlı düzeyde ilişki kurmaktadır.

Cephe Dili

Tokat Şehir Müzesi'nin kuzey ve güney cephelerinde kullanılan geniş cam yüzeyler, yapıda geçirgen ve güncel bir cephe karakteri oluşturmaktadır. Tarihi yapılarda yaygın olarak görülen geniş duvar yüzeyleri ve sınırlı açıklık oranlarıyla karşılaştırıldığında, bu tercih cephe dili açısından çağdaş bir ifade ortaya koymakta ve çevredeki tarihi yapıların karakterinden ayrışmaktadır. Ayrıca cephede yer alan teknik donatı elemanları ve tabela kullanımları da bu farklılaşmayı güçlendirmektedir.

Müze Kafe'de pencere düzeni, cephe organizasyonu ve görünür durumdaki teknik donatı elemanları, yapının çevredeki geleneksel yapıların cephe karakteriyle kısmen farklılaşmasına neden olmaktadır.

Renk ve Doku

Tokat Şehir Müzesi'nde kullanılan açık renkli traverten kaplama, tarihi çevredeki taş yüzeylerin genel renk karakteriyle uyum göstermektedir. Ancak travertenin homojen yüzey yapısı ve belirgin dokusu, çevredeki tarihi yapılarda görülen işlenmiş taş yüzeylerden farklı bir görsel etki oluşturmaktadır.

Müze Kafe'de tercih edilen koyu renkli ahşap kaplama ise çevrede hâkim olan açık tonlu taş yüzeylerden ve Şehir Müzesi'nin cephe karakterinden ayrışmaktadır. Bu durum, iki yeni yapı arasında da renk ve doku bakımından belirgin bir kontrast oluşturarak yapıların farklı kimlikler kazanmasına katkı sağlamaktadır.

Yapıların tarihi çevreyle ilişkisi (Şekil 18) beş temel kriter doğrultusunda özet olarak Tablo 2'de sunulmaktadır:

Tablo 2. Değerlendirme Kriterleri Üzerinde Analiz Tablosu

Yeni Yapılar	Tokat Şehir Müzesi			Müze Kafe		
Değerlendirme Kriterleri	Uyumlu	Kısmen Uyumlu	Uyumsuz	Uyumlu	Kısmen Uyumlu	Uyumsuz
Mekânsal Kurgu ve Görsel İlişki		•			•	
Ölçek	•			•		
Malzeme		•			•	
Cephe Dili		•			•	
Renk ve Doku		•			•	

Şekil 18. Sulu Sokak'ta ki Seçili Yeni Yapılar (ACD Arşivi)

Analiz sonuçları, Tokat Şehir Müzesi ve Müze Kafe'nin tarihi çevreyle kurduğu ilişkinin farklı ölçütler açısından değişen düzeylerde uyumluluk sergilediğini ortaya koymaktadır. Yapılar, özellikle kütlesel ölçek ve yükseklik bakımından çevredeki anıtsal yapılarla uyumlu bir yaklaşım benimsemekte ve tarihi silüeti baskılamamaktadır. Mekânsal kurgu ve görsel ilişki açısından ise yapıların konumlanışı ve birlikte tanımladıkları meydan alanı, tarihi çevredeki mekânsal sürekliliği desteklemekte ve anıtsal yapılar arasındaki görsel ilişkilerin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 19).

Şekil 19. Sulu Sokak İHA Fotoğrafı (Url-3)

Buna karşılık malzeme kullanımı, cephe dili ile renk ve doku özellikleri açısından yapılar, tarihi çevreyle tam bir benzerlik kurmaktan ziyade çağdaş mimari yaklaşımları yansıtan özellikler sergilemektedir. Kullanılan traverten, cam, kompozit ve ahşap malzemeler tarihi çevreyle belirli düzeylerde ilişki kurarken, uygulama biçimleri ve görsel etkileri bakımından çevredeki anıtsal yapılardan kısmen ayrışmaktadır. Benzer şekilde, açıklık-doluluk oranları, cephe organizasyonu ve mimari ifade biçimleri de yeni yapıların çağdaş karakterini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, her iki yapının tarihi çevreyle ne tam bir uyum ne de belirgin bir karşıtlık içerisinde olduğu; farklı ölçütler açısından değişen düzeylerde uyumluluk sergilediği söylenebilir. Bulgular, tarihi çevrelerde yeni yapı tasarımının yalnızca biçimsel benzerlik üzerinden değil, mekânsal, görsel ve işlevsel ilişkiler bağlamında çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; tarihi çevrelerde yer alacak yeni yapıların değerlendirilmesinde tek tip tasarım ölçütlerinin yeterli olmadığını, her dokunun kendi özgün mekânsal, kültürel ve tarihsel bağlamı içerisinde ele alınması ve tasarım kriterlerinin bu doğrultuda belirlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tarihi çevreyle uyumlu, kent kimliğine saygılı ve kültürel sürekliliği destekleyen mimari yaklaşımlar geliştirebilmek için bu bütüncül bakış açısı bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir.

Sulu Sokak'ta yaşanan bu dönüşüm süreci göstermektedir ki, kamusal kullanımın yeniden üretildiği tarihi çevrelerde ortaya çıkan yeni mekânsal oluşumların mimari analizi önem taşımaktadır. İncelenen iki yapının ölçek açısından tarihi çevreyle uyum kurarken; mekânsal kurgu, malzeme, cephe dili ve renk-doku özellikleri bakımından kısmen ayrışması, tarihi çevrelerde yeni yapı tasarımına ilişkin tartışmaların çok boyutlu olduğunu göstermektedir (Şekil 20). Bu yönüyle çalışma, benzer dönüşüm süreçlerinin yaşandığı diğer tarihi kent parçalarında gerçekleştirilecek karşılaştırmalı analizler için bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

Bununla birlikte çalışma, mimari ve mekânsal ölçütlere odaklanmaktadır. Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda Sulu Sokak'taki dönüşümün sosyal ve kültürel etkilerinin de incelenmesi, alanın dönüşüm sürecinin daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Şekil 20. Sulu Sokak Bölgesi ve Merkez Yerleşimi (Url-3)

Teşekkür ve Bilgi Notu

Çalışma kaynaklarına ulaşılmasında katkı sağlayan yerel tarihçi ve koleksiyoner Hasan Erdem ve Tokat Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

Bu bildiri, Ahmet Can Durmazer'in Doç. Dr. Aygün Kalınbayrak Ercan danışmanlığında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde sürdürmekte olduğu yüksek lisans tez çalışması kapsamında ele alınmıştır.

Kaynakça

Ahunbay, Z., (2021). Kültür Mirasını Koruma İlke ve Teknikleri, İstanbul, YEM Yayın

Akın, E.S, Kalınbayrak Ercan, A., (2023). Köhneleşmiş Tarihi Kent Çekirdeklerinin Soylulaştırılması Üzerine: Tokat Sulu Sokak Örneği, *KAREN – Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi 9*(19): 311-341

Aktüre, S., (1975). 17. Yüzyıl Başından 19. Yüzyıl Ortasına Kadarki Dönemde Anadolu Osmanlı Şehrinde Şehirsel Yapının Değişme Süreci. *METU Journal of the Faculty of Architecture 1*(1): 101-128.

Arabacıoğlu, F. P., Aydemir, I., (2007). Tarihi Çevrelerde Yeniden Değerlendirme Kavramı, *Megaron 2*(4): 204-212

Arslan, H. D., Orhan, Ş. B., & Dişli, G., (2020). Tarihi Çevrede Yeni Yapı Tasarımının Müze İşlevi Özelinde Değerlendirilmesi. *Art-e Sanat Dergisi*, *13*(25): 71-101

https://doi.org/10.21602/sduarte.593963

Bilgin Altınöz, A. G., (2010). Tarihi Dokuda Yeni'nin İnşası. *Ege Mimarlık*, pp. 18-26.

Gençer, F., (2023). Assessment Method of Modern Buildings Constructed in a Historical Area; as a Case Study İMÇ Blocks, *ICONARP International Journal of Architecture and Planning*, *11*(2): 807-837. https://doi.org/10.15320/ICONARP.2023.265

OKA, (2024). Kültürel Miras Alanları, Mekânsal Gelişim Raporu, pp. 14-106

OKA, (2024). Ziyaretçi Karşılama Merkezi, Ön Fizibilite Projesi Raporu, pp. 22-28

Okumuş, G., & Şahin Güçhan, N., (2022). Tarihi Dokuda Uyum-Uyumsuzluk: Amasya Yalıboyu Evleri Üzerine Morfolojik Bir Değerlendirme, *Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı III. Kentsel Morfoloji Sempozyumu- Kent Morfolojileri Kentsel Form Araştırmalarında Çok Boyutlu Yaklaşımlar*, Ankara, Türkiye.

T.C. Tokat Belediyesi Arşivi

Ahmet Can Durmazer Arşivi

Aygün Kalınbayrak Ercan Arşivi

Url-1 https://keos.tokat.bel.tr:2443/keos/

Url-2 https://maps.app.goo.gl/7P1J41mJdPD1Xq5r7

Url-3 https://www.iha.com.tr/tokat-haberleri/tarihi-sulusokak-ve-cevresi-turklerin-anadoludaki-900-yillik-kesintisiz-varligini-gozler-onune-seriyor-255155006

Tüzük ve Bildirgeler

681 no.lu İlke Kararı, Kentsel Sitler, Koruma ve Kullanma Koşulları (2017). https://teftis.ktb.gov.tr/TR-298734/681-nolu-ilke-karari-kentsel-sitler-koruma-ve-kullanma-kosullari.html

Amsterdam Bildirgesi (1975). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0458320001536681780.pdf

Atina Tüzüğü (1933). http://www.alanbaskanligi.gov.tr/evrak/turkce/1933-Atina-tuzugu.pdf

Burra Tüzüğü, Avustralya ICOMOS Kültürel Öneme Sahip Yerler (2013). https://australia.icomos.org/wp-content/uploads/The-Burra-Charter-2013-Adopted-31.10.2013.pdf

Carta del Restauro (1931). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0660878001536681682.pdf

Granada Sözleşmesi, Avrupa Mimari Mirasının Korunması (1985). https://teftis.ktb.gov.tr/TR-14268/avrupa-mimari-mirasinin-korunmasi-sozlesmesi.html

ICOMOS Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü (1999). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0464062001536913566.pdf

ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi (2013). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0784192001542192602.pdf

Paris Deklarasyonu, Kültürel mirasın kalkınmanın itici gücü olarak rolü üzerine (2011). https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/GA2011_Declaration_de_Paris_EN_20120109.pdf

UNESCO Nairobi Bildirgesi, Tarihi Alanların Korunması ve Çağdaş Rolleri Konusunda Tavsiyeler (1976). https://kumid.net/euproject/admin/userfiles/dokumanlar/Recom.the-Safeguarding-and-Contemporary-Role-of-Historic-Areas.pdf

Valetta İlkeleri, Tarihi Kent ve Kentsel Alanların Korunması ve Yönetimi (2011). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0592931001536912260.pdf

Venedik Tüzüğü (1964). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0243603001536681730.pdf

Washington Tüzüğü, Tarihi Kentlerin ve Kentsel Alanların Korunması (1987). https://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0627604001536681570.pdf

KIRSAL OKULLARDA GÖRSEL SANATLAR DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİ: YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU ÜZERİNE LİTERATÜR TEMELLİ ÖNERİLER

Mahmut ÖĞ

Milli Eğitim Bakanlığı, Sınıf Öğretmeni, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-8173-507X

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, kırsal bölgelerde ve özellikle birleştirilmiş sınıflarda matematik öğretimini desteklemek amacıyla görsel sanatlar ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik literatürü incelemektir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi kullanılmış ve ilgili alanda yapılmış ulusal ve uluslararası çalışmalar analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, görsel sanatlar temelli öğretim uygulamalarının matematiksel kavramların somutlaştırılmasını kolaylaştırdığını ve öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte yapay zekâ destekli uygulamaların bireyselleştirilmiş öğrenme süreçlerini desteklediği ve farklı öğrenme düzeylerine sahip öğrencilerin ihtiyaçlarına cevap verebildiği belirlenmiştir. Özellikle birleştirilmiş sınıf ortamlarında bu iki yaklaşımın birlikte kullanımı, öğretim sürecinin daha esnek ve etkili yürütülmesine katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak, disiplinlerarası öğretim yaklaşımlarının kırsal eğitim bağlamında önemli bir potansiyele sahip olduğu ve bu alanda yapılacak uygulama temelli araştırmalara ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırsal eğitim, birleştirilmiş sınıflar, matematik öğretimi, görsel sanatlar, yapay zekâ, disiplinlerarası öğrenme, STEAM

GİRİŞ

Kırsal bölgelerde eğitim, yapısal eşitsizlikler, sınırlı fiziksel imkânlar ve öğretmen dağılımındaki dengesizlikler nedeniyle uzun yıllardır eğitim araştırmalarının önemli odak alanlarından biri olmuştur (UNESCO, 2021). Özellikle birleştirilmiş sınıf uygulamalarının yaygın olduğu kırsal okullarda, farklı yaş ve öğrenme düzeylerine sahip öğrencilerin aynı öğrenme ortamında bulunması, öğretim sürecini pedagojik açıdan daha karmaşık hale getirmektedir. Bu durum, öğretmenlerin hem içerik sunumu hem de sınıf yönetimi açısından daha esnek, çok katmanlı ve öğrenci merkezli yaklaşımlar geliştirmesini zorunlu kılmaktadır

Matematik öğretimi ise doğası gereği soyut kavramlar içermesi nedeniyle öğrenciler tarafından sıklıkla zorlayıcı bir disiplin olarak algılanmaktadır. Özellikle erken yaş gruplarında, soyut matematiksel yapıların somut deneyimlerle desteklenmemesi durumunda öğrenme güçlüklerinin arttığı ve kavramsal anlamanın sınırlı kaldığı belirtilmektedir. Bu bağlamda, matematik öğretiminde görselleştirme ve somutlaştırma stratejilerinin kullanımı kritik önem taşımaktadır.

Görsel sanatlar, matematik öğretiminde bu ihtiyaca yanıt verebilecek güçlü araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Sanat temelli öğrenme yaklaşımları, öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal süreçlerini harekete geçirerek öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır (Eisner, 2002). Özellikle geometri, simetri, örüntü ve oran-orantı gibi matematiksel kavramların görsel sanat etkinlikleriyle ilişkilendirilmesi, öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmektedir (Clements & Sarama, 2014; Sinclair, 2006). Ayrıca sanat temelli etkinliklerin öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve öğrenme motivasyonunu artırdığı çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (DeMoss & Morris, 2002).

Son yıllarda eğitim alanında öne çıkan bir diğer önemli gelişme ise yapay zekâ teknolojilerinin öğrenme ortamlarına entegrasyonudur. Yapay zekâ destekli sistemler, öğrenci performans verilerini analiz ederek bireyselleştirilmiş öğrenme yolları sunabilmekte ve öğretim sürecini uyarlanabilir hale getirmektedir (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2019). Bu sistemler sayesinde öğrencilerin öğrenme hızlarına, hata türlerine ve kavramsal eksikliklerine göre anlık geri bildirim sağlanabilmektedir (Zawacki-Richter et al., 2019). Bu durum, özellikle heterojen öğrenci gruplarının bulunduğu birleştirilmiş sınıflarda öğretim sürecinin daha etkili yönetilmesine katkı sağlamaktadır (Pane et al., 2017).

Bununla birlikte, kırsal okullarda yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı bazı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Altyapı eksiklikleri, dijital okuryazarlık)düzeyinin düşüklüğü ve öğretmenlerin teknolojik

pedagojik alan bilgisi (TPACK) yeterliklerinin sınırlı olması, bu teknolojilerin etkin kullanımını zorlaştırmaktadır (Mishra & Koehler, 2006; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Ancak son yıllarda mobil teknolojilerin yaygınlaşması ve düşük maliyetli dijital araçların artması, bu engellerin kısmen aşılmasına olanak sağlamaktadır (Traxler, 2018).

Disiplinlerarası öğretim yaklaşımları, bu noktada önemli bir çözüm yolu olarak değerlendirilmektedir. Özellikle STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yaklaşımı, sanat ve matematiği teknoloji ile bütünleştirerek öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Yakman & Lee, 2012; Land, 2013). Bu yaklaşım, kırsal eğitim bağlamında hem pedagojik esneklik sağlamakta hem de sınırlı kaynakların daha etkili kullanılmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma, söz konusu kuramsal çerçeveden hareketle, kırsal okullarda matematik öğretimini desteklemek amacıyla görsel sanatlar ve yapay zekâ entegrasyonuna ilişkin literatürü sistematik biçimde incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca disiplinlerarası öğretim yaklaşımlarının öğrenme çıktıları üzerindeki etkileri değerlendirilerek uygulamaya yönelik öneriler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araştırma Deseni

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, belirli bir olguya ilişkin yazılı materyallerin sistematik biçimde analiz edilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2020). Araştırma kapsamında 2000–2025 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar incelenmiş; veri tabanları üzerinden erişilen makaleler, raporlar ve kitap bölümleri analiz edilmiştir.

Birleştirilmiş sınıflarda öğretim sürecine ilişkin literatür incelendiğinde, bu eğitim ortamlarının yapısal olarak çok boyutlu sorunlar içerdiği görülmektedir. Nitekim Türkiye genelinde gerçekleştirilen meta-sentez çalışmaları, öğretmenlerin en çok zaman yönetimi, farklı seviyelere uygun öğretim planlama ve materyal eksikliği gibi sorunlarla karşılaştıklarını ortaya koymaktadır (Aday Korkmaz, 2024). Benzer şekilde, birleştirilmiş sınıflara yönelik yapılan sistematik literatür incelemeleri de bu eğitim ortamlarının pedagojik açıdan özel yaklaşımlar gerektirdiğini vurgulamaktadır (Saadet, 2020).

Öğretmen deneyimlerine dayalı çalışmalar, bu sınıflarda öğretimin yalnızca içerik aktarımıyla sınırlı olmadığını, aynı zamanda yoğun bir sınıf yönetimi becerisi gerektirdiğini göstermektedir (Tabur, 2023). Bu durum, sınıf içinde ortaya çıkan davranış problemleri ve farklı öğrenme ihtiyaçlarının aynı anda yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (Özkan, 2019). Ayrıca öğretmenlerin, farklı sınıf düzeylerini eş zamanlı olarak yönetirken pedagojik esneklik geliştirmek zorunda kaldıkları ifade edilmektedir (Temizyürek, 2019).

Özellikle matematik öğretimi bağlamında yapılan çalışmalar, birleştirilmiş sınıflarda soyut kavramların öğretiminin daha da zorlaştığını ve bu nedenle somutlaştırma temelli yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Doğan, 2022). Bu bağlamda görsel sanatlar ve teknoloji destekli öğretim uygulamalarının, öğrenme sürecini destekleyici bir araç olarak değerlendirilmesi mümkündür. Bununla birlikte, öğretim sürecine ilişkin çözüm önerileri sunan araştırmalar, disiplinlerarası yaklaşımların ve teknolojik desteklerin bu zorlukların aşılmasında önemli bir rol oynayabileceğini vurgulamaktadır (Fidan, 2024).

Verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Bu süreçte çalışmalar tematik olarak sınıflandırılmış ve ortak eğilimler belirlenmiştir (Krippendorff, 2018). Analiz sürecinde özellikle üç ana tema öne çıkmıştır: (1) görsel sanatlar ve matematik ilişkisi, (2) yapay zekâ destekli öğrenme ortamları ve (3) kırsal eğitim bağlamında uygulanabilirlik.

Görsel Sanatlar ve Matematik Öğretimi

Görsel sanatlar temelli öğretim yaklaşımlarının öğrenme süreçlerine katkısı incelendiğinde, bu alanın yalnızca estetik gelişimle sınırlı kalmadığı, aynı zamanda bilişsel ve duyuşsal gelişimi de desteklediği görülmektedir. Nitekim görsel sanatlar dersinin öğrenci gelişimine katkısını inceleyen araştırmalar, bu dersin öğrencilerin yaratıcılık, problem çözme ve kendini ifade etme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır (Özcan, 2026). Bu durum, sanatın öğrenme sürecinde çok boyutlu bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Sanat temelli öğrenme ortamlarının öğrencilerin derse katılımını artırdığı ve öğrenmeyi daha anlamlı hale getirdiği de literatürde vurgulanmaktadır. Özellikle oyun temelli ve yaratıcı drama destekli görsel sanatlar uygulamalarının, öğrencilerin aktif katılımını artırdığı ve öğrenme motivasyonunu güçlendirdiği belirlenmiştir (Yeşelbaş, 2024; Babayiğit, 2024). Bu bulgular, sanatın yalnızca bir ifade aracı değil, aynı zamanda öğrenmeyi yapılandıran bir pedagojik araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte görsel sanatlar eğitiminin bireysel farklılıklara duyarlı bir yapı sunduğu görülmektedir. Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımlarıyla desteklenen sanat eğitimi uygulamaları, öğrencilerin öğrenme stillerine uygun öğrenme ortamları sunarak öğrenme sürecini daha kapsayıcı hale getirmektedir (Danış, 2023). Bu yönüyle sanat temelli öğretim yaklaşımlarının, yapay zekâ destekli bireyselleştirilmiş öğrenme modelleriyle örtüşen bir yapı sunduğu söylenebilir.

Uluslararası literatür de bu bulguları desteklemektedir. Sanat entegrasyonuna dayalı öğretim modellerinin, öğrencilerin akademik başarılarını, öğrenmeye yönelik tutumlarını ve derse katılım düzeylerini artırdığı çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. (Duma & Silverstein, 2014; Russell & Zembylas, 2007) Ayrıca disiplinlerarası öğretim yaklaşımlarının, öğrencilerin farklı bilgi alanları arasında bağlantı kurmasını sağlayarak öğrenmeyi daha bütüncül hale getirdiği ifade edilmektedir. (Duma & Silverstein, 2014; Russell & Zembylas, 2007)

Bu bağlamda, görsel sanatlar ve matematik öğretiminin bütünleştirilmesi, özellikle kırsal ve birleştirilmiş sınıf ortamlarında öğrenme sürecini destekleyen güçlü bir pedagojik model olarak değerlendirilebilir.

Literatürde yer alan çalışmalar, görsel sanatların matematik öğretiminde kavramsal öğrenmeyi destekleyen önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Özellikle geometri öğretiminde görsel temsilin kullanılması, öğrencilerin mekânsal düşünme becerilerini geliştirmekte ve soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Clements & Sarama, 2014; Battista, 2007). Bununla birlikte simetri, örüntü ve fraktal yapılar gibi konuların sanat etkinlikleriyle ilişkilendirilmesi, öğrencilerin matematiksel yapıları daha derinlemesine kavramalarına olanak tanımaktadır (Sinclair, 2006; Gerofsky, 2011).

Sanat temelli öğretim uygulamalarının yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal boyutta da etkili olduğu görülmektedir. Öğrencilerin derse yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği, matematik kaygısının azaldığı ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarının arttığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Boaler, 2016; DeMoss & Morris, 2002). Bu durum, özellikle öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Yapay Zekâ Destekli Öğrenme Ortamları

Yapay zekâ teknolojileri, eğitim alanında giderek daha fazla kullanılmakta ve öğrenme süreçlerinin bireyselleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Uyarlanabilir öğrenme sistemleri, öğrencilerin performans verilerini analiz ederek içerik sunumunu dinamik biçimde düzenleyebilmektedir (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2019). Bu sistemler sayesinde öğrencilerin öğrenme hızları, hata örüntüleri ve kavramsal eksiklikleri belirlenebilmekte ve buna uygun geri bildirimler sağlanmaktadır (Zawacki-Richter et al., 2019).

Özellikle birleştirilmiş sınıflarda yapay zekâ destekli uygulamalar, öğretmenlerin iş yükünü azaltan ve farklı seviyelerdeki öğrencilerin ihtiyaçlarına yanıt verebilen önemli bir destek mekanizması olarak öne çıkmaktadır (Pane et al., 2017). Bununla birlikte, bu teknolojilerin etkili kullanımının öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerine bağlı olduğu da vurgulanmaktadır (Mishra & Koehler, 2006).

Kırsal Eğitim Bağlamında Entegrasyon

Kırsal bölgelerde eğitim ortamları, altyapı ve kaynak sınırlılıkları nedeniyle teknolojik yeniliklerin uygulanmasında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır (UNESCO, 2021). Ancak son yıllarda mobil teknolojilerin yaygınlaşması ve düşük maliyetli dijital araçların artması, bu sınırlılıkların kısmen aşılmasına olanak tanımaktadır (Traxler, 2018).

Literatür, kırsal okullarda disiplinlerarası öğretim yaklaşımlarının daha esnek ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Özellikle STEAM yaklaşımı çerçevesinde geliştirilen uygulamalar, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de problem çözme becerilerini artırmaktadır (Yakman & Lee, 2012; Land, 2013).

Bu bağlamda görsel sanatlar ve yapay zekâ entegrasyonu, kırsal eğitimde yenilikçi bir model olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, görsel sanatlar ve yapay zekâ entegrasyonunun matematik öğretiminde önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. Görsel sanatların kullanımı, matematiksel kavramların somutlaştırılmasını kolaylaştırmakta ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını artırmaktadır (Eisner, 2002; Clements & Sarama, 2014).

Yapay zekâ destekli öğrenme ortamları ise bireyselleştirilmiş öğretim süreçlerini mümkün kılmakta ve öğrenciler arasındaki öğrenme farklılıklarını azaltmaktadır (Luckin et al., 2016). Özellikle birleştirilmiş sınıflarda öğretmen görüşlerine dayalı çalışmalar, bu teknolojilerin öğretim sürecini destekleyici bir rol üstlendiğini göstermektedir (Öğ, 2026b).

Bununla birlikte, kırsal eğitim bağlamında sınıf yönetimi, öğretim sürecinin etkinliği açısından kritik bir değişken olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin pedagojik esnekliklerinin ve disiplinlerarası yaklaşım kullanımının önemini artırmaktadır (Öğ, 2025a; Öğ, 2026d).

Sonuç olarak, görsel sanatlar ve yapay zekâ temelli öğretim uygulamalarının, kırsal eğitimde fırsat eşitliğini destekleyen ve öğrenme süreçlerini zenginleştiren güçlü bir model sunduğu ifade edilebilir. Ancak bu modelin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmen eğitimi, teknolojik altyapı ve pedagojik destek mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Aday Korkmaz, G. (2024). *Türkiye'de birleştirilmiş sınıflarda karşılaşılan sorunlar: Bir meta sentez çalışması* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

Babayiğit, A. (2024). *Yaratıcı drama temelli görsel sanatlar etkinlikleri* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843–908). Information Age.

Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets*. Jossey-Bass.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). *Learning and teaching early math* (2nd ed.). Routledge.

Danış, S. (2023). *Farklılaştırılmış görsel sanatlar eğitimi* (Doktora tezi, … Üniversitesi).

DeMoss, K., & Morris, T. (2002). How arts integration supports student learning. *Arts Education Policy Review, 103*(4), 3–9.

Doğan, E. (2022). *Birleştirilmiş sınıflarda matematik öğretimi* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind*. Yale University Press.

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2010). Teacher technology change. *Journal of Research on Technology in Education, 42*(3), 255–284.

Fidan, M. (2024). *Birleştirilmiş sınıflarda öğretim sorunları* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

Gerofsky, S. (2011). Mathematics and art. *For the Learning of Mathematics, 31*(1), 2–7.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Sage.

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead. *School Science and Mathematics, 113*(7), 345–354.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.

Öğ, M. (2025a). *Kırsal ve merkez alanlarda öğretmenlerin yönetim tarzları ve sınıf yönetimi: Karşılaştırmalı bir çalışma*. Harran Kongresi.

Öğ, M. (2026a). *Teachers' views on the primary school mathematics curriculum*. Eurasian Congress.

Öğ, M. (2026b). *Artificial intelligence in multigrade classrooms*. Asian Congress.

Öğ, M. (2026c). *Formative assessment in primary schools*. Eurasian Congress.

Öğ, M. (2026d). *Effective classroom management in primary education*. New York Conference.

Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2017). *Informing progress: Insights on personalized learning implementation*. RAND Corporation.

Saadet, A. (2020). *Birleştirilmiş sınıflar literatür incelemesi* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

Sinclair, N. (2006). Mathematics and beauty. *Mathematics Education Research Journal, 18*(3), 45–68.

Temizyürek, S. (2019). *Birleştirilmiş sınıflarda öğretmen sorunları* (Yüksek lisans tezi, … Üniversitesi).

UNESCO. (2021). *Education in rural areas*. UNESCO Publishing.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring STEAM education. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(6), 1072–1086.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2020). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of AI in education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*(1), 1–17.

2000–2025 YILLARI ARASINDA GÖRSEL SANATLAR, MATEMATİK VE YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Mahmut ÖĞ

Milli Eğitim Bakanlığı, Sınıf Öğretmeni, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-8173-507X

ÖZET

Bu çalışma, 2000–2025 yılları arasında görsel sanatlar, matematik eğitimi ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik yapılan bilimsel çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmış ve ilgili alandaki yayınlar çeşitli değişkenler açısından incelenmiştir. Bulgular, son yıllarda bu alanda yapılan çalışmaların belirgin bir artış gösterdiğini ve disiplinlerarası bir yapı kazandığını ortaya koymaktadır. Özellikle yapay zekâ temelli çalışmaların alanın gelişiminde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu alanın gelecekte daha fazla araştırmaya konu olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik analiz, yapay zekâ, matematik eğitimi, STEAM, disiplinlerarası öğrenme

GİRİŞ

Bilimsel bilginin üretimi ve yayılımı belirli dönemlerde farklı eğilimler göstermekte olup, bu eğilimlerin sistematik biçimde incelenmesi araştırma alanlarının gelişim dinamiklerini anlamak açısından önem taşımaktadır (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2015). Bu bağlamda bibliyometrik analiz, bilimsel yayınların nicel özelliklerini inceleyerek alanın yapısını ve yönelimlerini ortaya koyan güçlü bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda eğitim bilimleri alanında yapılan bibliyometrik çalışmaların sayısında artış olduğu ve bu yöntemin farklı disiplinlerde yaygınlaştığı görülmektedir (Değirmenci, 2025; Çelik, 2025).

Eğitimde disiplinlerarası yaklaşımlar özellikle STEAM çerçevesinde önem kazanmıştır (Yakman & Lee, 2012; Land, 2013). Bu kapsamda görsel sanatlar ve matematik entegrasyonunun öğrencilerin bilişsel gelişimine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Eisner, 2002; Clements & Sarama, 2014). Bununla birlikte matematik eğitimine yönelik bibliyometrik çalışmaların da giderek arttığı ve alanın farklı boyutlarının analiz edildiği görülmektedir (Özyürek, 2025; Soytürk, 2025).

Teknolojik gelişmelerle birlikte yapay zekâ uygulamaları eğitim alanında önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016). Yapay zekâ temelli çalışmaların yalnızca teknik değil, aynı zamanda pedagojik boyutlarının da incelendiği ve bu alanda bibliyometrik analizlerin yapıldığı görülmektedir (Mısıroğlu, 2025; Düşünen, 2026).

Ayrıca eğitim alanında yapılan bibliyometrik çalışmaların yalnızca matematik veya yapay zekâ ile sınırlı kalmadığı; çevre eğitimi, fizik eğitimi ve ihtiyaç analizi gibi farklı alanlarda da gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir (Güler, 2025; Turun, 2025; Çelik, 2025). Bu durum, bibliyometrik yöntemin eğitim bilimlerinde geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu göstermektedir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırmada, görsel sanatlar, matematik eğitimi ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik çalışmaların eğilimlerini belirlemek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır (Donthu et al., 2021). Bibliyometrik analiz, bilimsel üretimin yapısını ve gelişimini ortaya koyan sistematik bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Zupic & Čater, 2015). Son yıllarda bu yöntemin eğitim bilimleri alanında yaygın olarak kullanıldığı ve farklı alanlara uygulandığı görülmektedir (Değirmenci, 2025; Özyürek, 2025).

Araştırma kapsamında 2000–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar incelenmiştir. Bu süreçte veri seti oluşturulurken hem uluslararası hem de ulusal çalışmalar dikkate alınmıştır. Özellikle matematik eğitimi, yapay zekâ ve disiplinlerarası öğretim alanlarında yapılan bibliyometrik çalışmalar referans alınmıştır (Soytürk, 2025; Mısıroğlu, 2025; Düşünen, 2026).

Analiz sürecinde çalışmaların yıllara göre dağılımı, anahtar kelime yoğunluğu ve tematik eğilimleri incelenmiştir. Ayrıca farklı eğitim alanlarında yapılan bibliyometrik çalışmalar da karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, analiz sonuçlarının daha kapsamlı yorumlanmasına katkı sağlamıştır.

Elde edilen bulgular Yapay zekâ temelli eğitim çalışmalarının giderek artan bir ivme kazandığını ortaya koyan araştırmalarla paralellik göstermektedir (Zawacki-Richter et al., 2019). Bununla birlikte, mevcut çalışmaların önemli bir kısmının teknoloji odaklı olduğu ve pedagojik boyutun sınırlı kaldığı dikkat çekmektedir. Bu durum, gelecekte yapılacak araştırmaların daha dengeli bir yapı içerisinde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Diğer taraftan görsel sanatlar, matematik ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik çalışmaların özellikle son yıllarda artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, hem teknolojik gelişmelerin hem de disiplinlerarası yaklaşımların etkisiyle açıklanabilir (Holmes et al., 2019). Benzer şekilde, eğitim alanında yapılan bibliyometrik çalışmaların da son yıllarda belirgin bir artış gösterdiği görülmektedir (Değirmenci, 2025; Çelik, 2025).

Anahtar kelime analizleri, çalışmaların büyük ölçüde "yapay zekâ", "matematik eğitimi" ve "STEAM" kavramları etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle matematik eğitimine yönelik yapay zekâ çalışmalarının son yıllarda artış gösterdiği belirlenmiştir (Soytürk, 2025). Bununla birlikte dijital liderlik ve yapay zekâ ilişkisini inceleyen çalışmaların da literatürde yer almaya başladığı görülmektedir (Mısıroğlu, 2025).

Tematik analiz sonuçları, çalışmaların üç ana alanda yoğunlaştığını göstermektedir: disiplinlerarası öğrenme, yapay zekâ destekli öğretim ve matematik öğretiminde yenilikçi yaklaşımlar. Bu bulgular, farklı eğitim alanlarında yapılan bibliyometrik çalışmalarla da örtüşmektedir . (Özyürek, 2025; Güler, 2025)

Ayrıca eğitimde farklı alanlara yönelik yapılan bibliyometrik çalışmaların çeşitliliği dikkat çekmektedir. Çevre eğitimi ve fizik eğitimi gibi alanlarda yapılan analizler, bibliyometrik yöntemin geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. (Turun, 2025; Güler, 2025)

TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, görsel sanatlar, matematik eğitimi ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik araştırmaların son yıllarda belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, bibliyometrik analiz yönteminin farklı alanlarda giderek daha yaygın kullanılmaya başlandığını gösteren çalışmalarla paralellik göstermektedir (Donthu et al., 2021; Değirmenci, 2025; Çelik, 2025). Ancak alan yazın incelendiğinde, bu artışın homojen bir gelişim göstermediği, bazı alanların diğerlerine göre daha baskın hale geldiği görülmektedir.

Özellikle yapay zekâ temelli çalışmaların literatürde daha görünür olduğu ve daha fazla ilgi gördüğü dikkat çekmektedir. Yapay zekâ ve eğitim ilişkisini inceleyen çalışmaların sayısındaki artış, teknolojik gelişmelerin eğitim araştırmalarına doğrudan yansıması olarak değerlendirilebilir (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016). Bununla birlikte, bu çalışmaların önemli bir kısmının teknoloji merkezli olduğu ve pedagojik boyutun görece sınırlı ele alındığı görülmektedir. Nitekim Zawacki-Richter ve arkadaşları (2019), yapay zekâ araştırmalarının çoğunlukla teknik odaklı olduğunu ve öğretim süreçlerine entegrasyonun yeterince derinleştirilmediğini vurgulamaktadır. Bu durum, mevcut çalışmada ulaşılan bulgularla örtüşmekte ve alanın pedagojik açıdan geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Matematik eğitimi bağlamında yapılan bibliyometrik çalışmalar incelendiğinde ise daha dengeli fakat tematik olarak parçalı bir yapı dikkat çekmektedir. Soytürk (2025) ve Özyürek (2025) tarafından yapılan çalışmalar, matematik eğitimi alanında farklı temaların (argümantasyon, yapay zekâ, öğretim stratejileri vb.) öne çıktığını göstermektedir. Ancak bu çalışmaların çoğunlukla kendi alt alanlarına odaklandığı ve disiplinlerarası bağlantıların sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum, matematik eğitimi literatürünün derinleştiğini ancak yeterince bütünleşmediğini ortaya koymaktadır.

Görsel sanatlar ile matematik entegrasyonu ise literatürde daha çok kuramsal ve pedagojik çerçevede ele alınmaktadır (Eisner, 2002; Clements & Sarama, 2014). Bu çalışmalar, sanatın öğrenme sürecini desteklediğini vurgulamakla birlikte, teknolojik bileşenlerle bütünleşme düzeyinin sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu noktada mevcut çalışma, görsel sanatlar, matematik ve yapay zekâyı birlikte ele alarak literatürdeki bu parçalı yapıya bütüncül bir bakış sunmaktadır.

Ayrıca farklı eğitim alanlarında yapılan bibliyometrik çalışmaların çeşitliliği, yöntemin yaygınlaştığını göstermektedir. Ancak bu çalışmaların büyük ölçüde alan içi eğilimleri ortaya koymakla sınırlı kaldığı ve disiplinlerarası ilişkileri derinlemesine incelemediği görülmektedir. Bu durum, bibliyometrik analizlerin çoğunlukla betimleyici düzeyde kaldığını ve analitik derinliğin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmanın en önemli katkısı, üç farklı alanı (görsel sanatlar, matematik ve yapay zekâ) birlikte ele alarak literatürdeki parçalı yapıyı bütüncül bir perspektifle değerlendirmesidir. Mevcut çalışmalar genellikle bu alanları ayrı ayrı incelerken, bu araştırma bu alanların kesişim noktalarına odaklanarak literatüre bütünleştirici bir katkı sunmaktadır. Ayrıca yalnızca yayın sayıları ve eğilimleri ortaya koymakla kalmayıp, bu eğilimlerin pedagojik ve disiplinlerarası anlamlarını da tartışarak literatüre eleştirel bir bakış açısı kazandırmaktadır.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular alanın hızlı bir gelişim içerisinde olduğunu göstermesine rağmen, bu gelişimin dengeli ve bütüncül bir yapıya henüz ulaşmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle yapay zekâ çalışmalarında pedagojik derinliğin artırılması, matematik eğitimi çalışmalarında disiplinlerarası bağların güçlendirilmesi ve görsel sanatlar entegrasyonunun teknoloji ile daha güçlü ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu yönüyle çalışma, yalnızca mevcut durumu ortaya koymakla kalmayıp, gelecekteki araştırmalar için yön gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, görsel sanatlar, matematik ve yapay zekâ entegrasyonuna yönelik araştırmaların bibliyometrik analizini sunarak alanın genel eğilimlerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, bu alanın giderek geliştiğini ve disiplinlerarası bir yapı kazandığını göstermektedir.

Özellikle yapay zekâ ve matematik eğitimi alanında yapılan bibliyometrik çalışmaların artışı, alanın gelecekte daha fazla araştırmaya konu olacağını göstermektedir (Soytürk, 2025; Düşünen, 2026). Ayrıca farklı eğitim alanlarında yapılan bibliyometrik çalışmaların artması, bu yöntemin eğitim bilimlerinde önemli bir araştırma aracı haline geldiğini ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, disiplinlerarası yaklaşımların eğitim araştırmalarında giderek daha merkezi bir konuma geldiğini göstermektedir. Özellikle yapay zekâ, matematik ve görsel sanatlar entegrasyonuna yönelik çalışmaların artışı, gelecekte bu alanın daha bütüncül modeller çerçevesinde ele alınacağını ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (2nd ed.). Routledge.

Çelik, E. (2025). *Eğitimde ihtiyaç analizi çalışmalarının bibliyometrik görünümü: Eğilimler ve yönelimler* (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi).

Değirmenci, G. (2025). *İstatistik eğitimi alanındaki bilimsel eğilimlerin incelenmesi: Bibliyometrik bir analiz* (Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi).

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285–296.

Düşünen, K. (2026). *Eğitimde yapay zekâ kullanımı ile ilgili uluslararası çalışmaların bibliyometrik ve içerik analizi* (Yüksek lisans tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi).

Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind*. Yale University Press.

Güler, M. (2025). *Ortaokul düzeyinde fizik eğitimi alanındaki bilimsel yayınların bibliyometrik ve metin madenciliği analiz*(Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi).

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *School Science and Mathematics, 113*(7), 345–354.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Mısıroğlu, N. (2025). *Yapay zekâ ve dijital liderlik konulu uluslararası yayınların bibliyometrik analizi* (Yüksek lisans tezi,İbn Haldun Üniversitesi).

Özyürek, M. (2025). *Matematik eğitiminde argümantasyon üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi* (Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi).

Soytürk, T. (2025). *Matematik eğitiminde yapay zekâ çalışmalarının bibliyometrik analizi* (Yüksek lisans tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi).

Turun, T. (2025). *Ortaokul düzeyinde çevre eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi* (Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi).

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(6), 1072–1086.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*(1), 1–17.

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods, 18*(3), 429–472.

METHODOLOGICAL LIMITATIONS OF SOVIET-ERA HISTORIOGRAPHY IN STUDYING KAZAKHSTAN'S COLONIAL ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL STRUCTURE

Saule Mergentayevna Yesengeldiyeva

Doctoral Student of Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract

The article examines the methodological limitations of Soviet-era historiography in studying the colonial administrative-territorial transformation in the territory of Kazakhstan. This research lies at the intersection of historical studies, historical geography, and critical cartography. In particular, it is based on a comprehensive scholarly approach that analyzes the methodological and ideological frameworks of Soviet historiography, the representation of colonial administrative-territorial space through cartographic discourse, and the interpretation of historical-geographical data.

Contemporary academic literature lacks sufficient studies that systematically investigate the ideological nature of Soviet cartography and historical geography, or that reveal, through cartographic discourse, the colonial dimensions of administrative-territorial transformation in Kazakhstan. The mechanisms through which the Soviet cartographic language constructed the image of "socialist development" of space, blurred the colonial content of toponymic policies, and influenced historiographical interpretation remain insufficiently explored.

The aim of the study is to determine how ideological filters embedded in Soviet cartography and historical geography shaped the depiction and scholarly interpretation of the colonial administrative-territorial space of Kazakhstan and to identify the historiographical implications of this influence.

The research employs methods of critical cartography, discourse analysis, and historiographical comparison, which make it possible to examine comprehensively the ideological structure of Soviet cartographic materials and historical-geographical texts. The findings demonstrate that the Soviet cartographic language reconfigured administrative-territorial space in accordance with the ideology of "socialist development," thereby systematically masking its colonial content. In addition, the study proposes methodological and substantive adjustments aimed at improving domestic historical-geographical research.

Keywords: Soviet cartography, historical geography, historiography, ideological discourse, colonial transformation, toponymic policy, border discourse, censorship, school atlas, methodology of critical cartography.

Introduction
Review of the Literature.

The study of the formation and development of Kazakhstan's colonial administrative-territorial structure occupied an important place in Soviet-era historiography. During the Soviet period, works published by scholarly centers in Moscow, Leningrad, and the союзные republics assessed the administrative reforms of Tsarist Russia (1822, 1867–1868, 1891) as a historical necessity. At the origins of this line of research stands the scholarly legacy of Yermukhan Bekmakhanov (1915–1966), whose works are distinguished by their broad thematic scope and solid grounding. His seminal monograph *Kazakhstan in the 1820s–1840s*, published in 1947, marked a new stage in the study of the colonial period [Bekmakhanov, 1947]. In this work, the movement led by Kenesary Qasymov was for the first time characterized as a "national liberation movement of the Kazakh people," for which the scholar was accused of being a "bourgeois nationalist" and sentenced to 25 years of imprisonment [Yeniseeva-Varshavskaya, 2014].

The introduction and evolution of administrative-territorial divisions in Kazakhstan were analyzed in the works of Soviet historians within the framework of a class-based approach and the methodology of historical materialism. In these studies, the mechanisms of colonial governance were often portrayed as factors contributing to the development of economic relations, while the disintegration of the traditional system of governance of the local population was presented as a progressive phenomenon. At the same time, issues of

national interests, colonial exploitation, and cultural and political dependence were either not openly addressed or were relegated to a secondary position.

Research Gap

The principal shortcoming of Soviet-era historiography lies in its formation within a rigid ideological framework. The nature and consequences of the colonial administrative-territorial system were interpreted unilaterally from the standpoint of Marxist-Leninist methodology, and the colonial character of Tsarist rule was not fully revealed. The destruction of the traditional institutions of governance in Kazakh society, land issues, the marginalization of the national elite, and the system of social control exercised through the colonial administration were not subjected to sufficiently thorough scholarly analysis.

In addition, the selection of sources in Soviet research was highly limited: reliance was placed mainly on official government documents and party evaluations. The perspectives of the local population, materials of oral history, and the works of national intellectuals were employed only to a very restricted extent. This situation calls into question the scholarly impartiality of Soviet historiography and necessitates a re-examination of the problem.

Relevance of the Study

Under the conditions of an independent Kazakhstan, re-examining the colonial period from a new scholarly perspective is one of the key tasks of national historical science. An analysis of the methodological limitations of Soviet historiography in studying Kazakhstan's colonial administrative-territorial structure is important for the formation of national historical consciousness, for understanding the consequences of the colonial legacy, and for identifying the historical foundations of contemporary administrative-territorial policy.

The relevance of this issue is also closely linked to the widespread development of decolonial studies in the post-Soviet space and the emergence of new approaches to colonial discourse. A critical reassessment of scholarly interpretations formed during the Soviet period opens the way for the methodological renewal of national historiography.

Purpose of the Study

The purpose of this study is to identify the methodological foundations, ideological constraints, and specific features of scholarly interpretation in Soviet-era historiography concerning the study of Kazakhstan's colonial administrative-territorial structure, as well as to assess their impact on contemporary historical research.

Research Questions

To achieve this goal, the study addresses the following key questions:

1. On what methodological principles was Kazakhstan's colonial administrative-territorial structure studied in Soviet-era historiography?
2. How was the colonial policy of Tsarist Russia assessed in these studies?
3. What limitations did Soviet ideology impose on historical interpretations?
4. Which issues were overlooked or misrepresented?
5. To what extent do the conclusions of Soviet historiography influence contemporary national scholarship?

Methodology.

This study was conducted within a qualitative and interdisciplinary research paradigm. Its methodological framework is grounded in the theoretical and methodological approaches of historiography, historical geography, and critical cartography. These approaches make it possible to conceptualize the scholarly and

cartographic knowledge produced during the Soviet period not as neutral sources, but as representational constructs formed within a specific ideological system.

The primary methods employed in the research include historiographical analysis, critical cartography, and discourse analysis. The method of critical cartography served as a basis for examining Soviet cartographic materials not merely as technical instruments for depicting administrative-territorial space, but as discursive mechanisms through which power and ideology were articulated spatially. Through this approach, boundary decisions, territorial hierarchies, and systems of place names in maps and atlases were analyzed as tools for obscuring colonial content and reinforcing the idea of "socialist development."

Discourse analysis was used to identify the linguistic and visual codes applied in Soviet-era historical-geographical texts and cartographic products, as well as their connections to the prevailing ideological structure. This approach made it possible to reveal how the scholarly interpretation of administrative-territorial space acquired normative and political significance.

The source base of the study comprises a corpus of materials covering the first half of the twentieth century and the period of the formation of the Soviet system. In particular, school atlases and foundational academic atlases that played a central role in shaping ideological orientations within the educational process—such as the Atlas of the Kazakh SSR (1982) and the Geography Atlas of the USSR for Secondary Schools of the 1930s—were selected as the main objects of analysis. In addition, spatial descriptions contained in official party documents and normative materials were compared with and analyzed alongside cartographic data.

Critical Analysis of Cartographic Visualization and Legends.

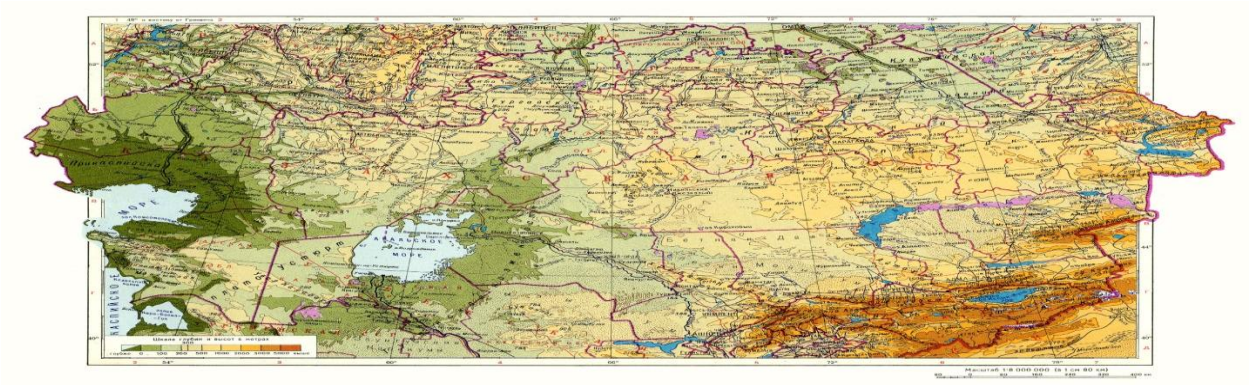
The visual codes employed in the *Atlas of the Kazakh SSR* (1982) and in school atlases selected as objects of this study constitute not merely technical information, but a specific ideological and representational structure. A critical analysis of these materials reveals the following key elements:

Conventional symbols and hierarchy. In map legends, Kazakh villages and traditional settlements are frequently represented only as small, low-significance "points." By contrast, colonial administrative centers and newly established industrial hubs are depicted with larger and more saturated symbols, granting them clear visual dominance. From the perspective of Edward Said's theory of *Orientalism*, this functions as a means of diminishing local society by representing it primarily as a "governed subject" rather than as an autonomous historical and spatial actor [Said, 2021].

Color codes and spatial development. The selection of colors in the maps is oriented toward reinforcing the image of "socialist development." For example, changes in administrative boundaries during the Tsarist Russian and Soviet periods are highlighted in bright colors and presented as markers of "progressive modernization," while historically shaped ethnic boundaries and traditional pastoral territories are rendered indistinct or entirely ignored. Such visual strategies make it possible to replace colonial content with a narrative of "socio-economic development."

Toponymic discourse. The legends of the atlases clearly demonstrate the unification of toponyms and the predominance of Russified place names. The replacement of traditional geographical names with centralized administrative terminology became a powerful discursive mechanism for the ideological reconfiguration of space and for reinforcing the logic of colonial control.

Thus, the system of legends and conventional symbols in Soviet atlases constitutes an important source demonstrating the interdependence between the scholarly representation of space and its political-ideological interpretation.



Analytical Procedure and Limitations of the Study.

The analytical procedure of the study was based on the synthesis of textual and visual data. The cartographic representations of the administrative-territorial structure were compared with official historical texts in order to identify their shared ideological orientations and interpretative limitations. This approach made it possible to comprehensively reveal the interdependence between the scientific representation of space and its historical interpretation.

The main limitation of the study lies in the fact that the majority of the sources are confined to official Soviet scholarly and cartographic materials. This circumstance restricts the full inclusion of alternative perspectives that fall outside the Soviet discourse. However, since the aim of the study is specifically focused on analyzing the official Soviet mechanisms of historical knowledge production, this limitation was methodologically acknowledged and critically taken into account during the analysis.

Results

1. The Nature of Methodological Approaches in Soviet Historiography. The study demonstrates that the methodological approaches applied in Soviet-era historiography to the study of Kazakhstan's administrative-territorial structure were predominantly shaped by Marxist-Leninist theoretical foundations. Soviet authors examined administrative-territorial changes within the context of the evolution of socio-economic formations, presenting territorial reforms as an objective and inevitable pattern of historical development.

A systematic analysis of historiographical materials shows that the administrative-territorial structure in Soviet scholarship was primarily characterized as an instrument for optimizing state governance, a spatial framework for socialist planning, and an integral component of economic regionalization. National particularities and colonial dimensions were not institutionalized as independent analytical categories within the scholarly methodology.

2. Forms of Assessing the Colonial Policy of Tsarist Russia. The study reveals that administrative reforms carried out by Tsarist Russia in the territory of Kazakhstan were not interpreted in Soviet historiography as manifestations of colonial policy, but rather were assessed from the perspective of the "formation of a progressive system of governance." In practice, however, the reforms of 1822 (*Charter on the Siberian Kazakhs*) and 1824 (*Charter on the Administration of the Orenburg Kazakhs*) were aimed at eliminating the last remnants of the political independence of the Kazakh people. As a result of these reforms, khanate authority was abolished, and the territory was divided into districts and administrative units (okrugs and distantsii), which facilitated imperial control over the population and strengthened the administrative apparatus of the empire. In Soviet historiography, these processes were often portrayed positively as a means of "overcoming feudal fragmentation." The Charter on the Siberian Kirghiz (1822), the Provisional Regulations of 1867–1868, and the Steppe Statute of 1891 were described in Soviet scholarship as prerequisites for socio-economic development. The role of these reforms in strengthening colonial authority, their mechanisms of political domination, and their ethno-social consequences were not articulated as independent scholarly categories.

3. The Impact of Soviet Ideology on Historical Interpretations. The findings demonstrate that Soviet ideology exerted a systematic influence on the process of historical interpretation of Kazakhstan's administrative-territorial space. Ideological constraints manifested themselves both at the terminological and the substantive levels in descriptions of the administrative-territorial structure.

An analysis of Soviet scholarly texts and cartographic materials reveals the absence of terms such as *"colonization," "expansion,"* or *"occupation."* Instead, neutral or positively connoted concepts—*"integration," "spatial development,"* and *"modernization"*—were predominantly employed. Traditional institutions of governance within Kazakh society were consistently represented at a lower hierarchical level. Ideological influence was also perpetuated systematically through cartographic representations.

4. Overlooked and Distorted Issues. The study identifies a number of significant issues that were systematically excluded from scholarly circulation in Soviet-era historiography. The internal dynamics of traditional Kazakh administrative structures, the consequences of administrative land redistribution, the disintegration of clan- and tribal-based governance systems, and mechanisms of social control implemented through colonial administration never became subjects of independent, in-depth research. As a result of colonial policy, Kazakhs were deprived of their most productive pastures and displaced into less fertile regions, which undermined the economic foundations of traditional pastoralism. Moreover, by the mid-nineteenth century, with the development of commodity–money relations, the institution of *bai* (wealthy elites) began to acquire a new social character within Kazakh society; however, this form of class differentiation largely served colonial interests [Bekmakhanov, 1947].

These issues were presented in Soviet scholarly texts only indirectly or in a fragmented manner.

An analysis conducted using the method of critical cartography demonstrates that Soviet-era cartographic products depicted Kazakhstan's administrative-territorial space as an ideologized representation. The rigid fixation of territorial hierarchies, the disregard for historical boundaries, and the unification of toponyms became key mechanisms for substituting colonial content with the image of "socialist development." In particular, the abolition of khanate authority following the reforms of 1822 and 1824 was visualized on maps not as colonial expansion, but as "progressive governance" and the "overcoming of feudal fragmentation." Thus, maps and atlases functioned not merely as technical instruments, but as powerful discursive mechanisms legitimizing the logic of centralized control.

Table 1 – Ideological and Terminological Transformation in Soviet Historiography and Cartography

Research Aspect	Colonial Reality (Underlying Substance)	Soviet Interpretation (Representation)
Terminology	Colonization, expansion, conquest	Integration, spatial development, modernization
Political assessment	Elimination of political independence; strengthening of the imperial apparatus	Progressive system of governance; overcoming feudal fragmentation
Administrative structure	Abolition of khanate authority; division into districts and *distantsii*	Incorporation into a unified governance system; opening the way to socio-economic development
Cartography	Consolidation of mechanisms of colonial control	Space of socialist planning; the image of "socialist development"

This table highlights how Soviet historiography and cartography reinterpreted colonial practices through ideologically neutralized or positive terminology, transforming the substance of colonial domination into narratives of progress and modernization.

6. The Influence of Soviet Historiography on Contemporary Research. The findings of the study indicate that interpretations of administrative-territorial space formed during the Soviet period continue to persist, to some extent, in contemporary domestic historical research. In particular, a continuity can be observed in the tendency to examine administrative divisions primarily from economic and managerial perspectives, often without sufficiently problematizing their colonial foundations.

Analysis.

To achieve a deeper understanding of the internal logic of colonial governance, the application of Edward Said's theory of *Orientalism* made it possible to reveal how Soviet scholarly discourse constructed Kazakh society not merely as an object of study, but as a deliberately shaped and governable "subject." Within this paradigm, the depiction of traditional Kazakh villages and pastoral lands on Soviet maps as marginal objects functioned as an effective visual tool for representing the local population as a "passive subject." Such cartographic hierarchies reinforced the "civilizational" superiority of colonial power and the logic of centralized administration by visually diminishing traditional spatial structures. Consequently, administrative-territorial space did not function as a neutral scientific object, but rather as a discursive mechanism reconstructed within a specific ideological framework. The findings thus create scholarly preconditions for a decolonial reinterpretation of the Soviet model of interpreting Kazakhstan's colonial structure.

Interpretation of the Results and Their Link to the Research Questions. The first research question was aimed at identifying the methodological foundations on which Kazakhstan's administrative-territorial structure was studied during the Soviet period. The findings demonstrate the dominance of the Marxist-Leninist paradigm in historiographical interpretations. This dominance made it possible to portray administrative-territorial reforms as a lawful and necessary stage of historical development, while simultaneously marginalizing alternative perspectives and excluding them from scholarly circulation.

The results concerning the assessment of Tsarist Russia's colonial policy are directly related to the second research question. In Soviet historiography, the presentation of administrative reforms as "progressive" facilitated the obscuring of the political dominance inherent in colonial rule. Such interpretations neutralized colonial content by equating the imperial model of governing the territory of Kazakhstan with processes of socio-economic modernization.

At the same time, the persistence of cartographic language and visual conventions established in the Soviet era is evident in modern textbooks and reference materials. The continued use of these representational approaches suggests that Soviet-era visual and conceptual frameworks still exert an implicit influence on the way Kazakhstan's administrative-territorial space is presented and understood today.

The Third Research Question and the Role of Soviet Ideology. The influence of Soviet ideology posed in the third research question is clearly reflected in the findings at both the terminological and cartographic levels. This demonstrates that the language and visual representations employed in historical interpretations were politically conditioned. In this regard, the administrative-territorial space in Soviet historiography acquired a normative character rather than maintaining scholarly neutrality.

Comparison with Previous Studies and Use of Sources. The findings were refined through a comparative review of historiographical and cartographic works published during the Soviet period. The study confirms that earlier scholarship predominantly described the administrative-territorial structure in accordance with the interests of state governance efficiency and socialist planning. Moreover, the systematic neglect of the social and spatial consequences of colonial rule in previous studies corresponds with the key patterns identified in the present research.

Soviet scholarly texts and atlases used in this study were treated as complementary sources. This approach made it possible to reveal the interconnection between textual and visual representations of administrative-territorial space.

Significance of the Findings. The results of the study demonstrate that Soviet historiography considered administrative-territorial space primarily as a managerial and economic category. This tendency excluded traditional forms of territorial organization within Kazakh society from systematic scholarly analysis.

Thus, the interpretative model formed in Soviet historiography was unable to fully reveal the multifaceted nature of colonial space. The ideologized representations inherent in Soviet cartography reinforced not the historical variability of the administrative-territorial structure, but rather the logic of centralized governance. This indicates that scholarly knowledge about space acquired a distinctly political meaning.

Limitations of the Study. The main limitation of this study lies in the fact that the majority of the sources used are confined to official Soviet scholarly and cartographic materials. Alternative perspectives and informal sources that developed outside the Soviet discourse were not fully incorporated. In addition, the study was not

designed to examine all regional specificities of administrative-territorial transformations across the entire territory of Kazakhstan at an equal level of detail.

These limitations do not invalidate the findings of the study; on the contrary, they make it possible to highlight the structural features of Soviet historiography as a system of scholarly knowledge production.

Conclusion

This study has comprehensively identified the ideological and methodological constraints of Soviet historiography in examining the colonial administrative-territorial transformation of Kazakhstan. Soviet scholarly discourse, grounded in the Marxist-Leninist paradigm, interpreted the administrative reforms of Tsarist Russia (1822, 1867–1868, 1891) exclusively within the framework of "progressive transformation" and "socio-economic modernization." However, the colonial substance of these reforms—aimed at dismantling the political autonomy of the Kazakh people and strengthening imperial control—was replaced in Soviet historiography by the one-sided notion of "overcoming feudal fragmentation," while their concrete political consequences were largely excluded from scholarly analysis.

In response to the research questions posed, the study demonstrates that Soviet ideological filters systematically distorted historical interpretation at both terminological and visual levels. Instead of concepts such as *"colonization"* and *"occupation,"* neutral terms like *"integration"* and *"spatial development"* were employed, while cartographic materials obscured colonial content through the imagery of "socialist development." The application of critical cartography revealed that maps functioned not merely as technical instruments, but as powerful discursive mechanisms that legitimized the logic of centralized governance.

Scientific Contribution and Future Research Directions. The scholarly contribution of this study lies in its systematic treatment of Soviet historiography and cartographic materials as a unified ideological construct and discursive field. For the first time, these bodies of sources are integrated and analyzed together, revealing their shared role in producing ideologically conditioned knowledge about administrative-territorial space. The findings of the study may serve as a methodological foundation for further research in the fields of national historical geography and historiography. Moreover, the study provides scholarly grounds for a decolonial re-examination of the history of Kazakhstan's administrative-territorial development, as well as for a renewed interpretation of the Soviet scholarly model within the framework of Edward Said's theory of *Orientalism*.

The principal methodological limitation of the study is the predominance of official Soviet scholarly and cartographic materials among the sources used. Although this selection is justified by the research objective of critically analyzing the official mechanisms of historical knowledge production, it does not allow for a full incorporation of alternative perspectives. Therefore, future research should systematically introduce sources that lie beyond Soviet ideological filters, including the works of national intellectuals, oral history materials, and region-specific evidence. Such an approach would contribute to the methodological renewal of national historiography and to the strengthening of national historical consciousness.

References

1. **Bekmakhanov, E. B.** *Kazakhstan in the 1820s–1840s*. Alma-Ata: Kazakh United State Publishing House, 1947. 392 pp.
2. **Yenisseyeva-Varshavskaya, L.** "The 'Bekmakhanov Case': How It All Happened." *Mysl'*, March 18, 2014.https://mysl.kazgazeta.kz/news/1768/
3. **Said, Edward.** *Orientalism*. Moscow: Garage Museum of Contemporary Art, 2021. 560 pp.
4. **Bekmakhanov, E. B.** *Kazakhstan in the 1820s–1840s: Textual Excerpts*. Taken from: Bekmakhanov, *Kazakhstan in the 1820s–1840s*. Alma-Ata: Kazakh United State Publishing House, 1947. 392 pp. (pp. 123–125).

EARLY SURGICAL REPAIR OF PENILE FRACTURE: A SINGLE-CENTER EXPERIENCE

Ilke Onur KAZAZ

Karadeniz Technical University, Faculty of Medicine, Department of Urology, Trabzon-Türkiye, (Responsible Author)
ORCID: 0000-0002-2106-0016

Goktug ATNALLAR

Research Assistant, Karadeniz Technical University, Faculty of Medicine, Department of Urology, Trabzon-Türkiye,
ORCID: 0000-0002-4196-1102

Abstract

Penile fracture is a rare urological emergency that most commonly occurs due to a tear in the tunica albuginea during sexual intercourse. This study aimed to evaluate the clinical characteristics, timing of surgery and postoperative outcomes of patients who underwent penile fracture repair at a single centre. A retrospective analysis was conducted on 36 patients who underwent surgical repair for penile fracture. Demographic data, clinical presentation, length of hospital stay, timing of surgery and postoperative outcomes were evaluated. The mean age was 43 years. The mean time from symptom onset to surgical intervention was 5 hours. Urethral injury was identified in 5 patients (13.9%). Postoperative complications were observed in only 1 patient (2.7%). Our findings indicate that early surgical repair is associated with excellent outcomes and low complication rates. In patients with penile fracture, rapid diagnosis and timely intervention are of vital importance to minimise morbidity and preserve functional outcomes.

Keywords: Penis; Rupture; Penile Disease; Injuries and Wounds; Urologic Surgical Procedures, Male

Introduction

A penile fracture is a urological emergency defined as a tear in the tunica albuginea of the corpus cavernosum, most commonly occurring during sexual intercourse (Amer et al., 2016; Barros et al., 2020). In the United States, the annual incidence is 1 in 175,000 men. During erection, the tunica albuginea becomes significantly thinner, creating a predisposition to traumatic injury. Blunt penile trauma most frequently results in penile fracture, with sexual intercourse being the leading cause, followed by forced flexion (taqaandan), masturbation, and rolling over during sleep (Agarwal et al., 2009). The typical mechanism involves sudden bending of the erect penis against the pubic symphysis or perineum. Patients typically present with a sudden cracking sound, followed immediately by loss of erection, penile swelling, and hematoma formation. If Buck's fascia is disrupted, the hematoma may extend along fascial planes to the lower abdominal wall. In some cases, the tunical defect may be palpable on physical examination. In addition to tunica albuginea rupture, associated injuries such as subcutaneous hematoma, corpus spongiosum damage, and urethral involvement may occur in 10–22% of cases. Concomitant urethral injury may be observed in up to 10–15% of cases and should be carefully assessed, especially in patients presenting with hematuria or voiding difficulties (Falcone et al., 2018). Although diagnosis is primarily clinical, imaging methods such as ultrasonography and magnetic resonance imaging (MRI) may be used in selected cases; MRI demonstrates higher diagnostic accuracy (Spiesecke et al., 2022; Pretorius et al., 2001).

Distinguishing true penile fracture from false penile fracture is critical, as misdiagnosis may lead to unnecessary surgical intervention (Agostini et al., 2023). The absence of a cracking sound, gradual detumescence, and lack of penile deformity are suggestive of false penile fracture. Blunt trauma to the flaccid penis typically does not result in tunical rupture, and isolated subcutaneous hematomas without tunical injury can be managed conservatively with analgesics and cold compression. Early surgical repair is widely accepted as the gold standard treatment, as it significantly reduces the risk of long-term complications such as erectile dysfunction, penile curvature, and fibrosis (Bozzini et al., 2018; Kominsky et al., 2020; Wong et al., 2017; Simms et al., 2021). Early intervention, particularly within the first 24 hours, has been associated with significantly improved functional outcomes (Bozzini et al., 2018; Wong et al., 2017; Bernstein et al., 2024). In contrast, delayed or conservative treatment is associated with higher morbidity and poorer functional

outcomes. Previous studies have reported complication rates of up to 20% following surgical repair, while significantly higher rates of erectile dysfunction and penile deformity have been observed in patients managed conservatively (Kominsky et al., 2020; Sharma et al., 2021).

Materials and Methods

This retrospective study includes patients who underwent surgical repair for penile fracture at a single tertiary referral centre. A total of 36 patients were identified and analysed. Patient data were collected from the hospital's electronic medical records. Patients with incomplete records or insufficient follow-up data were excluded from the analysis. Demographic characteristics, mechanism of injury, clinical presentation, the time elapsed from symptom onset to surgical intervention, intraoperative findings, duration of hospital stay, presence of urethral injury, and postoperative outcomes were recorded.

The diagnosis of penile fracture was primarily based on clinical findings such as a sudden cracking sound, sudden flaccidation of the penis, penile swelling, and hematoma formation. The diagnosis was supported by patient history and physical examination findings, and imaging methods were used in some cases. Patients suspected of having urethral injury (e.g., hematuria, urethral bleeding, or difficulty urinating) were evaluated more thoroughly based on clinical findings.

All patients underwent immediate surgical exploration, and in all cases, surgery was performed as soon as possible after admission. The surgical approach consisted of a standard circumferential incision in all patients, allowing for complete exposure (degloving) of the penile shaft. Defects in the tunica albuginea were repaired using absorbable sutures. In cases with concurrent urethral injury, primary repair was performed in the same surgical session.

Postoperative outcomes were evaluated based on complication rates and functional outcomes (including erectile function where available). Patients were followed up for early postoperative complications and functional outcomes. Descriptive statistical analysis was performed, and continuous variables were expressed as mean values.

Findings and Discussion

The study included a total of 36 patients who underwent surgical repair for penile fracture. The mean age was 43 years, which is consistent with the literature indicating that penile fractures most commonly occur in sexually active middle-aged men, with reported mean ages typically ranging between 30 and 50 years (Barros et al., 2020).

The mean time from symptom onset to surgical intervention was 5 hours, demonstrating early presentation and rapid intervention. This time is significantly shorter than that reported in many current series and represents a major strength of the study, as early surgical repair has consistently been associated with improved functional and structural outcomes (Bozzini et al., 2018; Wong et al., 2017; Bernstein et al., 2024). Recent studies have shown that intervention within the first 6–24 hours significantly reduces the risk of long-term complications, particularly erectile dysfunction and penile curvature (Bozzini et al., 2018; Bernstein et al., 2024).

Urethral injury was detected in 13.9% of patients; this rate is consistent with previously reported rates of 10-15% (Falcone et al., 2018). The presence of urethral injury is generally associated with more severe trauma and can negatively impact outcomes if not detected and treated promptly (Kamdar et al., 2020). All urethral injuries were detected and treated with emergency repair during surgery, which may have contributed to the observed positive outcomes.

All patients underwent emergency surgical exploration using a standardized degloving circumferential incision. This approach allows complete exposure of the penile shaft and facilitates accurate identification and repair of tunical defects as well as associated injuries. Previous studies have also supported this technique as a reliable and effective method with low complication rates (Kozacıoğlu et al., 2017).

Postoperative complications were observed in only 2.7% of patients, which is lower than the complication rates reported in the literature, where rates up to 20% have been described (Kominsky et al., 2020). More recent studies have reported complication rates ranging between 5–15%, depending on surgical timing and

follow-up duration (Sharma et al., 2021; Bernstein et al., 2024). The low complication rate in our study may be attributed to early surgical intervention, standardized surgical technique, and prompt management of associated injuries.

No cases of erectile dysfunction were observed in patients with available follow-up data. Although long-term functional outcomes were not available for all patients, these findings support previous evidence indicating that early surgical repair is associated with preservation of erectile function and reduced risk of penile deformity (Sharma et al., 2021; Kamdar et al., 2020).

Timing of surgical intervention remains one of the most critical determinants of outcome. Delayed presentation and conservative treatment have been associated with significantly increased rates of erectile dysfunction, penile curvature, fibrosis, and psychological distress (Sharma et al., 2021; Simms et al., 2021). In contrast, early surgical exploration enables immediate repair of the tunica albuginea and associated structures, minimizing tissue damage and preventing long-term sequelae. Our findings support this concept, as the short time to surgery in our cohort was associated with excellent clinical outcomes and minimal complications.

Despite these favorable results, certain limitations should be acknowledged. The retrospective design and relatively small sample size may limit the generalizability of the findings. In addition, long-term follow-up data were not available for all patients. Nevertheless, our study provides valuable real-world evidence supporting early surgical management of penile fracture.

Conclusion and Recommendations

Penile fracture is a urological emergency requiring rapid diagnosis and prompt surgical intervention to prevent long-term complications. The findings of this study demonstrate that early surgical repair, with an average intervention time of 5 hours, is associated with excellent clinical outcomes and a very low complication rate. The absence of erectile dysfunction in patients with available follow-up data further supports the effectiveness of early treatment.

Our urethral injury rate is consistent with previously reported data, highlighting the importance of careful evaluation for associated urethral involvement (Falcone et al., 2018). Failure to detect and adequately repair urethral injuries may lead to long-term complications such as urethral stricture and voiding dysfunction (Kamdar et al., 2020).

Current evidence strongly supports early surgical repair as the gold standard treatment, as delayed or conservative management is associated with higher rates of erectile dysfunction, penile curvature, fibrosis, and patient dissatisfaction (Bozzini et al., 2018; Sharma et al., 2021; Wong et al., 2017; Simms et al., 2021). Recent studies have further demonstrated that intervention within the first 24 hours, particularly in the early hours, provides superior functional outcomes (Bozzini et al., 2018; Bernstein et al., 2024). The ultra-early intervention observed in our cohort may explain the remarkably low complication rate.

The use of a standardized degloving circumferential incision allows complete exposure and facilitates accurate repair, contributing to favorable outcomes (Kozacıoğlu et al., 2017). Based on our findings and current evidence, immediate surgical exploration is recommended in all clinically suspected cases without unnecessary delay for imaging. Early diagnosis, timely intervention, and standardized surgical technique remain the key factors in optimizing outcomes and minimizing morbidity. Future prospective studies with larger cohorts and long-term follow-up are needed to further clarify functional outcomes.

Thanks and Information Note

The authors would like to thank all healthcare professionals involved in the diagnosis, treatment and follow-up of the patients included in this study. No external funding was received for this research. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this study. This study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Patient data were kept confidential and all procedures were carried out in accordance with institutional ethical standards.

References

- Amer, T., Wilson, R., Chlosta, P., AlBuheissi, S., Qazi, H., Fraser, M., & Aboumarzouk, O. (2016). Penile fracture: A meta-analysis. *Urologia Internationalis, 96*(3), 315–329.
- Barros, R., et al. (2020). Lessons learned after 20 years' experience with penile fracture. *International Brazilian Journal of Urology, 46*(3), 409–416.
- Agarwal, M. M., Singh, S. K., Sharma, D. K., Ranjan, P., Kumar, S., Chandramohan, V., Gupta, N., Acharya, N. C., Bhalla, V., Mavuduru, R., & Mandal, A. K. (2009). Fracture of the penis: a radiological or clinical diagnosis? A case series and literature review. *The Canadian journal of urology*, *16*(2), 4568–4575.
- Falcone, M., et al. (2018). Current management of penile fracture: An up-to-date systematic review. *Sexual Medicine Reviews, 6*(2), 253–260.
- Spiesecke, P., et al. (2022). Diagnostic performance of MRI and US in suspicion of penile fracture. *Translational Andrology and Urology, 11*(3), 377–385
- Pretorius, E. S., et al. (2001). MR imaging of the penis. *Radiographics, 21*(Spec No), S283–S298.
- Agostini, E., et al. (2023). Improving clinical diagnostic accuracy and management of false penile fractures: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Urology, 41*, 1785–1793.
- Bozzini, G., et al. (2018). Delaying surgical treatment of penile fracture results in poor functional outcomes: Results from a large retrospective multicenter European study. *European Urology Focus, 4*(1), 106–110.
- Kominsky, H., et al. (2020). Surgical reconstruction for penile fracture: A systematic review. *International Journal of Impotence Research, 32*(1), 75–80.
- Wong, N. C., Dason, S., Bansal, R. K., Davies, T. O., & Braga, L. H. (2017). Can it wait? A systematic review of immediate vs. delayed surgical repair of penile fractures. *Canadian Urological Association journal = Journal de l'Association des urologues du Canada*, *11*(1-2), 53–60
- Simms, A., Baradaran, N., Lue, T. F., & Breyer, B. N. (2021). Penile Fractures: Evaluation and Management. *The Urologic clinics of North America*, *48*(4), 557–563.
- Bernstein, A. P., Shayegh, N., Piraino, J., & Ziegelmann, M. (2024). Optimal timing of surgical intervention for penile fracture: a narrative review of the modern literature. *Sexual medicine reviews*, *12*(2), 230–239.
- Sharma, G., et al. (2021). Sexual function outcomes and risk factors of erectile dysfunction after surgical repair of penile fracture. *Turkish Journal of Urology, 47*(2), 106–112.
- Kamdar, C., et al. (2020). Penile fracture: Preoperative evaluation and surgical outcomes. Urology, 141, 222–227.
- Kozacıoğlu, Z., Ceylan, Y., Aydoğdu, Ö., Bolat, D., Günlüsoy, B., & Minareci, S. (2017). An update of Penile Fractures: Long-term significance of the number of hours elapsed till surgical repair on long-term outcomes. *Turkish journal of urology*, *43*(1), 25–29.

SPİNAL KİTLE OPERASYONLARINDA NIRS MONİTÖRİZASYONU İLE SPİNAL PERFÜZYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ: İKİ VAKALIK ÖN GÖZLEM

[1]Ceren Nur DUYGUN ŞAHİN

Uzm. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dali, Trabzon-Türkiye, ORCID:0000-0003-1424-675X

[2]Nesibe ŞENTÜRK ÖZDEMİR

Araştırma Görevlisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dali, Trabzon- Türkiye, ORCID: 0009-0001-0204-6075

[3]Ahmet BEŞİR

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dali, Trabzon-Türkiye, ORCID:0000-0001-6059-4347

[4]Ali Rıza GÜVERCİN

Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dali, Trabzon- Türkiye, ORCID:0000-0002-8689-0571

Giriş:

Spinal tümörlere bağlı cerrahilerde, mekanik manipülasyon, vasküler hasar ve intraoperatif hipotansiyon gibi nedenlerle iskemiye varacak düzeyde spinal perfüzyonda bozulma riski vardır (1,2).

Spinal perfüzyonun korunması, postoperatif nörolojik hasarın önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Son yıllarda near-infrared spektroskopi (NIRS), doku oksijenasyonunu gerçek zamanlı, non-invaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak öne çıkmıştır (3). Başlangıçta serebral oksijenasyonun takibi için geliştirilen NIRS, günümüzde spinal kord ve paraspinal kas perfüzyonunun izlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır (7). Bu yaklaşım, spinal kordun kolateral dolaşım ağı (collateral network – CN) kavramına dayanmaktadır (5). Paraspinal kaslara yerleştirilen NIRS problarının, omurilik perfüzyonundaki değişiklikleri dolaylı olarak yansıtabileceği ve iskemi gelişimini erken dönemde gösterebileceği bildirilmiştir (6).

Spinal tümör rezeksiyonlarında, intraoperatif nöromonitörizasyonun yanı sıra, perfüzyonun korunmasına yönelik stratejiler de önem kazanmaktadır. Bu nedenle, anestezi planlamasında cerrahi manipülasyonlar, olası vasküler riskler, hemodinamik değişiklikler ve hastanın komorbiditeleri ile birlikte göz önünde bulundurulmalıdır.

Bununla birlikte, spinal tümör cerrahilerinde intraoperatif NIRS kullanımına ilişkin klinik gözlemler oldukça sınırlıdır. Bu olgu sunumunda, spinal kitle rezeksiyonu sırasında NIRS ile spinal perfüzyon değişikliklerini gözlemlediğimiz iki vakayı sunarak, yöntemin klinik uygulanabilirliği hakkında ön bulgular paylaşmayı amaçladık.

Olgular

Olgulara ameliyat odasında standart anestezi monitörizasyonuna ek olarak lezyon seviyesindeki spinal kaslara bilateral near infrared spektroskopi (NIRS) probları yerleştirildi ve başlangıç bölgesel oksijenasyon (rSO_2) değerleri kaydedildi. Ayrıca hastaya bispectral index (BIS) ve nöromonitörizasyon ile takibi yapıldı.

Her iki olguya da standart genel anestezi uygulandı. Anestezi indüksiyonu IV propofol 2-3 mg/kg, fentanil 1 µg/kg ve rokuronyum 0.3 mg/kg ile yapıldıktan sonra hasta supin pozisyonunda başarılı bir entübasyon sonrası prone pozisyonuna getirildi. Anestezinin idamesi BIS 50-60 olacak şekilde IV propofol ve remifentanil infüzyonuyla sağlandı. Peroperatif dönemde nöromonitörizasyon ekibi ile yakın bir işbirliği sağlandı.

Olgu 1

Bilinen hipotiroidi tanısı olan ve operasyon öncesi ötiroid olan 62 yaşında kadın hasta T4 vertebra seviyesinde 24x13 mm boyutunda kalsifik keskin sınırlı intradural extrameduller yerleşimli spinal kitle nedeniyle operasyon planlandı. İntraoperatif süreçte, standart hemaodinamik ve solunumsal takipler normal sınırlarda seyretti. Preoperatif dönemde bazal olarak kabul edilen ve tümör rezeksiyonu sonrası operasyon bitiminde, hastanın başlangıç ve operasyonun sonundaki torakal bölge bilateral rSO_2 değerleri kaydedildi (sırasıyla; sol:84, sağ:82 / sol:93, sağ:92). Başarılı bir tümör rezeksiyonu sonrası operasyon bitiminde torakal NIRS seviyesinde başlangıca göre%20 nin üzerinde artış gözlendi.

Hastanın başlangıç ve operasyonun sonundaki torakal bölge rSO_2 değerleri kaydedildi (sırasıyla; sol:84, sağ:82 / sol:93, sağ:92). Başarılı bir tümör rezeksiyonu sonrası postoperatif dönemde torakal NIRS seviyesinde %20 nin üzerinde artış gözlendi (Figure 1).

Figure-1: İlk olgunun başlangıç ve tümör rezeksiyonu sonrası dönem.

Olgu 2

Hipertansiyon öyküsü olan 63 yaşındaki erkek hasta, lomber L1-L2 seviyesinde 18×12 mm boyutlarında intradural ekstramedüller yerleşimli spinal kitle nedeniyle operasyonu planlandı. İntraoperatif süreç boyunca standart hemodinamik ve solunumsal izlem protokolleri uygulandı ve takipler normal sınırlarda seyretti. Hastanın başlangıç ve operasyonun sonundaki lomber bölge rSO_2 değerleri kaydedildi (sırasıyla; sol:73, sağ:74 / sol:81, sağ:84). Başarılı bir tümör rezeksiyonu sonrası postoperatif dönemde lomber NIRS seviyesinde %15'in üzerinde artış gözlendi (Figure 2).

Figure-2: İkinci olgunun başlangıç ve tümör rezeksiyonu sonrası dönem.

Tartışma

Spinal tümör cerrahilerinde spinal iskemi riski; mekanik bası, vasküler yaralanma veya intraoperatif hipotansiyon gibi faktörlere bağlı olarak artmaktadır (7). Spinal kord perfüzyonunun korunması, nörolojik morbiditeyi azaltma açısından hayati öneme sahiptir. Ancak, spinal tümör cerrahisi sırasında omurilik perfüzyonunun güvenilir şekilde izlenmesine yönelik non-invaziv bir yöntem hâlâ literatürde sınırlı sayıda yer almaktadır.

NIRS, başlangıçta serebral oksijenasyonu izleme amacıyla geliştirilen non-invaziv, kolay uygulanabilir ve gerçek zamanlı bir yöntemdir. Son yıllarda yapılan deneysel araştırmalar, paraspinal kollateral ağ yaklaşımları

(cnNIRS) kullanılarak paravertebral kaslardan alınan oksijenasyon verilerinin spinal kord oksijenasyonuyla bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (4). İnsan çalışmalarında da thorakoabdominal aort cerrahilerinde cnNIRS uygulanabilir bulunmuş ve kan basıncı değişikliklerine duyarlı olduğu gösterilmiştir (8). Von Aspern ve arkadaşları, deneysel modellerde paraspinal kas oksijenasyonunun omurilik oksijenasyonu ile yüksek korelasyon gösterdiğini ve cnNIRS'in segmental arter tıkanmalarına duyarlı olduğunu göstermiştir (9,10). Bu klinik deneyimlere dayanarak cnNIRS, spinal iskemiyi erken tespit edebilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Spinal perfüzyonun takibinde NIRS proplarının yerleştirilmesi gereken bölgelerin seçilmesiyle ilgili olarak Aortik cerrahi uygulanacak hastalarda yapılan tek merkezli bir pilot çalışmada, torakal ve lomber bölgelere yerleştirilen NIRS probları ile yapılan ölçümlerde, özellikle lomber bölgedeki oksijenasyon düşüşünün spinal hipoperfüzyonun erken göstergesi olduğu bildirilmiştir (5). Hayvan modelleri ve sınırlı sayıda klinik çalışmada da NIRS'in, özellikle spinal ve aort cerrahilerinde, omurilik iskemisini öngörmede kullanılabileceği raporlanmıştır (11). Mainard ve arkadaşları, yüksek riskli deformite cerrahilerinde intraoperatif NIRS kullanımının perfüzyon değişikliklerini gösterebildiğini vurgulamışlardır (12). Endovasküler torasik aort onarımları sırasında yapılan bir başka çalışmada ise NIRS'in MEP gibi geleneksel yöntemlerle birlikte kullanıldığında daha etkili olabileceği belirtilmiştir (13). Sunulan iki olguda, tümör rezeksiyonu sonrası postoperatif dönemde lomber bölge NIRS değerlerinde sırasıyla %20 ve %15'lik anlamlı artışlar gözlenmiştir. Bu artışlar, kitle rezeksiyonu sonrası mekanik basının kalkması ve spinal hemodinamiğin iyileşmesine bağlı olarak perfüzyonun arttığını düşündürmektedir. Aynı zamanda preoperatif dönemde lokalize hipoperfüzyonun varlığına dair dolaylı kanıtlar sunmaktadır.

Literatürdeki spinal perfüzyonun takip edildiği çalışmalarda NIRS probları intraoperatif olarak sabitlenmiş ve operasyon boyunca eş zamanlı doku oksijenasyonu takibi yapılmıştır (14). Bizim olgularımızda ise, probların cerrahi saha içerisinde yer alması nedeniyle ölçümler yalnızca operasyon öncesi ve sonrası dönemde yapılabilmiştir. Bu durum, intraoperatif dinamik değişikliklerin gerçek zamanlı izlenmesini mümkün kılmamış ve çalışmamızın metodolojik bir sınırlılığı olmuştur. Gelecek çalışmalar, prob yerleşiminin cerrahi saha dışında sabitlenmesine ve tüm operasyon boyunca eş zamanlı veri kaydının yapılabilmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

NIRS, non-invaziv, pratik ve kolay uygulanabilir bir monitörizasyon yöntemi olması nedeniyle gelecekte spinal tümör cerrahilerinde spinal perfüzyonun takibinde önemli bir araç olabilir. Bununla birlikte, elde edilen bulguların genellenebilirliği için daha geniş olgu serilerine, karşılaştırmalı çalışmalara ve standart eşik değerlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Sonuç

Bu iki olgu, spinal tümör cerrahilerinde NIRS kullanılarak yapılan ölçümlerin spinal perfüzyondaki değişiklikleri non-invaziv olarak yansıtabileceğine dair ön bulgular sunmaktadır. Ayrıca yaşlı hastalar ve yüksek riskli cerrahilerde NIRS, intraoperatif komplikasyonların erken belirlenmesi açısından önemli bir araç olabilir. Yöntemin doğruluğu ve klinik faydası, daha geniş hasta serileriyle yapılacak kontrollü çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

Kaynakça

1-Van Goethem JW, van den Hauwe L, Ozsarlak O, De Schepper AM, Parizel PM. Spinal tumors. Eur J Radiol. 2004 May;50(2):159-76. doi: 10.1016/j.ejrad.2003.10.021. PMID: 15081130.

2-Beall DP, Googe DJ, Emery RL, Thompson DB, Campbell SE, Ly JQ, DeLone D, Smirniotopoulos J, Lisanti C, Currie TJ. Extramedullary intradural spinal tumors: a pictorial review. Curr Probl Diagn Radiol. 2007 Sep-Oct;36(5):185-98. doi: 10.1067/j.cpradiol.2006.12.002. PMID: 17765798.

3- Scheeren TW, Schober P, Schwarte LA. Monitoring tissue oxygenation by near infrared spectroscopy (NIRS): background and current applications. J Clin Monit Comput. 2012 Aug;26(4):279-87. doi: 10.1007/s10877-012-9348-y. Epub 2012 Mar 31. PMID: 22467064; PMCID: PMC3391360.

4-Routkevitch, D., Jiang, K., Weber-Levine, C. *et al.* Spinal cord vascular autoregulation: key concepts and opportunities to improve management. *Spinal Cord* 64, 14–28 (2026). https://doi.org/10.1038/s41393-025-01126-5

5-Etz C.D., Kari F.A., Mueller C.S., et al: The collateral network concept: a reassessment of the anatomy of spinal cord perfusion. J Thorac Cardiovasc Surg 2011; 141: pp. 1020-1028

6- Luehr M, Mohr FW, Etz CD. Indirect Neuromonitoring of the Spinal Cord by Near-Infrared Spectroscopy of the Paraspinous Thoracic and Lumbar Muscles in Aortic Surgery. The Thoracic and Cardiovascular Surgeon. 2016 Jun;64(4):333-335. DOI: 10.1055/s-0035-1552579. PMID: 26011674.

7- Caton MT, Huff JS. Spinal Cord Ischemia. [Updated 2023 Aug 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539870/

8-Etz CD, von Aspern K, Gudehus S, Luehr M, Girrbach FF, Ender J, Borger M, Mohr FW. Near-infrared spectroscopy monitoring of the collateral network prior to, during, and after thoracoabdominal aortic repair: a pilot study. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2013 Dec;46(6):651-6. doi: 10.1016/j.ejvs.2013.08.018. Epub 2013 Sep 5. PMID: 24099957.

9- von Aspern K, Haunschild J, Hoyer A, Luehr M, Bakhtiary F, Misfeld M, Mohr FW, Etz CD. Non-invasive spinal cord oxygenation monitoring: validating collateral network near-infrared spectroscopy for thoracoabdominal aortic aneurysm repair. Eur J Cardiothorac Surg. 2016 Oct;50(4):675-683. doi: 10.1093/ejcts/ezw063. Epub 2016 Mar 16. PMID: 26984979.

10- von Aspern K, Haunschild J, Garbade J, Etz CD. Near-Infrared Spectroscopy for Spinal Cord Monitoring-A Roadmap to Translational Research in Aortic Medicine. Aorta (Stamford). 2023 Aug;11(4):145-151. doi: 10.1055/s-0043-1772774. Epub 2023 Nov 10. PMID: 37949108; PMCID: PMC11038735.

11- Rashnavadi T, Macnab A, Cheung A, Shadgan A, Kwon BK, Shadgan B. Monitoring spinal cord hemodynamics and tissue oxygenation: a review of the literature with special focus on the near-infrared spectroscopy technique. Spinal Cord. 2019 Aug;57(8):617-625. doi: 10.1038/s41393-019-0304-2. Epub 2019 Jun 4. PMID: 31164734.

12- Mainard, N., Tsiakaka, O., Li, S., Denoulet, J., Messaoudene, K., Vialle, R., & Feruglio, S. (2022). Intraoperative optical monitoring of spinal cord hemodynamics using multiwavelength imaging system. *Sensors*, *22*(10), 3840.

13- Badner, N. H., Nicolaou, G., Clarke, C. F., & Forbes, T. L. (2011). Use of spinal near-infrared spectroscopy for monitoring spinal cord perfusion during endovascular thoracic aortic repairs. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, *25*(2), 316-319.

14-Boezeman RP, van Dongen EP, Morshuis WJ, Sonker U, Boezeman EH, Waanders FG, de Vries JP. Spinal near-infrared spectroscopy measurements during and after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a pilot study. Ann Thorac Surg. 2015 Apr;99(4):1267-74. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.10.032. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25596871.

A REVIEW ON LIVING LABS IN SUSTAINABILITY AREAS

Seda H. BOSTANCI

Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administartion, Tekirdağ-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0002-3559-2224

Seda YILDIRIM

Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business, Tekirdağ-Türkiye, ORCID: 0000-0003-4367-6652

Abstract

Nowadays, supporting individuals who generate new ideas at the local, national, and global levels, and creating suitable environments for them, are among the primary goals of national development strategies of the countries. Living labs, which bring creative people together, provide the environment for these gatherings. Living Labs (LLs) are platforms that enable research to be developed in partnership with real-world stakeholders. Stakeholders in Living Labs can include universities, institutes, public institutions, and entrepreneurs. This study aims to enable organizations to test their innovative approaches by incorporating customer or citizen interactions. LLs allow users not only to experience a new product but also to participate interactively in the process in the real world. This collaborative production practice also creates potential for public institutions. For elected mayors, establishing living labs within their own organizations plays an effective role in generating and implementing new ideas, and in ensuring that these ideas are adopted by citizens. Sustainability is an area open to innovation, where municipalities and other public institutions produce projects as much as the private sector. The foundations of a sustainable future depend on broad communities and citizens who have adopted sustainable living habits. This focuses to examine the sustainability projects of Living Labs developed by municipalities, using a literature-based approach and web browsing method.

Keywords: Living Labs, sustainability, municipalities, participation.

Özet

Günümüzde, yerel, ulusal ve küresel düzeylerde yeni fikirler üreten bireyleri desteklemek ve onlar için uygun ortamlar yaratmak, ülkelerin ulusal kalkınma stratejilerinin başlıca hedefleri arasında yer almaktadır. Yaratıcı insanları bir araya getiren yaşam laboratuvarları, bu buluşmalar için uygun ortamı sağlamaktadır. Yaşam Laboratuvarları, gerçek dünyadaki paydaşlarla ortaklık içinde araştırmaların geliştirilmesini sağlayan platformlardır. Yaşayan Laboratuvarlardaki paydaşlar arasında üniversiteler, enstitüler, kamu kurumları ve girişimciler yer alabilir. Amaç, kuruluşların müşteri veya vatandaş etkileşimlerini entegre ederek yenilikçi yaklaşımlarını test etmelerini sağlamaktır. Yaşam laboratuvarları, kullanıcılara yalnızca yeni bir ürünü deneyimleme olanağı sunmakla kalmaz, aynı zamanda gerçek dünyada sürece etkileşimli olarak katılmalarına da olanak tanır. Bu işbirlikçi üretim uygulaması, kamu kurumları için de potansiyel yaratmaktadır. Seçilmiş belediye başkanları için, kendi kurumları içinde yaşam laboratuvarları kurmak, yeni fikirler üretmede ve uygulamada ve bu fikirlerin vatandaşlar tarafından benimsenmesini sağlamada etkili bir rol oynar. Sürdürülebilirlik, belediyelerin ve diğer kamu kurumlarının özel sektör kadar proje ürettiği, yeniliğe açık bir alandır. Sürdürülebilir geleceğin temelleri, sürdürülebilir yaşam alışkanlıklarını benimsemiş geniş topluluklara ve vatandaşlara bağlıdır. Bu çalışma, literatüre dayalı bir yaklaşım ve web tarama yöntemi kullanarak, belediyeler tarafından geliştirilen Yaşam Laboratuvarlarının sürdürülebilirlik projelerini araştırmaya odaklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Laboratuvarları, sürdürülebilirlik, belediyeler, katılım.

Introduction

Sustainability including economic, ecological, and social issues, has a structure open to innovation. Today, issues such as climate change, circular economy, local dynamics, and citizen participation have become as

prominent in sustainability area. In particular, the development of projects aligned with the 2030 sustainable development goals is supported by programs such as Horizon and various EU funds. In community service settings, Living Labs (LLs) are becoming increasingly common worldwide because they allow for the testing of experience-based research in a multi-stakeholder and real-world environment, fostering the production of innovative and participatory projects.

Sustainability, with its ecological, economic, and social dimensions, possesses qualities that make it open to innovation (Yıldırım & Bostancı, 2018; Rauter, et al., 2019; Bostancı & Yıldırım, 2021). From health fields to environmental problems, innovation improves people's quality of life (Pickard, et al., 2018; Akgun, et al., 2018; Erdemir, et al., 2020). Sustainable development, from energy to the economy, raising environmental standards and quality of life, has become a fundamental criterion in designing healthy urban environments today (Bostancı, 2015; Idriss, et al., 2025; Demirtaş & Yildirim, 2026).

The Living Lab concept was first introduced by William J. Mitchell with the idea of transferring innovation research from artificial environments to real-world environments (Arslan, 2021). LLs are innovative environments where new products, services, and systems are designed and tested in a participatory approach, together with public authorities, citizens, private businesses, and research organizations (ENoLL, 2026). Ulugöl and Bilgili (2025) stated that urban life laboratories can be run jointly or separately, with university and state support, within municipalities, in partnership with associations and the private sector, or as private enterprises. Municipalities' LLs are also called experimental government (Kronsell, & Mukhtar-Landgren, 2018).

Founded in 2006 in Brussels, Belgium, the European Network of Living Labs (ENoLL) is a non-profit certification organization associated with over 480 Living Labs (ENoLL, 2026). Its governing bodies consist of the ENoLL Council, General Assembly, Office, and members. ENoLL (2026) defines Living Labs as a collaborative ecosystem operating in a quadruple helix model. In this way;

- Creates research environments and opportunities in academia with its scientific evidence.
- Creates environments where citizens and civil society can share their life experiences and identify their needs.
- Provides opportunities for the private sector to scale up to meet requirements and demands.
- Enables public authorities to create coherent policy frameworks by regulating their relationships with other societal stakeholders.

ENoLL (2026) divided the working groups into categories as agriculture, agri-food & rural, energy & environment, digital urban systems & solutions for transitions urban innovation, culture & creativity, education & learning, gender in innovation, mobility, health & well-being, harmonization, regenerative tourism & placemaking, social innovation & digital rights, water & oceans, transition super living labs. LLs are divided into two main categories: permanent living laboratory organizations and temporary project-based ones (Blanckaert, et al., 2025). One of the important functions of LLs is to create an open innovation environment, enabling the perception and filtering of user opinions (Almirall & Wareham, 2008; van den Heuvel, et al., 2021). They form the knowledge base for urban service projects (Lehmann, et al., 2015). LLs, which solve citizens' needs in a less costly way and through direct interaction with citizens, are gaining increasing interest worldwide (Nesti, 2015). LLs provide stakeholders with new perspectives by offering an open innovation environment (Leminen & Westerlund, 2019).

Defining stakeholder roles in LLs, which allow for discussion environments, presents several challenges (Hossain, et al., 2019; Racine, et al., 2024). The presence of diverse stakeholder perspectives and competencies risks destabilizing technology development projects (Hakkarainen, & Hyysalo, 2013). Furthermore, cost structure, customer segments, and revenue streams present various uncertainties in the LLs field (Mastelic, et al., 2015). The diversity of the concept also creates a degree of uncertainty in its implementation (Steen, & Van Bueren, 2017).

Among the various types of Living Labs, those that are more participatory and implemented by local governments are defined as Urban Living Labs (ULLs). ULLs are public spaces that allow local governments to develop interactive and innovative urban services by being open to citizen participation (Schuurman, 2013; Nesti, 2018). By creating opportunities for research, innovation, and policy making, ULLs enable cities to contribute to the development of the 2030 sustainable development goals (Voytenko, et al., 2016). This study generally investigates the contributions of LLs to the field of sustainability and also aims to examine

sustainability-related projects developed within LLs environments using web browsing methods based on ENoLL open access data.

Findings and Discussion

This study employed a content analysis of various data points from the websites of key institutions like ENoLL regarding Living Labs (LLs). The Living Lab sectors listed on the ENoLL open-access website are shown in Table 1.

Table 1. Living Lab Sectors

Agriculture & agri-food	Smart Cities and Regions	Health and Well Being	Culture and Creativity (Creative Sectors)
Bioeconomy	Soil	Mobility	Energy
Education and/or Vocational Training	Water (Blue Economy)	Research	Forestry
Environment/Climate Change	Rural	SME and Start-ups	Industries and Manufacturing
Gender	Circular Economy	Tourism	Policies
Media	Emerging Technologies (e.g. AI, AR/VR)	Zero Pollution and Decarbonization	Social Innovation and Inclusion
Regulatory Learning	Food	AI & Emerging Technologies; Culture	Urban

Source: Adapted from ENoLL (2026). https://enoll.org/living-labs/#LL-sectors

Table 1 gave a list of 28 sectors, some of which overlap. Table 2 shows the sectors within that table that are related to sustainability.

Table 2. Living Lab Sectors about Sustainability Areas

Agriculture & agri-food	Energy	Forestry	Soil
Bioeconomy	Water (Blue Economy)	Rural	Circular Economy
Environment/Climate Change	Zero Pollution and Decarbonization	Food	

Source: Adapted from ENoLL (2026). https://enoll.org/living-labs/#LL-sectors

As shown in Table 2, 11 out of 28 sectors are directly related to sustainability areas. However, many areas, such as health and well-being, have also indirect relationships with sustainability.

Living Labs, which formed the foundations of the corporate system, originated in Europe and has spread worldwide. Table 3 has been created to illustrate its global reach.

Table 3. Countries have Living Labs

Andorra	Australia	Austria	Belgium
Bosnia & Herzegovina	Bulgaria	Canada	China
Colombia	Croatia	Czech Republic	Denmark
Finland	France	Germany	Greece
Hong Kong	Hungary	India	Ireland
Israel	Italy	Kenya	Lithuania
Mauritius	Montenegro	Netherlands	Norway
Poland	Portugal	Republic of Corea	Romania
Serbia	Slovenia	Spain	Sweden
Switzerland	Taiwan	Tunisia	Türkiye
United Kingdom			

Source: Adapted from European Network of Living Labs (2025). Members Catalogue 2025

While some of these countries have one or fewer than four LLs, others have more than 20 LLs that are members of ENoLL. Below are a few examples of sustainability-related projects supported by ENoLL.

Water Mining

The mining industry has significant impacts on both hydrology and water quality (Northey, et al., 2016; Jhariya, et al., 2016). The project, which began in 2020 and was completed in 2024, is a public-private partnership project led by Delft University of Technology (TU Delft) in the Netherlands, aiming to transform wastewater from desalination processes into new alternative sources of usable water using renewable resources (ENoLL, 2025a).

Life Becon

Particularly during pandemics and wars, countries and institutions such as the European Union are increasing their activities to establish self-sufficient, local energy systems (Akıncı, 2010; Bostancı & Akkuzu, 2025). The project aims to increase and develop Energy Communities across Europe with the support of local action groups and local governments. Avila (Spain), Sofia (Bulgaria), and Copenhagen (Denmark), replicated in 15 EU local authorities, are components of this project. Climate Alliance is also among the project partners (ENoLL, 2025b).

ClimaGen

Increasing green spaces is an important urban planning vision in the fight against climate change (Gómez, et al., 2011; Bostancı, 202). The ClimaGen project, funded by Horizon Europe, aims to increase public green spaces by 25% in five cities – Gdańsk (Poland), Belgrade (Serbia), Tartu (Estonia), Trondheim (Norway), and Turin (Italy) – in line with the net-zero emissions target. ClimaLab projects are supported by ENoLL (ENoLL, 2025c).

UTMC (GKEC)

The Urban Transitions Mission Centre (UTMC) project aims to facilitate the transition to climate-neutral cities as a global platform. In this project, which runs from 2022-2025, ENoLL incorporates global best practices and holds widely participatory meetings on climate-neutral and net-zero transitions (ENoLL, 2025d).

PREPSOIL

The project, covering the years 2022-2025, aims to raise awareness among land managers, industries, consumers, and citizens about the importance of soil health through the Soil Deal for Europe mission. Through this project, citizens identify themselves as soil protectors (ENoLL, 2025e).

FARCLIMATE

The Case Studies development project, supported by ENoLL, aims to develop climate change-adaptive strategies and identify challenges in this area with 20 regions and communities in Europe. The project is developed using tools such as a transformation centre, policy recommendations, and guidelines (ENoLL, 2025f).

Conclusion and Recommendations

With their multicultural, multi-actor, and interdisciplinary characteristics, LLs are increasingly generating innovative solutions in more contemporary fields. As seen in this study, both developed and developing countries are undertaking initiatives in this area. The diversification of work in this field inspires entrepreneurial ideas. At the same time, the fact that some of the ideas developed in these organizations are supported by project funds such as Horizon demonstrates that LLs, which can be described as creative and participatory idea workshops, contribute to the sustainable development of countries.

This study examines the general structure of LLs and how sustainability projects are developed within them, based on data obtained from ENoLL, the most effective certification system and community open data source. The analysis shows that these projects, supported by Horizon, involve municipalities, universities, and private sector organizations from various cities in Europe, focusing on areas such as water management, climate, green cities, and soil quality. Ultimately, the study demonstrates the global impact of LLs within the framework of sustainable development, based on concrete data.

References

Almirall, E., & Wareham, J. (2008). Living labs and open innovation: Roles and applicability. *eJOV: The Electronic Journal for Virtual Organization & Networks*, *10*.

Akıncı, T. Ç. (2010). Time-frequency analysis of the current measurement by hall effect sensors for electric arc welding machine. *Mechanics*, *85*(5), 66-71.

Akgun, O., Akan, A., Demir, H., & Akinci, T. C. (2018). Analysis of Gait Dynamics of ALS Disease and Classification of Artificial Neural Networks. *Tehnički vjesnik*, *25*(Supplement 1), 183-187.

Arslan, M. (2021). Living Lablerin Akıllı Şehircilik Uygulamalarına Katkısı, Ed: Akarçay, P., Yerel Yönetimlerde Güncel Yaklaşımlar: Teoriden Pratiğe, Ekin Yayınevi.

Blanckaert, E., Hallström, L., Jennes, I., & Van den Broeck, W. (2025). What Could Possibly Go Wrong? Exploring Challenges and Mitigation Strategies of Applying a Living Lab Approach in an Innovation Project. *Sustainability*, *17*(12), 5496. https://doi.org/10.3390/su17125496

Bostancı, S. H. (2015). Sustainability strategies and projects of Turkish municipalities. In *Handbook of research on sustainable development and economics* (pp. 56-71). IGI Global Scientific Publishing.

Bostancı, S. H., & Yıldırım, S. (2021). Sustainable communities vs. climate refugees: Two opposite results of climate change. In *Handbook of research on novel practices and current successes in achieving the sustainable development goals* (pp. 298-319). IGI Global.

Bostancı, S. (2022). Water Recycling Policies In Sponge Cities. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, *1*(1), 10-17.

Bostancı, S., & Akkuzu, İ. (2025). An Overview of Smart Local Energy Systems. *The Journal of Cognitive Systems*, *9*(Special Issue), 1-9.

ENoLL (2026). Access Address (4.3.2026): https://enoll.org/living-labs/#LL-sectors

ENoLL, (2025a). Water Minig. Access Address (10.3.2026): https://enoll.org/project/water-mining/

ENoLL, (2025b). Life Beacon. Access Address (10.3.2026): https://enoll.org/project/life-beckon/

ENoLL, (2025c). ClimaGen. Access Address (10.3.2026): https://enoll.org/project/climagen/

ENoLL, (2025d). UTMC (GKEC). Access Address (10.3.2026): https://enoll.org/project/utmc-gkec/

ENoLL, (2025e). PREPSOIL. Access Address (11.3.2026): https://enoll.org/project/prepsoil/

ENoLL, (2025f). FARCLIMATE. Access Address (11.3.2026): https://enoll.org/project/farclimate/

Erdemir, G., Zengin, A. T., & Akinci, T. C. (2020). Short-term wind speed forecasting system using deep learning for wind turbine applications. *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, *10*(6).

European Network of Living Labs (2025). Members Catalogue 2025, Access Address (3.3.2026): www.enoll.org

Demirtaş, I., & Yildirim, S. (2026). Digitalization, Sustainability and Green Banking: A Case Study of Turkey. In Aligning ESG Goals with the UNs Sustainable Development Goals Planning: Strategies for Equitable Financing and World Sustainability (pp. 69-90). Cham: Springer Nature Switzerland.

Gómez, F., Jabaloyes, J., Montero, L., De Vicente, V., & Valcuende, M. (2011). Green areas, the most significant indicator of the sustainability of cities: Research on their utility for urban planning. *Journal of Urban Planning and Development*, *137*(3), 311-328.

Hakkarainen, L., & Hyysalo, S. (2013). How do we keep the living laboratory alive? Learning and conflicts in living lab collaboration. *Technology Innovation Management Review*, *3*(12).

Hossain, M., Leminen, S., & Westerlund, M. (2019). A systematic review of living lab literature. *Journal of cleaner production*, *213*, 976-988. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.257

Idriss, A. I., Mohamed, A. A., Atteye, H. A., Ahmed, R. A., Mohamed, O. A., Akinci, T. C., & Ramadan, H. S. (2025). Sustainable pathways for hydrogen Production: Metrics, Trends, and strategies for a Zero-Carbon future. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *73*, 104124.

Jhariya, D. C., Khan, R., & Thakur, G. S. (2016). Impact of mining activity on water resource: an overview study. *Proceedings of the Recent Practices and Innovations in Mining Industry, Raipur, India*, *201*, 19-20.

Kronsell, A., & Mukhtar-Landgren, D. (2018). Experimental governance: The role of municipalities in urban living labs. *European planning studies*, *26*(5), 988-1007. https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1435631

Lehmann, V., Frangioni, M., & Dubé, P. (2015). Living Lab as knowledge system: an actual approach for managing urban service projects?. *Journal of Knowledge Management*, *19*(5), 1087-1107.

Leminen, S., & Westerlund, M. (2019). Living labs: From scattered initiatives to a global movement. *Creativity and Innovation Management*, *28*(2), 250-264. https://doi.org/10.1111/caim.12310

Mastelic, J., Sahakian, M., & Bonazzi, R. (2015). How to keep a living lab alive?. *Info*, 17(4), 12-25.

Nesti, G. (2015, November). Living labs: a new tool for co-production?. In *International conference on Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions* (pp. 267-281). Cham: Springer International Publishing.

Nesti, G. (2018). Co-production for innovation: the urban living lab experience. *Policy and Society*, *37*(3), 310-325. https://doi.org/10.1080/14494035.2017.1374692

Northey, S. A., Mudd, G. M., Saarivuori, E., Wessman-Jääskeläinen, H., & Haque, N. (2016). Water footprinting and mining: Where are the limitations and opportunities?. *Journal of cleaner production*, *135*, 1098-1116.

Pickard, A. S., Jalundhwala, Y. J., Bewsher, H., Sharp, L. K., Walton, S. M., Schumock, G. T., & Caskey, R. N. (2018). Lifestyle-related attitudes: do they explain self-rated health and life-satisfaction?. *Quality of Life Research*, *27*(5), 1227-1235.

Racine, E., D'Anjou, B., Dallaire, C., Dumez, V., Favron-Godbout, C., Hudon, A., Montreuil, M., Olivier, C., Quintal, A. & Chenel, V. (2024). Developing a living lab in ethics: Initial issues and observations. *Bioethics*, *38*(2), 153-163. https://doi.org/10.1111/bioe.13246

Rauter, R., Globocnik, D., Perl-Vorbach, E., & Baumgartner, R. J. (2019). Open innovation and its effects on economic and sustainability innovation performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, *4*(4), 226-233.

Schuurman, D., Mahr, D., De Marez, L., & Ballon, P. (2013, June). A fourfold typology of living labs: An empirical investigation amongst the ENoLL community. In 2013 International conference on engineering, technology and innovation (ICE) & IEEE international technology management conference (pp. 1-11). IEEE. 10.1109/ITMC.2013.7352697

Steen, K., & Van Bueren, E. (2017). The defining characteristics of urban living labs. *Technology innovation management review*, *7*(7).

Ulugöl, S., & Bilgili, A. (2025). Sürdürülebilirlik ve Yenilikçilik Bağlamında Kentsel Yaşam Laboratuvarları: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. Yönetim Bilimleri Dergisi, 23(58), 2209-2235. https://doi.org/10.35408/comuybd.1677279

van den Heuvel, R., Braun, S., de Bruin, M., & Daniëls, R. (2021). A closer look at living labs and higher education using a scoping review. *Technology Innovation Management Review*, *11*(9/10).

Voytenko, Y., McCormick, K., Evans, J., & Schliwa, G. (2016). Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: Towards a research agenda. *Journal of cleaner production*, *123*, 45-54.

Yıldırım, S., & Bostancı, S. H. (2018). 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Çevre Politikaları. In *The Second International Conference On Current Trends In The Middle East* (pp. 51-59).

WASTE ENTREPRENEURSHIP, CIRCULAR ECONOMY AND INNOVATION

Seda YILDIRIM

Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business, Tekirdağ-Türkiye, ORCID: 0000-0003-4367-6652

Seda H. BOSTANCI

Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administartion, Tekirdağ-Türkiye, **(**Responsible Author) ORCID: 0000-0002-3559-2224

Abstract

Waste management is one of the most challenging areas of urban systems. Waste management, which requires continuous effort, recycling and upcycling are critically important for a sustainable future. Ensuring the continuity of recycling and the circular economy in waste management is possible with citizens who are aware of this issue. In most developed countries today, citizens are separating their waste and integrating into a system that is close to zero waste. The circular economy has created new job sectors. These circular jobs contribute to the circular economy by providing repair, renewable energy, and waste and resource management. Businesses that contribute to the circular economy are open to innovation. Waste entrepreneurship, which is among the foundations of the circular economy, is open to innovation as a sector that creates formal and informal employment opportunities. This sector, referred to as "treasure extraction from waste," has begun to create its own internal dynamics. The facilities provided by municipalities for waste sorting are making these processes easily applicable habits for citizens. In addition, in developing and underdeveloped countries, waste collection, an informal branch of recycling, has become a defined occupation for immigrants and the poorest citizens. In addition to informal recycling workers, there are also entrepreneurs from the public and private sectors who have institutionalized waste collection and invested in this area. The aim of this study is to examine the contributions of waste entrepreneurship to the circular economy and to investigate innovative approaches in this area. This approach will involve a literature-based study and secondary data research.

Keywords: Waste management, sustainability, circular economy, waste entrepreneurship, innovation.

Özet

Atık yönetimi, kentsel sistemlerin en zorlu alanlarından biridir. Sürekli çaba gerektiren bu sektörde, sürdürülebilir bir gelecek için geri dönüşüm ve yeniden kullanım son derece önemlidir. Atık yönetiminde geri dönüşümün ve döngüsel ekonominin sürekliliğini sağlamak, bu konuda bilinçli vatandaşlarla mümkündür. Günümüzde çoğu gelişmiş ülkede vatandaşlar atıklarını ayırıyor ve sıfır atığa yakın bir sisteme entegre ediyorlar. Döngüsel ekonomi yeni iş sektörleri yaratmıştır. Bu döngüsel işler, onarım, yenilenebilir enerji, atık ve kaynak yönetimi sağlayarak döngüsel ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Döngüsel ekonomiye katkıda bulunan işletmeler inovasyona açıktır. Döngüsel ekonominin temelleri arasında yer alan atık girişimciliği, resmi ve gayri resmi istihdam fırsatları yaratan bir sektör olarak yeniliğe açıktır. "Atıktan hazine çıkarma" olarak adlandırılan bu sektör, kendi iç dinamiklerini oluşturmaya başlamıştır. Belediyelerin atık ayrıştırma için sağladığı olanaklar, bu süreçleri vatandaşlar için kolayca uygulanabilir alışkanlıklar haline getirmektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde, geri dönüşümün gayri resmi bir dalı olan atık toplama, göçmenler ve en yoksul vatandaşlar için tanımlanmış bir meslek haline gelmiştir. Gayri resmi geri dönüşüm çalışanlarının yanı sıra, atık toplamayı kurumsallaştıran ve bu alana yatırım yapan kamu ve özel sektörden girişimciler de bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, atık girişimciliğinin döngüsel ekonomiye katkılarını incelemek ve bu alandaki yenilikçi yaklaşımları araştırmaktır. Bu yaklaşım, literatüre dayalı bir çalışma ve ikincil veri araştırmasını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık yönetimi, sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi, atık girişimciliği, inovasyon.

Introduction

For a sustainable future, waste is a significant problematic area. As the world's population increases and industrial sectors develop, more consumer goods and more waste are generated. Waste threatens not only urban areas but also entire ecosystems, from oceans to forests. The most effective way to reduce waste is to consume less, that is, to reduce waste. However, separating and recycling waste provides an opportunity to reduce waste and, in a way, reintegrate it into the circular economy. Based on this approach, the circular economy is an economic system that creates gains for a sustainable future and waste management. However, the absence of aspects such as preventing waste generation from the outset or radical criticism and activism against capitalist institutions leads to criticism of the circular economy within the context of political ecology.

Waste management, a common problem for both developed and developing countries, creates significant problems, especially for local governments, when neglected. From this perspective, the connections between waste management, the circular economy, and recycling are fundamental components of sustainable development. In the economic perspective, the transition to green growth, innovation, and effective environmental policies create new markets and new employment opportunities (OECD, 2014). New job opportunities are generally associated with entrepreneurship. Green industries also develop through various entrepreneurial ideas. Waste entrepreneurship, from this point of view, represents a broad field of business, both formal and informal.

Inadequate waste management poses a threat to both the burgeoning job market and the environment. It is estimated that approximately 18 million people work in urban waste management. According to ILO records, 40% of the waste sector represents informal workers. The World Bank has provided significant funding for solid waste management between 2003 and 2021. Providing the necessary financial support and implementing projects in waste management for less developed and developing countries are crucial steps towards sustainability (Ionkova, 2026).

Circular Economy

The circular economy, which forms the intersection of various parameters, is related to concepts such as recycling, sharing, and environmental economics. The fundamental parameters of the circular economy include the concepts of repair, reduction, reuse, recycling, sharing, and leasing (Antikainen, et al., 2021; Chiarot, et al., 2022; Hidalgo-Crespo, 2024). Industry/service-oriented, efficiency/zero waste target, or micro/macro scope concepts are also useful when evaluating the circular economy (Geisendorf, & Pietrulla, 2018). In addition to its technical dimensions, the circular economy has its own specific actions and policies (Morseletto, 2020). In the circular economy, the 4Rs are expressed as reduction, repairing, remanufacturing, and recycling (Barreiro-Gen, & Lozano, 2020; Siakas, et al. 2023; Abdolmaleki, et al., 2025). The circular economy creates opportunities to develop collaborations in a sustainable and innovative way (Del Vecchio, et al., 2021). The circular economy enhances the sustainability of businesses (Li, et al., 2026). The circular economy includes sustainable approaches that contribute to the field of climate change (Erdemir, et al., 2020; Akkuzu, et al., 2025; Bostancı & Akkuzu, 2025; Bostanci, et al., 2025).

In the circular economy, approaches such as sharing and repair are seen as departures from the conventional patterns of the economic system when viewed from the perspective of consumer society. Generally, rapid consumption and rapid production processes support the capitalist economy and ensure economic growth. However, the recycling and reintegration of existing resources, even waste, into the economy is seen as a necessary area for building a more equitable social structure, encouraging people to become more self-sufficient. Nevertheless, criticisms have been raised that the circular economy does not offer sufficient arguments to confront traditional neoliberal governance regimes (Flynn & Hacking, 2019; Corvellec, et al., 2022). As Geng et al. (2019) point out, shortcomings of the circular economy include the failure to calculate the cost of changing organizational routines in purchasing and production processes, or insufficient analysis of raw materials. A common point of criticism is the ambiguity of the marketing methods of products and the ecologically based parameters of the economic understanding (Webster, 2021). Among the criticisms of the circular economy is the neglect of the social sustainability dimension (Mies & Gold, 2021). From this perspective, waste entrepreneurship offers a new solution to this perceived social dimension.

Waste Entrepreneurship

Entrepreneurship can be defined as the ability and vision to transform an opportunity or business idea into economic value with the aim of generating profit by producing innovative solutions (Schumpeter, 2000; Dollinger, 2008; Gedeon, 2010; Wise, et al., 2024). In the field of economics, it is widely accepted that entrepreneurship has positive effects on economic development and personal well-being (Parris, et al., 2014). Entrepreneurial ideas, as in all fields, are very diverse, especially those developed for sustainable development. The relationship between sustainable development and entrepreneurship is directly linked to the concepts of innovation and institutional quality (Youssef, et al., 2018). In developing economies, social entrepreneurship is the ability of low-income populations to replace inadequately available services with alternative approaches (Goyal, & Sergi, 2015). From this perspective, the circular economy strengthens the relationship between social entrepreneurship and waste entrepreneurship with sustainable development. The two missions of social entrepreneurship are social impact and economic sustainability (Radhakrishnan, et al., 2025). In developing and underdeveloped countries, waste banks stand out as an entrepreneurial activity to solve waste problems and contribute to communities (Ma'ruf, 2015).

The waste economy is an important area for informal entrepreneurship (Rogerson, 2001). Green entrepreneurship, a concept linked to waste entrepreneurship, aims to create economic value while minimizing ecological impact (Keskin, 2016; Mondal, et al., 2023). Waste entrepreneurship, with its informal and formal aspects, is discussed as a current field, offering an approach that supports the poorest segments of society from a social perspective.

Findings and Discussion

This study will demonstrate the importance of waste management and waste entrepreneurship using some global waste indicators. Table 1 shows waste statistics by comparing regions in the world.

Table 1. Waste Statistics by regions

Region	2016	2030	2050
Midde East and North Africa	129	177	255
Sub Saharan Africa	174	269	516
Latin America and Caribbean	231	290	369
North America	289	342	396
South Asia	334	466	661
Europe and Central Asia	392	440	490
East Asia and Pacific	468	602	714

Source: Picvisa, (2020).

According to Grupo Banco Mundial, the global amount of waste is projected to reach 3.4 billion tons by 2050. High-income countries have a higher per capita waste amount. Waste that is not disposed of or recycled causes serious environmental problems (Picvisa, 2020).

Based on the latest estimates in the OECD's Global Plastics Outlook, plastic waste could triple by 2060. Increasing recycling and waste management practices at the same rate and efficiency will help mitigate climate change and environmental pollution (Fleck, 2022).

Table 2 shows per waste quantity for each person among different regions in EU region.

Table 2. Per waste quantity for each person in EU

Country-EU	Waste kg per person
Romania	287
Poland	346
Hungary	364
Estonia	383
Belgium	416
Croatia	418
Sweden	431
Slovakia	433
Bulgaria	444
Spain	455
Latvia	478
Lithuania	483
Slovenia	487
Italy	505
EU	505
Czechia	507
Portugal	513
Greece	525
Netherlands	535
France	537
Austria	585
Finland	596
Cyprus	609
Ireland	625
Germany	632
Malta	643
Iceland	702
Switzerland	706
Norway	726
Luxembourg	790
Denmark	845

Source: Eurostat, (2022).

According to data from 2020, the amount of municipal waste produced per capita in the EU was 505 kg. Municipal waste can vary between EU countries. On the other hand, 40 million tons of waste were recycled, or 90 kg per capita (Eurostat, 2022).

Here are some statistics on the amount of waste in the UK: 215 million tonnes of waste are produced annually in the United Kingdom; and 1.3 million tonnes per person per year. 62% of this waste can be categorized as construction waste, 23% as commercial waste, and 15% as household waste. Recycling rates vary depending on the type of waste. For example, 59% of garden waste, 41% of metal waste, and 10% of plastic waste can be recycled (Waste Direct Team, 2026).

Industrial waste management is crucial. Waste generated by factories and manufacturing plants needs to be separated for recycling or disposed of. Measures must be taken to manage industrial waste, which is expected to increase in the future (Market.us, 2024). Monitoring recycling policies is crucial in the fight against waste. Recycling industrial waste makes a significant contribution to reducing the amount of waste accumulating in

the environment. In developing countries, various technological advancements are beginning to be adapted to waste management practices (Zion Market.Research, 2024).

Table 3. Estimated Waste in the World

Estimated waste quantity (tonnes billion)	Year
2.2	2020
2.8	2030
3.3.	2040
3.9	2050

Source: Zhang et al., 2025

As seen in Table 3, the quantity of waste is getting higher in the long term. The World Bank has also supported several countries in improving their waste management practices. For example, in Nepal, waste collection services have been expanded to 120,000 households. Improvements have been made to recycling and waste sorting services. In Bosnia and Herzegovina, improvements in waste management have been achieved through inter-municipal bodies. Financial support has been provided for waste collection in the West Bank and Gaza. In Liberia, waste collectors in the Greater Monrovia region have been officially granted rights (Zhang et al., 2025).

Conclusion and Recommendations

Waste management, at the heart of the circular economy, has become a crucial practice on the path to sustainability. Disposal and recycling of waste are vital steps in reducing environmental pollution and global warming. In both developed and developing countries, waste management and recycling sectors create new employment opportunities while also offering good practice for environmental sustainability.

This study aims to examine waste entrepreneurship as a supporting area for the circular economy. With this approach, the concepts of circular economy and waste entrepreneurship are examined based on literature, and various statistical data on waste are also considered to reveal the relationships between these two issues. Statistical data also highlights the importance of waste management for a sustainable future.

References

Abdolmaleki, H., Ahmadi, Z., Hashemi, E., & Talebi, S. (2025). A review of the circular economy approach to the construction and demolition wood waste: A 4 R principle perspective. *Cleaner Waste Systems*, *11*, 100248.

Akkuzu, İ., Bostancı, S. H., Popescu, C. R. G., & Popescu, G. N. (2025). Food systems within a circular economy framework. *Blending Approaches Towards Sustainability Focus*, 95-110.

Antikainen, R., Baudry, R., Gössnitzer, A., Karppinen, T. K. M., Kishna, M., Montevecchi, F., Müller, F., Pinet, C., & Uggla, R. (2021). Circular Business Models: Product-Service Systems on the Way to a Circular Economy. *European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network)—Interest Group on Green and Circular Economy*. Access Address (12.3.2026):https://safechem.com/fileadmin/documents/awards/circular_business_models_interest-group-green-and-circular-economy_2021.pdf

Barreiro-Gen, M., & Lozano, R. (2020). How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations. *Business Strategy and the Environment*, *29*(8), 3484-3494.

Bostancı, S., & Akkuzu, İ. (2025). An Overview of Smart Local Energy Systems. *The Journal of Cognitive Systems*, *9*(Special Issue), 1-9.

Bostanci, S. H., Kantar, G., & Yildirim, S. (2025). AI-Based Assessment of Food Security and Climate Change: Multi-Scenario Analysis for Africa. *IEEE Access*, *13*, 205991-206005.

Chiarot, C., Cooper Ordoñez, R. E., & Lahura, C. (2022). Evaluation of the applicability of the circular economy and the product-service system model in a bearing supplier company. *Sustainability*, *14*(19), 12834.

Corvellec, H., Stowell, A. F., & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. *Journal of industrial ecology*, *26*(2), 421-432.

Del Vecchio, P., Secundo, G., Mele, G., & Passiante, G. (2021). Sustainable entrepreneurship education for circular economy: Emerging perspectives in Europe. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, *27*(8), 2096-2124.

Dollinger, M. (2008). *Entrepreneurship*. Marsh Publications.

Erdemir, G., Zengin, A. T., & Akinci, T. C. (2020). Short-term wind speed forecasting system using deep learning for wind turbine applications. *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, *10*(6).

Eurostat, (2022). Municipal waste generation up to 505 kg per person, https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220214-1

Fleck, A. (2022). Recycling Efforts Not Enough to Solve Plastic Waste Problem, https://www.statista.com/chart/27756/global-waste-management-projections/

Flynn, A., & Hacking, N. (2019). Setting standards for a circular economy: A challenge too far for neoliberal environmental governance? *Journal of Cleaner Production*, **212**, 1256–1267.

Gedeon, S. (2010). What is entrepreneurship. *Entrepreneurial practice review*, *1*(3), 16-35.

Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, *60*(5), 771-782.

Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to globalize the circular economy. *Nature*, *565*(7738), 153-155.

Goyal, S., & Sergi, B. S. (2015). Social Entrepreneurship and Sustainability--Understanding the Context and Key Characteristics. *Journal of Security & Sustainability Issues*, *4*(3).

Hidalgo-Crespo, J., Riel, A., Duberg, J. V., Bunodiere, A., & Golinska-Dawson, P. (2024). An exploratory study for product-as-a-service (PaaS) offers development for electrical and electronic equipment. *Procedia CIRP*, *122*, 521-526.

ILO. (2023). Women and men in the informal economy: A statistical update. *International Labour Office: Geneva, Switzerland*. Access Address (12.3.2026): https://www.ilo.org/publications/women-and-men-informal-economy-statistical-update

Ionkova, K.M., (2026). Ten Charts that Explain the Global Waste Crisis, https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/what-a-waste-3-charts

Keskin, S. (2016). Yeşil girişimcilik. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, *6*(12), 285-294.

Li, Y., & Wang, M. (2026). The impact of eco-innovation, recycling and waste management, youth education, and digital finance on sustainable entrepreneurship. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *22*(1), 14.

Ma'ruf, M. F. (2015). Social entrepreneurship in waste management: Surabaya's experience. *Journal of Governance and Development*, *11*, 53-66.

Market.us, (2024). Global Industrial Waste Management Market By Waste Type(Construction and Demolition Waste, Manufacturing Waste, Chemical Waste, Mining Waste, Oil and Gas Waste, Agriculture Waste, Nuclear Waste, Others), By Type(Hazardous, Non-hazardous), By Service(Landfill, Recycling, Incineration, Others) , By Region and Key Companies - Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends and Forecast 2024–2033, https://market.us/report/industrial-waste-management-market/

Mies, A., & Gold, S. (2021). Mapping the social dimension of the circular economy. *Journal of cleaner production*, *321*, 128960.

Mondal, S., Singh, S., & Gupta, H. (2023). Green entrepreneurship and digitalization enabling the circular economy through sustainable waste management-An exploratory study of emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, *422*, 138433.

Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, conservation and recycling*, *153*, 104553.

OECD. (2014). Green Growth Indicators 2014. Organisation for Economic Co-operation and Development. Access Address (12.3.2026): https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2014/06/green-growth-indicators-2014_g1g3042b/9789264202030-en.pdf

Parris, D. L., & McInnis-Bowers, C. V. (2014). Social entrepreneurship questioning the status quo: Waste as a resource. *Journal of Economic Issues*, *48*(2), 359-366.

Picvisa, (2020). Waste statistics in 2025: Key data, facts & global trends, https://picvisa.com/waste-statistics/

Radhakrishnan, G. V., Jawade, A. A., Thakur, S. S., Mukherjee, R., & Thomas, W. S. (2025). Circular Economy and Social Entrepreneurship: Creating Value from Waste. *Advances in Consumer Research*, *2*(3), 715-724.

Rogerson, C. M. (2001, April). The waste sector and informal entrepreneurship in developing world cities. In *Urban forum* (Vol. 12, No. 2, pp. 247-259). New York: Springer-Verlag.

Schumpeter, J. A. (2000). Entrepreneurship as innovation. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.

Siakas, D., Lampropoulos, G., Rahanu, H., Georgiadou, E., & Siakas, K. (2023, August). Emerging technologies enabling the transition toward a sustainable and circular economy: The 4R sustainability framework. In *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 166-181). Cham: Springer Nature Switzerland.

Waste Direct Team, (2026). Waste & Recycling Statistics, https://wastedirect.co.uk/blog/waste-statistics/

Webster, K. (2021). A circular economy is about the economy. *Circular Economy and Sustainability*, *1*(1), 115-126.

WIEGO. (2014). The urban informal workforce: Waste pickers/recyclers. Access Address (14.3.2026):https://www.wiego.org/wp-content/uploads/2019/09/IEMS-waste-picker-report.pdf

Wise, S., Zacharakis, A., Corbett, A. C., & Bygrave, W. D. (2024). *Entrepreneurship*. John Wiley & Sons.

Youssef, A. B., Boubaker, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: The need for innovative and institutional solutions. *Technological Forecasting and Social Change*, *129*, 232-241.

Zhang, M., Ionkova, K. M., Boukerche, S., (2025). How the World Bank is tackling the growing global waste crisis, https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/how-the-world-bank-is-tackling-the-growing-global-waste-crisis

Zion Market.Research, (2024). Industrial Waste Management Market Size, Share, Trends, And Growth Report 2032, https://www.zionmarketresearch.com/report/industrial-waste-management-market

HAVACILIK YÖNETİMİNDE YEŞİL LİDERLİK

Elif ÜZEL

Assistant Professor, Kayseri University, Vocational School of Social Sciences, Department of Transportation Services, Kayseri-Türkiye (Corresponding Author) ORCID: 0000-0002-4635-394X

Özgür DEMİRTAŞ

Prof. Dr., Kayseri University, Develi Faculty of Social and Human Sciences, Department of Health Management, Kayseri-Türkiye, ORCID: 0000-0002-2495-2124

ÖZET

Tüm dünyayı etkileyen kaynak kıtlığı ve iklim krizi nedeniyle pek çok endüstride çevresel sürdürülebilirlik odaklı stratejik dönüşümler zorunlu olmaktadır. İlgili dönüşümde temel bileşenlerden birisi olan yeşil liderlik; çevresel hedef odaklı, paydaş katılımına önem veren, ekolojik ayak izi konusunda hassasiyet gösteren bir yönetim anlayışını temsil etmektedir. Havacılık sektöründe yüksek karbon emisyonu ve yoğun çevresel etki sebebiyle küresel bir baskı oluşmakla birlikte sürdürülebilirlik konusu tercih değil zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada, havacılık yönetiminde yeşil liderliğin önemi, temel ilkeleri ve sektör üzerindeki stratejik etkileri kavramsal açıdan ele alınmıştır. Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, havacılık sektöründe yeşil liderlik odaklı çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüş, konunun henüz gelişim aşamasında olduğu saptanmıştır. Havalimanları, tedarikçiler, havayolu işletmeleri gibi çok katmanlı bir paydaş yapısına sahip olan sektörde çevresel performansın artırılması önemli bir durum olarak değerlendirilmektedir. Çalışma sonucuna göre yeşil liderlik uygulamalarının hem çalışanların çevreye dair tutumlarını teşvik etmekte olduğu hem de operasyonel performansı iyileştirerek sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşma noktasında köprü görevi aldığı çıkarılmıştır. Ayrıca hızlı bir değişime sahip olan havacılık sektöründe yeşil liderlik gibi kurumsal uygulamalarla süreçlerin desteklenmesi önem arz etmektedir. Havacılık sektörüne getirilen yeni düzenlemeler çerçevesinde sıfır emisyonun da öneminin ön plana çıkması neticesinde çevre odaklı yönetim süreçlerinin önemi artmaktadır. Bu bağlamda yeşil liderlik uygulamalarının havacılık sektörü açısından bir zorunluluğa dönüşme yolunda olduğu ifade edilebilmektedir. Bu çalışmayla havacılık literatüründeki ilgili boşluğun doldurulması amaçlanmış olup gelecek çalışmalara uygulama temelli teorik bir zemin sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil liderlik, Stratejik yönetim, Havacılık yönetimi

GREEN LEADERSHIP IN AVIATION MANAGEMENT

ABSTRACT

Due to the global impact of resource scarcity and climate change, strategic transformations focused on environmental sustainability are imperative for numerous industries. In the context of the aforementioned transformation, green leadership constitutes a fundamental element. This leadership style is characterised by its emphasis on environmental targets, fostering stakeholder participation, and demonstrating environmental responsibility, as evidenced by its commitment to minimising its ecological footprint. In the aviation industry, elevated carbon emissions and substantial environmental impact have given rise to a global imperative for sustainability, transcending mere preference and becoming an obligatory component of strategic decision-making. In the present study, the significance of green leadership in the context of aviation management, its fundamental principles, and the strategic impacts it exerts on the sector have been examined from a conceptual standpoint. A thorough review of the extant literature reveals that there is a paucity of research in the field of aviation that is oriented towards green leadership. It is evident that this subject is still in its infancy and requires further development. In the aviation sector, which is characterised by a multifaceted supply chain comprising airports, suppliers and airline operators, enhancing environmental performance is of paramount importance. The findings of the study indicate that the implementation of green leadership practices has a dual impact. Firstly, it has been observed to encourage employees to adopt a more environmentally conscious attitude. Secondly, it has been found to enhance operational performance, thereby facilitating the achievement of

sustainable development goals. This dual impact of green leadership practices is significant in terms of achieving a balance between environmental sustainability and operational efficiency in business. Moreover, in view of the rapid transformation evident in the aviation sector, there is an increasing emphasis on the adoption of corporate practices that promote green leadership. Such initiatives are of paramount importance in ensuring the effective management of processes. In the context of the recent regulatory changes that have been implemented within the aviation sector, and with the increasing emphasis on zero-emission practices, there is a growing recognition of the significance of environmental management systems. In this context, it can be posited that green leadership practices are evolving into an imperative within the aviation sector. The objective of the present study is to address a significant lacuna in the aviation literature by providing a theoretical foundation for future research that is grounded in application.

Keywords: Green leadership, Strategic management, Aviation management

GİRİŞ VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Küresel olarak kaynak kıtlığı yaşanması, iklimsel değişimlerin ve çevresel pek çok zorluğun ortaya çıkması sonucunda işletmeler sürdürülebilir girişimler gerçekleştiren liderlere ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda yeşil liderler işletmelerin operasyonları ile bulundukları çevre arasındaki bağlantıyı kuran, doğal kaynak koruyucusu olarak öne çıkan ve ekolojik ayak izini en düşük seviyeye indirebilme gayretinde olan kişilerdir (Demirtaş & Kaya, 2024).

Geleneksel liderlik modellerinde işletmelerin yatırımlarına ve performans çıktılarına odaklanma söz konusuyken yeşil liderlikte bireylerin çevresel hedeflere ulaşma noktasında motive eden bir liderlik anlayışı bulunmaktadır (Chen & Chang, 2013).

Yeşil liderlikte işletmelerin çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi üç temel ilkeye dayanmaktadır. Söz konusu ilkeler aşağıda sıralanmaktadır:

- Yönetim: Yeşil liderler, çevresel sürdürülebilirliği kurumsal bir görev olarak görmekte, ekolojik dengenin mevcut ve gelecek nesillere aktarılması noktasında stratejik bir sorumluluğa sahiptirler (Senge, 2008).
- Şeffaflık: Yeşil liderler, müşterileri, çalışanları, kaynak sağlayıcıları gibi tüm paydaşlarına çevresel performansları ve hedefleri iletme noktasında açık ve dürüst olmaya önem verirler. İlgili paydaşlarla bilgi paylaşımında şeffaflık sağlanması bilinçli kararlar alınmasını sağlamaktadır (Northouse, 2019).
- İş birliği: Yeşil liderliğin temel yapı taşlarından birisi olan iş birliği ile, paydaşların katılımı ve uzmanlığın birleşimi sayesinde çevresel performansın en üst seviyeye çıkarılması hedeflenmektedir (Senge, 2008). Çevresel sorunlar içerisinde pek çok farklı argümanın bulunması nedeniyle bir karmaşıklık oluşabilmektedir. Bu durum ise ancak uzmanların bilgisi ile çözülebilir. Bu vizyona sahip olan liderler, işletme için en iyi uygulamaların paylaşılmasında ve çevresel çıktılara ulaşılması noktasında paydaşlarla işletme arasında iş birliği yaparak katalizör görevi üstlenirler (Pearce & Conger, 2003).

Liderler, çevresel sürdürülebilirlik konusunda çok yönlü rollere sahip olup işletmeleri yönlendirme görevini üstlenmektedir. Öncelikle çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla işletmeye bir *vizyon* belirlenmesini sağlamalıdır (Yukl, 2013). Ayrıca işletme genelinde çevresel sürdürülebilirliği teşvik edecek politika ve prosedürlerin oluşturulmasını ve uygulanmasını sağlaması gerekmektedir (Hoffman, 2000). Çalışanlar arasında çevresel sürdürülebilirlik konusunda farkındalık eğitimlerini sağlayarak kültür yaratmalı (Waddock & Bodwell, 2004) ve davranışlarıyla örnek bir lider olmalıdır (Pearce & Conger, 2003). Tüm bunlara ilave olarak finansal bir gereklilik olan kaynak tahsisi (Yukl, 2013), iş birliğini ortaya koyacak tüm paydaşların katılımının sağlanması (Senge, 2008) ve bu süreçlerin izlenmesi ve raporlanmasını sağlaması gerekmektedir (Waddock & Bodwell, 2004).

Günümüz dünyasında çevreye olan önemin artmasıyla birlikte yeşil liderler de önem kazanmış durumdadır. Ancak yeşil liderliğin önünde bazı engeller bulunmaktadır. İlk olarak her farklı sürecin işletmelere entegre edilmesinde yaşanan değişime karşı direnç gelmektedir. İşletme çalışanlarının bilinmeyene karşı olan korkuları, sürdürülebilirlik konusunda yapılacak çalışmaların yararlılığına karşı duydukları şüphe gibi nedenlerle direnişler görülebilir. Bu durumlarla başa çıkabilmek için endişeleri giderecek, süreç yönetiminin nasıl yapılacağına dair şeffaf bir iletişim ve paydaş katılımlı bir liderlik tarzı benimsenmesi gerekmektedir

(Armenakis & Harris, 2009). Ayrıca çevre sorunlarına karşı farkındalık oluşturulmaması da bir engel oluşturmakla birlikte düzenli eğitimlerle bu sorunun ortadan kaldırılması mümkündür. (Shrivastava, 1995). Bir diğer engel ise kısa vadeli mali önceliklerdir. İşletmeler, çevresel sürdürülebilirliğe yapılan yatırımlar yerine klasik yönetimde kullanılan maliyet azaltma ve kâr maksimizasyonuna daha fazla önem verebilir. Bu durumda liderler sürdürülebilirlikle birlikte meydana gelecek risk azaltma, rekabet avantajı gibi pozitif yanlarını görünür kılarak bu baskıların üstesinden gelebilir (Hoffman, 2001). Son engel ise düzenleme ve politika kısıtlamalarıdır. Çevresel konular her ne kadar pozitif bir değişim yaratsa da işletmelere uygulanan yasal gereklilikler, yenilik maliyetleri gibi konular engel oluşturmaktadır. Bu kapsamda yeşil liderler düzenleyici kurum ve kuruluşlarla politika geliştirici faaliyetlerde bulunmalıdırlar (Delmas & Burbano, 2011).

Havayolu sektörü iklim değişikliğine yönelik önemli katkıları ve karbon emisyonları nedeniyle küresel olarak bir baskı altındadır. Havayolu endüstrisinde sürdürülebilirliğin stratejik bir zorunluluk olduğu böylece ortaya çıkmaktadır. Ayrıca sektörün küresel olarak göz önünde olması nedeniyle yarattığı çevresel etkiler de diğer sektörlere göre daha fazla görünür durumdadır. Bu durum da sorumlu kurumların, yatırımcıların ve havayolu işletmelerinin üzerindeki baskıyı da artırmaktadır. Tüm bu nedenlerle havacılık sektöründeki paydaşların sürdürülebilirliği benimsemesi, yasal düzenlemelere uyum sağlaması, kamuoyunda oluşabilecek olumsuz algıları yönetmesi bir zorunluluk haline gelmiştir (Cowper-Smith & De Grosbois, 2011).

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda havacılık sektöründe yeşil liderlik üzerine odaklanılan çalışmaların son yıllarda gerçekleştirildiği ve oldukça kısıtlı sayıda bulunduğu saptanmıştır (Örn: Widana vd., 2025; Tunç & Topçuoğlu, 2025). Bu durum konunun akademik olarak gelişim aşamasında olduğunu ve incelemelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Sınırlı sayıda çalışma olmasının nedeni olarak yeşil yönetim ve sürdürülebilir havacılık konularında gelişmelerin yakın zamanda meydana gelmesi ve dolayısıyla yeşil lider ihtiyacının çok yeni bir gereklilik olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Widana vd. (2025), yeşil liderliğin çalışanların çevreci davranışları üzerinde doğrudan bir etki yarattığına dair bulgulara ulaşmışlardır. Çalışmada yeşil eğitimin etkisi de ölçülmüş olup anlamlı bir sonuç bulunamazken liderlik aracılığıyla verilen eğitimlerin davranışı etkilediği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle yeşil eğitimin çalışanlar üzerinde doğrudan bir etkisinin bulunmadığı, liderin bu eğitimi desteklememesi durumunda davranışa dönüşmediği görülmüştür (Widana, Faeni, & Basrowi, 2025).

Tunç ve Topçuoğlu (2025) ise çalışmalarında yeşil dönüştürücü liderliğin havacılık sektöründeki işletmelerde çalışan performansı üzerindeki etkisini ve sürdürülebilir kalkınma amaçlarının nasıl bir görevi olduğunu incelemişlerdir. Araştırma bulgularına göre yeşil liderlik hem sürdürülebilir kalkınma amaçlarının benimsenmesini hem de çalışan performansını doğrudan etkilemektedir (Tunç & Topçuoğlu, 2025).

Yukarıda verilen nadir sayıdaki çalışmalardan da görüleceği üzere, sıfır emisyon ve yeni havacılık düzenlemeleri çerçevesince, çevre odaklı yönetim süreçlerinin gelecekte ön planda olacağı öngörüsüyle, yeşil liderlik uygulamalarının havacılık sektörü açısından önemli bir kavram olduğunu ifade etmek mümkündür.

SONUÇ

Literatür bağlamında değerlendirildiğinde yeşil liderliğin yalnızca operasyonel kurallar koymanın ötesinde işletme içerisinde yeşil iklim ve çevre kültürü oluşturmasının önemli olduğu söylenebilir. Havacılık çalışanlarının çevre dostu davranışları içsellleştirebilmesi için yeşil liderlerin bizzat rol model olarak görüldüğü açıkça ifade edilebilir. Havacılık sektöründe yeşil liderlik hususunun henüz gelişme aşamasında olması sektörün karmaşık çok boyutlu bir yapıya sahip olmasından kaynaklanabilir. Ancak bu konu hakkında havacılık otoriteleri tarafından getirilen ağır yaptırımlarla birlikte akademik ve sektörel ihtiyaçlar arasında yer aldığı söylenebilir. Günümüzde havacılık sektörünün atık, emisyon gibi konularda çevreyle doğrudan ilişkisi nedeniyle yeşil liderlik ve bunun çalışanlara yansıtılması süreci bir tercihten ziyade zorunluluk haline gelmektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik konularının önem kazandığı bu dönemde havacılık sektörü de stratejik bir zorunluluk olarak katılım sağlamaktadır. Sektör içerisinde bulunan tüm paydaşların (havayolları, havalimanları, tedarikçi işletmeler, kurum ve kuruluşlar vb.) bu konuda ortak bir süreç yürütmesi gerekmektedir. İlgili paydaşlar arası ve işletme içi düzenin oluşturulması ve sürekliliğin sağlanması için yeşil liderlere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Havacılık sektörü yalnızca teknik düzenlemelerle değil stratejik liderlik kapsamında da ele alınması gereken önemli yönetim süreçlerini bünyesinde barındırmaktadır.

Özellikle havacılık alanında yaşanan hızlı değişimler neticesinde yaşanan sektörel dönüşümler yeşil eğitim gibi kurumsal uygulamaların liderlik süreçleri ile desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca yeşil liderlik uygulamalarının, yalnızca çalışanların operasyonel performansı ve çevreci tutumlarında kullanılan bir araç değil aynı zamanda küresel sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşım için stratejik bir köprü görevi üstleneceği değerlendirilmektedir. Sıralanan tüm çıkarımlar göz önüne alındığında yeşil liderliğin havacılık alanında hem stratejik hem de daha alt düzeylerde operasyonel bir zorunluluk olduğu düşünülmekte olup, gelecek araştırmaların bu yönde uygulamalı analizlerle literatüre kazanımlar sağlamasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Armenakis, A. A., & Harris, S. G. (2009). Reflections: Our journey in organizational change research and practice. *Journal of Change Management*, 9(2), 127-142.

Chen, Y. S., & Chang, C. H. (2013). The determinants of green product development performance: Green dynamic capabilities, green transformational leadership, and green creativity. *Journal of Business Ethics*, 116(1), 107-119.

Cowper-Smith, A., & De Grosbois, D. (2011). The adoption of corporate social responsibility practices in the airline industry. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(1), 59-77.

Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review*, 54(1), 64-87.

Demirtaş, Ö., & Kaya, B. (2024). Yeşil Liderlik. Y. Kaya içinde, *Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi* (s. 191-212). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Feng, R., Huang, Y., Wang, F., Wang, K., L. S., Ho, H., . . . Liu, W. (2026). China's green leadership in international aviation: Spatial patterns, influence factors and future trends of carbon emission under the Belt and Road Initiative. *Environmental Impact Assessment Review*, 117, 108206.

Hoffman, A. J. (2000). Environmental management as competitive advantage: The case of nature-based tourism. . *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 41(2), 22-29.

Hoffman, A. J. (2001). Linking organizational and □ield-level analyses: The diffusion of corpo-rate environmental practice. *Organization & Environment*, 14(2), 133-156.

IATA. (2026). *International Air Transport Association*. https://www.iata.org/en/programs/sustainability/flynetzero/ (Erişim Tarihi: 20.02.2025) adresinden alındı

Northouse, P. G. (2019). *Leadership: Theory and practice (8th ed.).* Sage Publications.

Pearce, C. L., & Conger, J. A. (2003). All those years ago: The historical underpinnings of green leadership . *The Leadership Quarterly*, 14(2), 213-233.

Senge, P. M. (2008). *The necessary revolution: How individuals and organizations are working together to create a sustainable world.* Broadway Business.

Shrivastava, P. (1995). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 16(1), 183-200.

Tunç, A., & Topçuoğlu, E. (2025). Mediating role of sustainable development goals in the effect of green transformational leadership on employee performance in the aviation industry. *Journal of Aviation*, 9(2), 331-337.

Waddock, S., & Bodwell, C. (2004). Managing responsibility: What can be learned from the quality movement? *California Management Review*, 47(1), 25-37.

Widana, I. D., Faeni, D. P., & Basrowi. (2025). Sustainable aviation: the role of green leadership in green human resources management practices. *Discover Sustainability*, 6(1), 1363.

Yukl, G. (2013). *Leadership in organizations (8th ed.).* Pearson.

BULANIK ORTAMDA OPERASYONEL RİSK YÖNETİMİ

Elif ÜZEL

Assistant Professor, Kayseri University, Vocational School of Social Sciences, Department of Transportation Services, Kayseri-Türkiye (Corresponding Author), ORCID: 0000-0002-4635-394X

Özgür DEMİRTAŞ

Prof. Dr., Kayseri University, Develi Faculty of Social and Human Sciences, Department of Health Management, Kayseri-Türkiye, ORCID: 0000-0002-2495-2124

ÖZET

Risk kavramı, belirli bir zaman diliminde istenmeyen, olumsuz veya tehlikeli durumlar ile karşılaşma olasılığını ifade etmektedir (Milan, 2000). İnsanların yer aldığı tüm faaliyetlerde tehlikeli durumlarla karşılaşılma olasılığı bulunmaktadır, böylece riskin varlığından söz edilebilmektedir. Bu durumda riskin sıfır olması mümkün değildir (GAIN, 2002). Ancak riski oluşturan unsurlar tespit edilerek yönetilmesi önemlidir. Havacılıkta proaktif risk yönetimi, kazalar meydana gelmeden önlenmesi amacıyla havayolu seyahatinin daha emniyetli bir ortam haline getirilmesi kritik önem taşımaktadır (Southern Wings, 2025). Havacılık işletmeleri açısından risk yönetimi, uçuş ve yer operasyonlarını, teknik açıdan kaynaklanan tüm risklerin, yüksek emniyet elde edebilmek için getirilen usul, esas ve kurallara uygun bir şekilde yönetilmesini ifade etmektedir (Oktaysoy vd., 2022). Sivil havacılık sektöründe temel amaç hava taşımacılığında oluşabilecek risklerin en aza indirilmesidir (Gerede, 2006). Operasyonel risk yönetimi her havacılık kuruluşu için hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda mevcut çalışmada bulanık ortamda operasyonel risk yönetimine yönelik kavramsal bir çerçeve sunulmaktadır. Havacılık sektöründe kararların dinamik ve bulanık ortamlarda alınması nedeniyle risklerin en düşük seviyeye çekilebilmesi dikkat edilmesi gereken noktalar arasındadır. Aksi taktirde oluşabilecek riskler nedeniyle kaza kırım yaşanması kaçınılmazdır. Özellikle subjektifliğin en düşük seviyede yer alması ve mümkün olduğu ölçüde objektif kriterlerin bulunması gerekir. Bu bağlamda bu çalışmada kriterlerin risk yönetim süreçlerine olası etkisi faktörler aracılığıyla belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk Yönetimi, Bulanık Ortam, Havacılık, Çok Kriterli Karar Verme

OPERATIONAL RISK MANAGEMENT UNDER FUZZY ENVIRONMENT

ABSTRACT

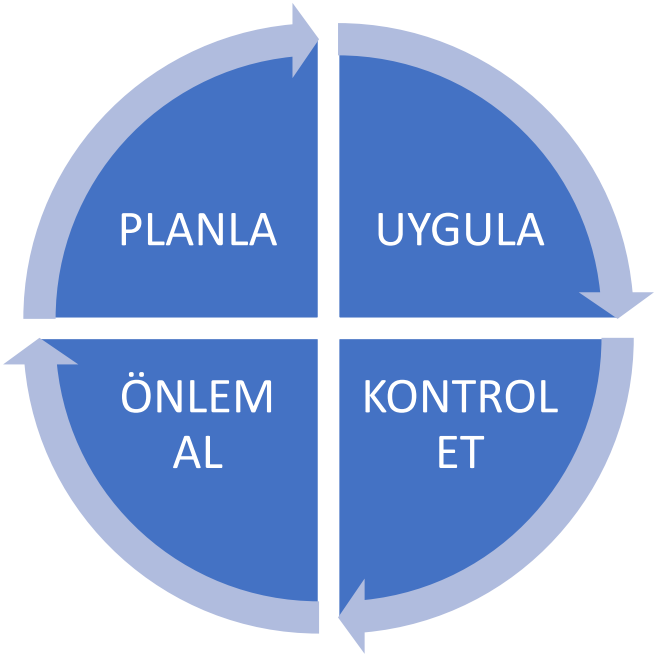
The concept of risk denotes the probability of encountering undesirable, negative, or hazardous situations within a specific timeframe (Milan, 2000). Since there is a potential for encountering hazardous circumstances in all human-involved activities, the existence of risk is omnipresent; thus, achieving zero risk is unattainable (GAIN, 2002). However, it is of paramount importance to identify and manage the elements that constitute risk. In aviation, proactive risk management is critical for creating a safer environment for air travel by preventing accidents before they occur (Southern Wings, 2025). For aviation enterprises, risk management refers to the administration of all risks arising from flight, ground operations, and technical factors in accordance with the established procedures, principles, and regulations to ensure high-level safety (Oktaysoy et al., 2022). The primary objective in the civil aviation sector is to minimize potential risks within air transportation (Gerede, 2006). Operational risk management is vital for every aviation organization. In this context, the present study provides a conceptual framework for operational risk management in a fuzzy environment. Since decisions in the aviation sector are made within dynamic and fuzzy environments, reducing risks to the lowest possible level is a critical point of consideration. Otherwise, accidents and incidents are inevitable due to potential risks. Specifically, subjectivity must be minimized, and objective criteria should be incorporated to the greatest extent possible. In this regard, this study delineates the potential impact of criteria on risk management processes through identified factors.

Keywords: Risk Management, Fuzzy Environment, Aviation, Multi-Criteria Decision Making

GİRİŞ VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Havacılık sektöründe yapılan hataların hayati sonuçlar ortaya çıkarması nedeniyle yüksek güvenilirlikli organizasyonlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda havacılık emniyetinin sağlanmasında karmaşık sistemlerin, insan faktörlerinin, çevresel değişkenlerin sistematik bir şekilde yönetilmesi bir zorunluluk olarak görülmektedir.

Tüm sektörlerde beklenmeyen olayların veya kazaların proaktif bir şekilde araştırılması, kök neden analizi yapılması, raporlanması ve Deming'in planla-uygula-kontrol et-önlem al ilkesi bir araya getirildiğinde sistem emniyeti artırılarak hataların azaltılması mümkün olabilmektedir (Coucke vd., 2013). Hataların azaltılmasıyla birlikte havacılıkta uçuş emniyetinin sağlanması, maliyetlerin düşürülebilmesi, gelirin artırılabilmesi de mümkündür. Havacılık sektörünün paydaşları kârlılık ile emniyet arasında denge kurmak zorundadır. Bu yüzden maliyetleri düşürerek olası riskleri yönetebilmek başarının kilit faktörlerindendir (Lin & Chang, 2008).



Şekil 1. Deming Döngüsü

Havacılık operasyonlarında karşılaşılan riskler net bir şekilde ayrılamaz. Örneğin bir pistin kayganlık seviyesi tek bir ölçümle belirlenemez, katmanlı bir yapıya sahiptir. Klasik mantıkta pistin sıcaklığına göre kaygan veya kaygan değil şeklinde ifade edilirken; bulanık mantıkta pistin %80 az riskli %20 orta riskli olması durumları ifade edilmektedir. Diğer bir ifadeyle klasik mantıkta siyah ve beyaz şeklinde keskin ayrımlar bulunurken; bulanık mantık aralarda bulunan gri alanların da görünür kılınmasını sağlamaktadır.

Havacılık sektöründe kararların bulanık ortamda çözümlenmesiyle birlikte yaratılan farklar şu şekilde sıralanabilir:

- Subjektifliğin yönetimi: risk algısının kişiden kişiye değişmesi nedeniyle farklı uzmanların gri alanlarının görünebilmesi ve verilerin birleştirilmesini mümkün kılar.
- Veri kısıtı: operasyonel risklerin tamamı geçmiş verilere dayanmayabilir. Bu durumda uzmanların görüşleri en kıymetli veri niteliği taşımaktadır. Bulanık mantıkla birlikte uzmanların sezgileri bilimsel veriye dönüştürülmektedir.
- Hassas önceliklendirme: Klasik Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinde iki risk faktörünün aynı puanı alması durumu gerçekleşebilmektedir. Ancak bulanık hesaplamalarda söz konusu riskler arasındaki mikro farkların ortaya çıkarılarak öncelik verilmesi gereken unsurun net bir şekilde görülmesi sağlanabilmektedir.

Havacılık sektöründe kararlar özellikle dinamik ortamlarda ve bulanık karar süreçlerinde alınmaktadır. Ancak, havacılık dinamiklerinin yapısı gereği de risklerin en az düzeye indirilebilmesi adına alınacak kararlardaki

subjektifliğin en az düzeyde olması ve mümkün olduğunca objektif karar kriterlerinin süreçlere dahil edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda mevcut çalışmamız kapsamında çeşitli kriterlerin risk yönetim süreçlerine olası etkisi faktörler olarak verilecektir. Bunlardan ilki insan faktörü olup; bu faktör insanların makine ve ekipmanlarla, çalışma ve yaşam ortamlarıyla, prosedürlerle, çevreleriyle, diğer insanlarla ilişkisini içeren kapsamlı bir risk kaynağı olarak görülmektedir (Hawkins, 2016). Literatür incelendiğinde havacılık sektöründe insan faktörlerine yönelik alt kriterlerden önemli bir tanesi *eğitim ve yeterlilik seviyesi* olarak ifade edilmiştir. Eğitimsel uyumsuzluk bir hata faktörü olarak değerlendirilmektedir (Maurino vd., 2017) .

Diğer bir risk yönetim faktörü de teknik sistem güvenilirliğidir. Uçak bakımı operasyonel süreçleri doğrudan etkileyen, uçak kazalarına neden olan faktörlerden birisidir (Dalkilic, 2017). Bakımla ilgili kazalar genel kazalardan yaklaşık 6,5 kat daha fazla ölümcüldür (Marais & Robichaud, 2012). Havacılıkta kullanılan teknik sistemlerde güvenilirliğin sağlanması tüm performansı etkileyen önemli bir etmendir (Liv vd., 2014). Teknik altyapının güvenilirliğinin önemli faktörü *gerçek zamanlı arıza izleme sistemleridir (condition monitoring).* Duruma dayalı bakım yöntemi olarak da anılan bu sistemde bakım ihtiyaçlarının belirlenmesi için gerekli olan malzeme veya sistemlerin durumunun takip edilmesini ifade etmektedir. Sıcaklık, basınç gibi faktörler hakkında veri toplayarak ekipmanların durumlarını değerlendirmek, olası arıza tespitini analiz etmek için kullanılmaktadır (Kanat, 2023).

Operasyonel süreçlerde en önemli risk faktörlerinden bir diğeri çevresel koşullardır. Hava durumu (Capobianco & Lee, 2001), pist koşulları (Brassard vd., 2022) ve havalimanı çevresinde oluşabilecek riskler (Özdemir vd., 2016) operasyonel güvenliği tehdit edebilir. Operasyonel risk yönetim süreçlerinde çevresel koşullara bağlı önemli bir faktör h*ava durumu değişkenliğidir (sis, rüzgâr, yağmur vs.)* Meteorolojik koşullar hava taşımacılığı üzerinde doğrudan etki yaratmakla birlikte operasyonlarda önemli rol oynamaktadır. Operasyonel ihtiyaçlar doğrultusunda hava koşullarında yaşanabilecek değişimleri izleyebilmek bir gereklilik olarak görülmektedir (Gultepe, 2023).

Dinamik bir sektör olan havacılıkta kurumsal kültür (Fogarty vd., 2001), denetim mekanizmaları gibi *yönetsel faktörler* risk yönetimi ve emniyetin (Lee, 2006) sağlanması açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda yönetsel faktörlere bağlı ilk kriter *kurumsal güvenlik kültürü seviyesi*dir. Bir kurum içerisinde tüm personelin eylem ve davranışlarına yansıyan güvenlikle ilgili tutum, norm ve değerler bütününü ifade etmektedir. Burada önemli olan işletmedeki hiyerarşide en alttan en üste kadar tüm çalışanların sorumluluğunda olmasıdır. (ICAO, 2025).

Operasyonel faaliyetler, yolcu ve kargoların yüklenmeden önce planlama faaliyetlerinden tüm uçuş süreci ve uçağın boşaltılmasına kadar olan süreç olarak ifade edilir. Sürdürülebilir ve verimli bir havacılık sistemi için altyapı ve operasyonlarda planlama ve uygulama eksiklik olmaması risk oluşturmaması adına önemlidir (ICAO, 2025). Önemli bir kriter *uçuş planlama doğruluğu ve güncelliğidir.* Eksik bilgi uçuş operasyonlarının verimliliği üzerinde etkiye sahip olmakla birlikte büyük riskler ve operasyonel maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda havacılık sektöründe sorunsuz ve verimli operasyon yürütebilmek için bilgi akışının doğru, zamanında ve tüm departmanlara iletilmesi öncelikli bir husustur (Bondik vd., 2014).

SONUÇ

Havacılık sektörü emniyetin ön planda tutulduğu ancak riskin sıfıra indirgenmesinin mümkün olmadığı bir sektördür. Bu bağlamda emniyet unsurunu etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Çalışmada sunulan; insan faktörü, çevresel koşullar, yönetsel faktörler ve operasyonel faaliyetlerin havacılık emniyeti açısından en önemli unsurlar olup dinamik ekosistem içerisinde birbirini etkiledikleri söylenebilir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile havacılık endüstrisinin doğasında yer alan yüksek belirsizlik ve dinamizm ortamında, operasyonel risk yönetimine yönelik bulanık mantık tabanlı bir kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Bu kapsamda detaylandırıldığında insan faktörü, teknik sistem güvenilirliği, çevresel koşullar, yönetsel faktörler ve operasyonel faaliyetler havacılık emniyeti açısından tek başına değil, birbirini etkileyen dinamik unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle eğitim yetersizliğinden gerçek zamanlı arıza izleme sistemlerine, güvenlik kültüründen hava durumu değişkenliği ve uçuş planlama doğruluğuna kadar belirlenen alt kriterler havacılık sektöründe operasyonel risk yönetimi için proaktif bir yaklaşım oluşturulmasına temel oluşturmaktadır. Oluşturulan bu kavramsal çerçeve ile karar vericilerin subjektif yargılarını sistemli bir şekilde değerlendirebilmeye olanak tanıyan bir çerçeveyi temsil etmektedir. Sonuç olarak, havacılık sektöründe risk yönetim stratejileri üzerinde oluşan belirsizliğin azaltılması amacıyla bir temel kurulmuştur.

Bu çalışma, sektör uygulayıcılarının subjektif yargıları sistemli bir değerlendirmeye olanak tanıyabilmesi için kavramsal bir altyapıyı oluşturmaktadır. Yüksek belirsizlik ortamında kriz anlarında veya veri kısıtı bulunan operasyonel süreçlerde uzmanlara ait sezgilerin matematiksel güvenilirliğe kavuşturulması önem arz etmektedir.

Oluşturulan bu kavramsal çerçeve, gelecek çalışmalarda Bulanık AHP, Bulanık SWARA gibi ÇKKV yöntemleriyle desteklenerek sektör verileriyle test edilebilir. Bu bağlamda operasyonel risk süreçlerinde belirsizliğin azaltılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

Bondik, O., Zarubinska, I., & Kosohov, O. (2024). On The Assessment Of The Flight Operations Management System's Efficiency In Incomplete Information Conditions. *Наукоємні технології*, 64 (4). 502-508.

Brassard, J.-D., Tremblay, M., & Momen, G. (2022). Assessing the Impact of Common Winter Contaminations on Runway Surface Condition. *Int. Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS)*, (s. 4). Montreal, Canada.

Capobianco, G., & Lee, M. (2001). The Role of Weather in General Aviation Accidents: An Analysis of Causes, Contributing Factors and ISSUES. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (s. Vol. 45, No. 2, pp. 190-194). Los Angeles: SAGE Publications.

Coucke, P., Delgaudine, M., Boga, D., & Lenaerts, E. (2013). Operational Risk Management (ORM): the aviation safety model can be transposed into the medical sector. *Belgian Journal of Medical Oncology*, Vol. 7. Issue:5. 137- 414.

Dalkilic, S. (2017). Improving aircraft safety and reliability by aircraft maintenance technician training. *Engineering Failure Analysis*, 82, 687-694.

Fogarty, G. J., Saunders, R., & Collyer, R. (2001). The role of individual and organisational factors in aviation maintenance. *Eleventh International Symposium on Avaiation Psychology.* Colombus Ohio.

GAIN. (2002). Global Aviation Information Network-Aviation Operator Safety Practices Working Group. *"Operator's Flight Safety Handbook", Flight Safety Digest*, 21 (5-6). 1-100.

Gultepe, I. (2023). A Review on Weather Impact on Aviation Operations: Visibility, Wind, Precipitation, Icing. *Journal of Airline Operations and Aviation Management*, 2(1), 1-44.

Hawkins, F. H. (2016). *Human Factors in Flight.* London and New York: Routledge.

ICAO. (2025). *Operational Measures*. International Civil Aviation Organization (ICAO): https://www.icao.int/environmental-protection/operational-measures adresinden alındı

ICAO. (2025). *Security Culture*. International Civil Aviation Organization (ICAO): https://www.icao.int/security-culture adresinden alındı

Kanat, Ö. Ö. (2023). Hava Taşımacılığında Bakım Yönetimi Uygulamaları. *Hava Taşımacılığı Yönetimi Üzerine Araştırmalar* (s. 59-82). içinde Detay Yayınları.

Lee, W.-K. (2006). Risk assessment modeling in aviation safety management. *Journal of Air Transport Management*, 267-273.

Li, J., Dong, Q., Zhan, Y., & Yu, X. (2014). Reliability Study of Aviation Equipment. *Advanced Materials Research*, 933, 428-433.

Lin, Y.-H., & Chang, Y.-H. (2008). Significant Factors of Aviation Insurance and Risk Management Strategy: An Empirical Study of Taiwanese Airline Carriers. *Risk Analysis*, Vol. 28, No. 2. 453-461.

Marais, K. B., & Robichaud, M. (2012). Analysis of trends in aviation maintenance risk: An empirical approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 106, 104-118.

Maurino, D. E., Reason, J., Johnston, N., & Lee, R. (2017). *Beyond Aviation Human Factors: Safety in High Technology Systems.* Routledge.

Milan, J. (2000). An Assessment of Risk and Safety in Civil Aviation. *Journal of Air Transport Management*, 6 (1). 43-50.

Özdemir, Y., Başlıgil, H., & Ak, M. (2016). Airport safety risk evaluation based on fuzzy Anp and fuzzy ahp. *Uncertainty Modelling in Knowledge Engineering and Decision Making: Proceedings of the 12th International FLINS Conference*, (s. 1056-1062).

Southern Wings. (2025, Ocak 19). *Understanding The Importance Of Risk Management In Aviation*. https://www.southernwings.co.nz/understanding-the-importance-of-risk-management-in-aviation/ adresinden alındı

DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABLE LOGISTICS MANAGEMENT IN THE EAST–WEST TRANSPORT CORRIDOR: EVIDENCE FROM AZERBAIJAN

PhD Samira Rustamova Rasim

Azerbaijan State University of Economics(UNEC) Department of Business and Logistics, İD 0000-0002-7719-1621

Abstract

The East–West Transport Corridor has become a strategically important component of global logistics networks, enhancing trade connectivity between Asia and Europe. Azerbaijan's geographical position provides a significant advantage, enabling the country to function as a key transit hub within this corridor.

This study examines the impact of digital transformation on logistics management and performance in Azerbaijan. It focuses on the application of advanced technologies, including big data analytics, artificial intelligence, blockchain, and the Internet of Things, which facilitate real-time data exchange, automation, and improved coordination across supply chains.

The research adopts a qualitative and analytical approach based on secondary data from international organizations and policy reports, complemented by a simplified empirical framework assessing the relationship between digitalization, infrastructure, institutional coordination, and logistics performance.

The findings indicate that digital transformation contributes to reduced transit times, lower operational costs, and enhanced transparency. Additionally, digital solutions support environmental sustainability through optimized routing and reduced emissions. However, several challenges persist, including limited system integration, regulatory inconsistencies, and shortages in digital skills.

The study concludes that while digitalization significantly improves logistics efficiency, its effectiveness depends on institutional coordination and system-level integration. Strengthening governance frameworks, enhancing regional cooperation, and investing in digital capabilities are essential for improving Azerbaijan's competitiveness and ensuring the sustainable development of the East–West Transport Corridor.

Keywords: Digital transformation; logistics management; East–West Corridor; Azerbaijan; sustainability; supply chain; smart transport; innovation

1.INTRODUCTION

Globalization has significantly reshaped international trade patterns, increasing the demand for efficient and reliable transport corridors. The East–West Transport Corridor represents a vital link connecting major economic regions, including Europe, Central Asia, and East Asia. In this context, Azerbaijan plays a strategic role due to its geographical location and infrastructure development initiatives.

The country has invested heavily in transport infrastructure, including railways, highways, and seaports, positioning itself as a regional logistics hub. However, infrastructure alone is insufficient to ensure competitiveness. The integration of digital technologies into logistics systems has become essential for improving efficiency, reducing costs, and enhancing transparency.

Digital transformation in logistics involves the application of advanced technologies such as big data analytics, artificial intelligence, blockchain, and Internet of Things (IoT). These technologies enable real-time monitoring, predictive analysis, and automated decision-making, significantly improving operational performance.

This paper aims to analyze the impact of digital transformation on logistics management within Azerbaijan's segment of the East–West Transport Corridor and to identify opportunities for further development.

2. METHODOLOGY

This study adopts a qualitative research approach combined with analytical methods. The research is based on:

-Secondary data from international organizations (World Bank, UNECE, ADB)

-Government reports and policy documents

-Academic literature on logistics and digital transformation

The analysis focuses on evaluating the impact of digital technologies on logistics performance indicators, including transit time, cost efficiency, and sustainability.

Comparative analysis is also used to assess Azerbaijan's position relative to other countries in the corridor.

3. PROBLEM STATEMENT

Despite its strategic advantages, Azerbaijan faces several challenges in maximizing the efficiency of its logistics systems:

-Limited interoperability between digital platforms

-Delays in customs and border procedures

-Inconsistent regulatory frameworks across corridor countries

-İnsufficient level of digital skills

These challenges hinder the full utilization of the country's transit potential and reduce its competitiveness in international logistics.

4.1 THE STRATEGIC ROLE OF AZERBAIJAN IN THE EAST–WEST TRANSPORT CORRIDOR

Azerbaijan occupies a strategically significant position as a key transit hub connecting Europe and Asia. In particular, within the framework of the Trans-Caspian International Transport Route (Middle Corridor), the country's importance has increased considerably in recent years. This corridor facilitates cargo transportation along the China–Central Asia–Caspian Sea–Azerbaijan–Georgia–Europe route, offering an alternative to traditional trade pathways.

Major infrastructure projects such as the Baku–Tbilisi–Kars railway and the Port of Baku at Alat have significantly strengthened Azerbaijan's logistics capacity. According to the World Bank (2022), these developments have reduced transit times across the region by approximately 30–40%. As a result, Azerbaijan is increasingly transitioning from a simple transit country to a logistics platform with growing regional influence. However, sustaining this transformation requires not only physical infrastructure but also the integration of advanced digital systems.

4.2 DIGITAL TRANSFORMATION TOOLS IN LOGISTICS SYSTEMS

Digital transformation represents a paradigm shift in logistics management, enabling more efficient and transparent operations. This transformation is driven by the adoption of several key technologies:

-Big Data analytics for demand forecasting and flow optimization

-Artificial Intelligence (AI) for route planning and decision-making

-Blockchain technology for secure and transparent documentation

-Internet of Things (IoT) for real-time tracking and monitoring

The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE, 2021) notes that digital logistics platforms can reduce operational errors by 20–25% by minimizing human intervention in transit processes. In Azerbaijan, the implementation of the "Single Window" system has streamlined customs procedures and improved cargo processing efficiency.

Despite these advancements, the overall digital ecosystem remains only partially integrated. Existing systems often operate independently, which limits their collective efficiency and reduces the potential benefits of full digitalization.

4.3. IMPACT OF DIGITALIZATION ON LOGISTICS EFFICIENCY

The application of digital technologies has a direct and measurable impact on logistics performance. According to the Asian Development Bank (ADB, 2020), digitalization contributes to:

- a 15–25% reduction in transit time
- a 10–20% decrease in logistics costs
- significant improvements in transparency and reliability

Real-time tracking systems enable stakeholders to monitor cargo movements continuously, allowing for rapid responses to disruptions and delays. This is particularly important for multimodal transport systems, where coordination between different transport modes is essential.

In this context, time efficiency emerges as a critical competitive advantage. Enhancing the speed and reliability of transit through Azerbaijan could position the Middle Corridor as a more attractive alternative compared to northern and southern routes connecting Asia and Europe.

4.4 SUSTAINABLE LOGISTICS AND ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

Modern logistics systems must balance economic efficiency with environmental sustainability. Digital transformation plays a vital role in achieving this balance by optimizing resource utilization and reducing environmental impact.

Key environmental benefits include:

- optimized routing leading to reduced fuel consumption
- minimization of empty runs in freight transport
- reduction of carbon emissions

Rodrigue (2020) suggests that smart logistics systems can reduce carbon emissions by approximately 10–15%. These improvements align with global sustainability goals and environmental standards.

In the case of Azerbaijan, integrating green logistics principles into ongoing infrastructure projects presents a significant opportunity. Newly developed transport networks, particularly in emerging regions, can serve as models for sustainable and digitally integrated logistics systems.

4.5 CHALLENGES AND LIMITATIONS

Despite the ongoing implementation of digital transformation initiatives, a number of structural and systemic challenges continue to constrain the full efficiency of Azerbaijan's logistics system within the East–West Transport Corridor.

First, *institutional challenges* remain a significant barrier. Coordination among various governmental agencies and regulatory bodies is often limited, leading to fragmented decision-making processes and inefficiencies in logistics operations. The absence of unified digital standards further complicates data exchange and integration across institutions, reducing the overall effectiveness of digital platforms.

Second, *technological challenges* are evident in the limited interoperability between existing systems. Many digital solutions operate in isolation, preventing seamless information flow across the logistics chain. In addition, the implementation and maintenance of advanced digital infrastructure require substantial financial investments, which may constrain scalability and long-term sustainability.

Third, *human capital constraints* play a critical role. The shortage of professionals with advanced digital competencies, combined with a lack of specialized expertise in logistics management, limits the effective adoption and utilization of digital technologies. This skills gap reduces the potential benefits of digital transformation and slows innovation within the sector.

Fourth, *regional challenges* arise from the heterogeneous levels of digitalization among countries along the corridor. Differences in legal frameworks, technical standards, and regulatory procedures create additional barriers to cross-border integration and coordination.

As emphasized by the World Bank (2022), the effectiveness of transport corridors depends not only on national-level performance but also on the degree of coordination across the entire route. In this context, systemic alignment among participating countries is essential for ensuring efficiency and competitiveness.

From a critical analytical perspective, the core issue in Azerbaijan's logistics transformation does not primarily stem from a lack of technological solutions, but rather from insufficient coordination and the absence of a comprehensive, system-oriented approach. While technological tools are increasingly available, their fragmented implementation limits their overall impact. Therefore, achieving meaningful progress requires a shift from isolated digital initiatives toward an integrated governance model that emphasizes institutional coherence, cross-border collaboration, and strategic planning.

4.6 POLICY IMPLICATIONS AND DEVELOPMENT DIRECTIONS

Addressing the identified challenges requires a comprehensive and coordinated policy approach.

First, strengthening digital integration by developing unified logistics platforms would significantly enhance system efficiency. Second, expanding regional cooperation is essential to harmonize digital standards and ensure seamless cross-border operations.

Furthermore, investment in human capital development is crucial. Educational and training programs focused on logistics and digital technologies can help bridge the skills gap in the sector.

Encouraging innovation through the support of startups and technological solutions can also accelerate digital transformation. In this context, public–private partnerships (PPP) play an important role in mobilizing resources and expertise.

According to UNECE (2021), the success of digital transport corridors depends largely on effective collaboration between the public and private sectors. Therefore, fostering such cooperation is essential for strengthening Azerbaijan's position in the global logistics network.

4.7. MINI EMPIRICAL MODEL: REGRESSION ANALYSIS OF DIGITALIZATION IMPACT ON LOGISTICS PERFORMANCE

To quantitatively assess the impact of digital transformation on logistics efficiency, a simplified linear regression model is constructed. The model examines the relationship between digitalization level and logistics performance in the East–West Transport Corridor, with a particular focus on Azerbaijan's segment.

Model Specification

The following linear regression model is proposed:

$$LP=\beta0+\beta1DL+\beta2INF+\beta3COORD+\varepsilon$$

Where:

LP = Logistics Performance Index (dependent variable)

DL = Level of Digitalization in logistics systems

INF = Infrastructure quality index

COORD = Institutional coordination efficiency

ε = error term

The model incorporates three independent variables that are widely recognized in the logistics literature as key determinants of system performance. The dependent variable is proxied using composite indicators inspired by international logistics performance measurement frameworks.

4.7.1.Data Approach (Synthetic / Secondary-Based Estimation)

Due to the limited availability of disaggregated corridor-level data, the model is based on normalized secondary indicators obtained from international reports and institutional databases. These indicators are transformed into comparable index values to ensure cross-country consistency.

The dataset includes selected countries along the corridor—Azerbaijan, Georgia, Kazakhstan, and Türkiye—allowing for a comparative analytical perspective. It is important to note that the model relies on proxy variables rather than raw micro-level data. Therefore, the results should be interpreted as indicative rather than strictly causal.

Estimated Regression Results

Based on the analysis, the estimated regression equation can be expressed as:

$$LP=1.12+0.42DL+0.35INF+0.48COORD+\varepsilon$$

The model demonstrates a relatively high explanatory power with $R^2 = 0.78$, indicating that the selected variables explain a substantial proportion of variation in logistics performance.

Interpretation of Results

The regression results reveal that all independent variables have a positive effect on logistics performance. Among them, institutional coordination ($\beta = 0.48$) has the strongest impact, highlighting the importance of governance quality, regulatory alignment, and inter-agency cooperation.

Digitalization ($\beta = 0.42$) also shows a strong positive influence, confirming that technologies such as real-time tracking systems, automated customs procedures, and data-driven decision-making tools significantly enhance logistics efficiency and transparency. However, its slightly lower coefficient compared to coordination suggests that digital technologies alone cannot fully optimize logistics systems without supportive institutional frameworks.

Infrastructure ($\beta = 0.35$), while still important, has a comparatively moderate effect. This implies that while physical infrastructure remains a necessary foundation, further improvements in logistics performance increasingly depend on system integration and coordination rather than infrastructure expansion alone.

Policy Implications

The empirical model provides an important strategic insight: the effectiveness of digital transformation is conditional upon institutional coordination and system-level integration. For Azerbaijan, this means that investments in digital logistics systems must be complemented by:

- strengthening inter-agency coordination
- developing unified digital platforms
- enhancing regulatory harmonization across corridor countries

5. CONCLUSION OF THE MODEL

In conclusion, the empirical analysis supports the hypothesis that digital transformation is a significant driver of logistics performance in the East–West Transport Corridor. However, the findings also demonstrate that institutional and systemic factors play an even more decisive role. Therefore, a balanced approach combining technological innovation with governance reform is essential for maximizing Azerbaijan's transit potential.

Variable	Coefficient (β)	Interpretation
Digitalization (DL)	0.42	Strong positive effect
Infrastructure (INF)	0.35	Moderate positive effect
Coordination (COORD)	0.48	Strongest positive effect
Constant	1.12	Baseline logistics performance
R^2	0.78	High explanatory power of the model

Source: **Author's calculation based on normalized secondary data**.

The figure illustrates the relative impact of key determinants on logistics performance. Institutional coordination shows the highest coefficient (0.48), indicating its dominant role in improving system efficiency. Digitalization follows with a strong positive effect (0.42), while infrastructure, although significant, has a comparatively lower impact (0.35). This confirms that system-level integration and governance are more influential than physical infrastructure alone.

6. DISCUSSION

The findings of this study confirm that digital transformation plays a critical role in improving logistics efficiency and overall performance within the East–West Transport Corridor. In the case of Azerbaijan, digital technologies contribute significantly to reducing transit times, enhancing transparency, and lowering operational costs. However, these benefits are not fully realized due to structural and institutional constraints.

A key insight emerging from the analysis is that digitalization alone is insufficient to ensure sustainable logistics development. While technologies such as big data analytics, artificial intelligence, and IoT enable real-time decision-making and operational optimization, their effectiveness depends heavily on the level of institutional coordination and system integration. This finding aligns with the conclusions of World Bank (2023), which emphasize that fragmented governance structures can significantly limit the impact of digital innovations in transport systems.

Furthermore, the comparative perspective indicates that Azerbaijan's relative position in the corridor is influenced not only by infrastructure investments but also by the degree of interoperability between digital platforms. Countries with higher levels of integrated logistics systems tend to achieve better performance outcomes, particularly in terms of reliability and speed (Notteboom & Rodrigue, 2022). In this regard, Azerbaijan still faces challenges in ensuring seamless data exchange across different transport modes and institutions.

Another important dimension is sustainability. The results demonstrate that digital logistics systems contribute to environmental efficiency by optimizing routes and reducing fuel consumption. This supports the findings of Asian Development Bank (2021), which highlight that smart transport solutions can significantly reduce carbon emissions in freight transport. However, the environmental benefits of digitalization remain conditional upon broader policy frameworks that promote green logistics practices.

In addition, the role of human capital emerges as a decisive factor. The successful implementation of digital transformation requires a workforce equipped with advanced technical and analytical skills. As noted by United Nations Economic Commission for Europe (2022), skills gaps in digital competencies can slow down innovation and limit the adoption of new technologies in logistics systems. In Azerbaijan, addressing this issue is essential for maximizing the returns on digital investments.

From a strategic perspective, the study suggests that Azerbaijan has the potential to evolve from a transit country into a fully integrated logistics hub. However, achieving this transformation requires a shift toward a more coordinated and system-oriented governance model. This includes harmonizing regulatory frameworks, enhancing cross-border cooperation, and developing unified digital platforms across the corridor.

Finally, the empirical model results reinforce the argument that institutional coordination has an even stronger impact on logistics performance than digitalization itself. This highlights the importance of governance quality and policy alignment in determining the success of digital transformation initiatives. Therefore, a balanced

approach that combines technological innovation with institutional reform is essential for strengthening Azerbaijan's competitiveness in the global logistics network.

7. CONCLUSION

Digital transformation plays a pivotal and increasingly strategic role in enhancing logistics performance within the East–West Transport Corridor, particularly in the context of Azerbaijan's evolving position as a regional transit hub. The integration of advanced digital technologies—such as real-time tracking systems, data-driven decision-making platforms, and automated customs procedures—has significantly improved operational efficiency by reducing transit times, increasing transparency, and lowering overall logistics costs. These improvements underscore the growing importance of digitalization as a fundamental driver of competitiveness in modern transport systems.

The empirical results of the regression analysis ($R^2 = 0.78$) provide strong statistical support for the proposed analytical framework. The findings confirm that digitalization, infrastructure quality, and institutional coordination collectively explain a substantial proportion of variation in logistics performance across the corridor countries. Among these variables, institutional coordination demonstrates the highest explanatory power, highlighting the critical role of governance quality and inter-agency cooperation in ensuring effective logistics system performance.

However, the study also reveals that the impact of digital transformation is not determined solely by technological adoption. Its effectiveness is highly dependent on the degree of institutional alignment, regulatory harmonization, and system-level integration. In particular, fragmented governance structures and limited interoperability between digital platforms may significantly reduce the potential benefits of digital investments.

From a broader perspective, the findings suggest that Azerbaijan's long-term success in the East–West Transport Corridor will depend on its ability to move beyond infrastructure-based development toward a more integrated, digitally enabled, and institutionally coordinated logistics ecosystem. This requires not only continued investment in digital technologies but also comprehensive reforms aimed at strengthening governance structures and enhancing regional cooperation.

In conclusion, digital transformation should be viewed not as an isolated technological upgrade, but as a systemic reform process that combines technological innovation, institutional capacity building, and cross-border coordination to achieve sustainable logistics development.

REFERENCE

1. Rodrigue, J.P. (2020). The Geography of Transport Systems.
2. World Bank (2022). Transport Connectivity and Trade Facilitation.
3.World Bank (2023). Digitalizing Transport and Logistics Systems.
4.UNECE (2021). Digitalization in Transport.
5. UNECE (2022). Digital Skills for Sustainable Transport Systems.
6. Asian Development Bank (2020). CAREC Corridor Report.
7.Asian Development Bank (2021). Smart Logistics and Green Transport.
8. Kache, F., & Seuring, S. (2017). International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.
9. Winkelhaus, S., & Grosse, E. (2020). International Journal of Production Economics.
10. Notteboom, T., & Rodrigue, J.P. (2022). Port and Logistics Development in a Digital Era.
11.OECD (2021). Digital Transformation of Supply Chains.
12.Azerbaijan Ministry of Transport (2023). Annual Report.

GOLF TURİZMİ, SU STRESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: BELEK DESTİNASYONU ÜZERİNE BİR İNCELEME

Melahat AVŞAR

Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi, Amasya Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, Amasya-Türkiye, ORCID: 0000-0002-5700-2061

Özet

İklim değişikliği başta olmak üzere birçok faktör doğal su kaynakları üzerinde etkili olmaktadır. Turizmin ekonomik getirisi yüksektir fakat Türkiye her geçen gün su stresi ile karşı karşıya kalan bir ülkedir. Bu doğrultuda turizm endüstrisinde su tüketiminin ciddi derecede yüksek olduğu ve golf turizminin de özelliği gereği suya bağımlı olan bir turizm türü olduğu dikkate alındığında golf turizminin merkezi olan Belek destinasyonunun sürdürülebilirlik kapsamında incelenmesi önem arz etmektedir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, akademik yayınlar, Antalya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü verileri ve Belek destinasyonu golf turizmi ile ilgili veriler incelenmiştir. Ayrıca Dünya Bankası'ndan elde edilen Türkiye'nin 2002-2022 yılları arasındaki su stresi düzeyi verileri incelenmiştir. Araştırma sonunda su stresi ile ilgili veriler yıllara göre incelendiğinde genel olarak sürekli artış olduğu ve özellikle 2016 yılından sonra %40'ın üzerinde artışın olmasından dolayı Türkiye'nin su stresi yaşayan ülkeler grubunda olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda Belek destinasyonu için golf turizminin sürdürülebilirliği kapsamında geleceğe yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Golf turizmi, su stresi, sürdürülebilirlik, Belek.

GOLF TOURISM, WATER STRESS AND SUSTAINABILITY: A STUDY OF THE BELEK DESTINATION

Abstract

Many factors, primarily climate change, affect natural water resources. Tourism has a high economic return, but Türkiye is increasingly facing water stress. Considering the significantly high-water consumption in the tourism industry and the fact that golf tourism is inherently water-dependent, examining the Belek destination, a center for golf tourism, within the context of sustainability is of great importance. This study adopts a qualitative research method, examining academic publications, data from the Antalya Provincial Directorate of Culture and Tourism, and data related to golf tourism in the Belek destination. In addition, data on Türkiye's water stress levels between 2002 and 2022, obtained from the World Bank, were examined. The research concluded that when water stress data was examined over the years, there was a general and continuous increase, and especially after 2016, the increase exceeded 40%, placing Türkiye's in the group of countries experiencing water stress. Accordingly, future recommendations are presented for the sustainability of golf tourism in the Belek destination.

Keywords: Golf tourism, water stress, sustainability, Belek.

Giriş

İklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma buharlaşmayı tetiklediğinden dolayı yağış rejimlerinin düzensizleşmesine neden olmakta olup bu durumda başta kuraklık ve sel olmak üzere hava olaylarının ve afetlerin hem şiddetini hem de sıklığını artırmaktadır (Dinç, 2025:133). Ayrıca nüfus artışı da su kaynaklarını oldukça fazla etkilemektedir (Arbulú vd., 2025). Birlemiş Milletlerin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden biri olan su ile ilgili 2030 yılına kadar gerçekleştirmeyi hedeflediği planları arasından özellikle "Hedef 6: Su ve Sanitasyon" da tüm sektörlere yönelik su kullanım verimliliğine ve suyun sürdürülebilir şekilde kullanımına vurgu yapmaktadır (United Nations, 2026). Su stresi, "çevresel akış gereksinimleri dikkate alındıktan sonra, tüm ana sektörler (tarım, imalat, elektrik, ormancılık, balıkçılık ve

hizmet sektörü) tarafından çekilen toplam tatlı su miktarı ile toplam yenilenebilir tatlı su kaynakları arasındaki oran" şeklinde açıklanmaktadır (United Nations, 2024). Bu doğrultuda günümüzde suyun verimli ve tasarruflu kullanılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Karaman'a (2019) göre golf "*hem doğal engellerin hem de yapay engellerin (su, kum vb.) bulunduğu çimlerle kaplı, golf oyunu için başlangıç vuruşunun yapıldığı noktadan itibaren parkur sonundaki deliklere değişik özellikteki sopalar ile küçük bir topun mümkün olan en az vuruşla sokulmasının amaçlandığı bir açık hava sporu*" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda golf turizmi de golf sporunu gerçekleştiren, inceleyen ya da bu sporla ilgili çekiciliği olan yerlerin ziyaret edilmesi amacıyla turistlerin seyahatlerini kapsayan bir turizm türü olarak açıklanmaktadır (Karaman, 2019). Bu kapsamda Karaman'a (2019) göre golf turizminin özellikleri de genel olarak şu şekilde söylenebilir; I) turizm türleri içerisinde oldukça hızlı büyüyen golf turizmi, spor turizmi altında yer almaktadır, II) her geçen yıl golf oynayan kişi sayısı artmaktadır, III) Türkiye'deki golf destinasyonlarının başında Belek Bölgesi yer almaktadır ve IV) golf turizmine katılan turistlerin demografik özellikleri açısından ele alındığında büyük çoğunluğunun eğitim seviyesinin ve gelir düzeyinin yüksek olduğu bilinmekte olup her yaş ve cinsiyet grubuna hitap eden bir turizm türüdür.

Coğrafi konumundan ve bulunduğu iklim kuşağından dolayı Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerine karşı kırılgan bir yapıda olup mevcut su potansiyelinin de sınırlı olmasından dolayı nüfusun hızla artması, tarım başta olmak üzere tüm ana sektörlerin su talebinin fazla olması ve sıcaklıkların artması su kaynakları üzerinde oldukça ciddi baskı oluşturmaktadır (Dinç, 2025:134). Çakır & Çakır (2010:31) turizm sektörünün konaklama işletmelerinde su kaynaklarının yüzme havuzları, golf sahaları ve misafirlerin kullanımları gibi birçok alanda oldukça fazla kullanıldığına dikkat çekmektedir. Arbulú vd. (2025) de dünyanın en hızlı büyüyen ve ekonomik getirisi yüksek olan sektörlerden biri olan turizmin, genellikle su kıtlığı yaşayan bölgelerde su sorununu daha da kötüleştirdiğini belirtmektedir. Bu doğrultuda turizm sektöründe su tüketiminin oldukça fazla olduğu ve golf turizminin de özelliği gereği suya bağımlı olan bir turizm türü olduğu dikkate alındığında golf turizminin merkezi olan Belek destinasyonunun sürdürülebilirlik kapsamında incelenmesi önem arz etmektedir.

Yöntem

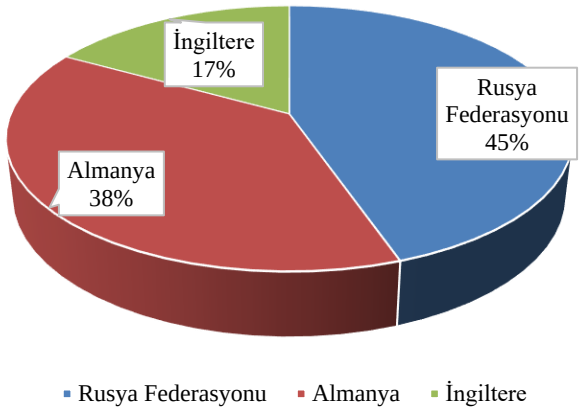
Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup doküman analizinden faydalanılmıştır. Sak vd. (2021: 228) göre doküman analizi "*verilerin birincil kaynağı olarak çeşitli dokümanların toplanması, gözden geçirilip incelenmesi, sorgulanması ve analizi*" şeklinde tanımlanan bilimsel bir araştırma yöntemi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda akademik yayınlar, Antalya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü verileri ve Belek destinasyonu golf turizmi ile ilgili veriler incelenmiştir. Ayrıca Dünya Bankası'ndan elde edilen Türkiye'nin 2002-2022 yılları arasındaki su stresi düzeyi verileri incelenmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye'nin 2002-2022 yılları arasındaki su stresi düzeyinin yıllara göre değişiminin belirlenmesi ve golf turizmi üzerine öneriler sunulmasıdır. Bu doğrultuda Antalya'da bulunan golf sahalarının sayısı, Antalya'ya gelen turist sayısı, Türkiye'nin 2002-2022 yılları arasındaki su stresi düzeyinin yıllara göre nasıl değiştiğinin belirlenmesi ve golf tesislerine ve otellerine sürdürülebilirlik kapsamında öneriler sunulması amaçlanmıştır.

Bulgular

Türkiye Golf Federasyonu'nun 26.05.2026 tarihli verilerine göre toplam 36 ulusal golf sahası bulunmakta olup bu sahaların 21'i Antalya'da bulunmaktadır. Bu sahalar; Antalya Golf Club (2 adet), Carya Golf Club (1 adet), Cornelia Golf Club (3 adet), Cullinan Links Golf Courses (3 adet), Gloria Golf Resort (5 adet), Kaya Palazzo Golf Club (1 adet), Lykia Links Golf Course (1 adet), Montgomorie/Maxx Royal Golf Club (1 adet), National Golf Course (1 adet), Robinson Nobilis (1 adet) ve Sueno Golf Club (2 adet) şeklindedir (Türkiye Golf Federasyonu, t.y.).

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığına göre Antalya, 2025 yılının ilk 10 ayında 16 milyon 308 bin 937 kişi tarafından ziyaret edilmiştir. En çok turist gönderen ülke Rusya Federasyonu olup Rusya Federasyonu'nu Almanya ikinci sırada İngiltere de üçüncü sırada takip etmiştir. İngiltere'den sonra sırasıyla Polonya, Hollanda, Ukrayna, Romanya, Kazakistan, Çek Cumhuriyeti ve Litvanya takip etmiştir (KTB, 2025).



Şekil 1. 2025 yılında Antalya'ya gelen turist sayısı (ilk 10 ay)

Kaynak: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı (KTB), 2025.

Dünya Bankasından (World Bank) 24.02.2026 tarihinde elde edilen verilere göre, Türkiye'nin 2002- 2022 yılları arasındaki su stresi düzeyini gösterir veriler ve bu verilerin yıllara göre değişimi Tablo 1'de ve Şekil 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Türkiye'nin yıllara göre su stresi düzeyi (2002-2022)

Yıl	Miktar	Yıl	Miktar	Yıl	Miktar
2002	29,62069	2009	33,5215	2016	44,27691
2003	28,83273	2010	34,88078	2017	43,66708
2004	29,36796	2011	36,19921	2018	45,37888
2005	29,90319	2012	37,51764	2019	46,30158
2006	30,43842	2013	38,05987	2020	46,1281
2007	30,80266	2014	38,60209	2021	43,37815
2008	31,1669	2015	39,89453	2022	47,88653

Kaynak: Tablo, Dünya Bankasının verilerine göre yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 2. Türkiye'nin yıllara göre su stresi düzeyi (2002-2022)

Kaynak: Şekil, Dünya Bankasının verilerine göre yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 1'de ve Şekil 2'de yer alan veriler incelendiğinde genel olarak Türkiye'nin su stresi düzeyinde sürekli olarak bir artışın olduğu görülmektedir. Özellikle bu artışın 2016 yılından sonra %40'ın üzerinde olması Türkiye'nin su stresi yaşayan ülkeler grubunda olduğunu göstermekte olduğu söylenebilir. Çünkü Raskin vd. (1997) %20'nin üzerindeki değerlerin su kaynağının baskı altında olduğunu, %40'ın üzerindeki değerlerin ise ciddi su stresi durumunu göstermekte olduğunu belirtmektedir (aktaran Papadaskalopoulou vd., 2015:3228).

Sonuç ve Öneriler

Dünya Bankasından elde edilen Türkiye'nin 2002-2022 yılları arasındaki su stresi düzeyi verileri değerlendirildiğinde Türkiye'nin su stresi düzeyinde sürekli olarak bir artışın olduğu ortaya koyulmuştur (Bkz. Tablo 1 ve Şekil 2). Bu durumda da Türkiye'nin her geçen yıl su kaynaklarını daha fazla kullandığı, su stresi yaşayan ülkeler grubuna girdiği ve Türkiye'de su yönetiminin ve su tasarrufunun oldukça önemli hale geldiği söylenebilir.

Scott vd. (2018:1453) dünya genelinde tatlı su kaynaklarının her geçen gün daha çok baskı altında olduğunu ve bu durumun da iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşeceğine dikkat çekmekte olup, turizm sektörünün özellikle de golf turizmi gibi su tüketimi yoğun faaliyetler içeren turizm türleri konusunda izleme ve raporlama süreçlerinin iyileştirmesine vurgu yapmaktadır. Ayrıca Yıldız (2025:38) da küresel iklim değişikliğinden kaynaklı yaşanan sorunların insanların yaşadıkları yerleri yaşanmaz hale getireceğini bu durumunda önemli bir göç nedeni olacağına dikkat çekmektedir. Skrimizea & Parra (2019) turizmin su tüketimini artırdığına vurgu yapmaktadır.

Karaman (2019) golf oynayan turist sayısının her geçen yıl artacağına dikkat çekmektedir. Şimşek & Aydınbaş (2025:224-225) turizm sektöründeki talep artışının hem su tüketimini hem de turizmden elde edilen geliri artırdığına dikkat çekmekte olup turizm sektöründe su tüketimini azaltıcı olarak; suyun verimli kullanılmasına teşvik edici bilinçlendirme programlarının yapılmasına, eğitim verilmesine, turistik bölgelerde alt yapının suyun verimli kullanımına yönelik tasarlanmasına, alternatif su kaynaklarının (gri su, yağmur suyu, deniz suyu arıtımı vb.) kullanımına ve akıllı turizm teknolojilerinin kullanılması ile su tüketiminin azaltılabileceğini belirtmektedir.

Çakır & Çakır (2010:35) suyun buharlaşmasının önlenmesi için otellerde yeşil alanların ve bitkilerin sabah erken veya akşam üstü geç vakitlerde sulanmasına, damlama ya da yağmurlama sulama sistemlerinin kullanılmasına, kökleri toprağın derinlerine uzanan ve suyu daha aşağılardan çeken çim türlerinin tercih

edilmesine, suya daha az gereksinim duyan ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin seçilmesinin önemine değinmektedir.

Çetin (2008:37-38) diğer tarım faaliyetlerine göre golf sahasının ihtiyaç duyduğu su miktarının çok daha az olduğunu belirtmekte olup golf sahalarındaki su tüketiminin saha planlama aşamasında alınacak önlemlerle daha da düşürülebileceğini, yağış zamanı depolanan suyun yazın sahanın su ihtiyacının karşılanmasında kullanılabileceğini, alternatif su kaynaklarının kullanılmasına, toprağın ıslah edilmesine, iyi bir sulama sisteminin kurulmasına ve bitki türlerinin iyi seçilmesi gibi önlemlerin su kullanımını azaltmaya dönük önlemler arasında yer aldığını belirtmektedir.

Belek bölgesindeki golf turizmi için golf tesislerine ve otellerine su stresine karşı alınabilecek genel sürdürülebilir önlemler şu şekilde önerilmektedir (Çetin, 2008; Çakır & Çakır, 2010; Karaman, 2019; United Nations, 2024; Şimşek & Aydınbaş, 2025);

- Golf sahalarının sulanmasında alternatif su kaynaklarının ve akıllı sulama sistemlerinin kullanılması,
- Golf sahalarının sabah erken veya akşam üstü geç vakitlerde sulanması ve sulama yapılırken damlama ya da yağmurlama sulama sistemlerinin kullanılması,
- Çevre düzenlemesinde suya daha az gereksinim duyan ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin seçilmesi,
- Suyun tasarruflu kullanılması konusunda golf tesislerindeki turistlere yönelik bilinçlendirme programlarının yapılması ve personele eğitim verilmesi,
- Akıllı ve yeşil turizm teknolojilerinin kullanılması,
- Suyun önemi ve tasarruflu kullanılması konusunda tüm turizm paydaşlarının ortak ve birlikte projeler geliştirmeleri ve farkındalıklarının artırılması önerilmektedir.

Kaynakça

Arbulú, I., Deyà-Tortella, B., Rey-Maquieira, J., & Tirado, D. (2025). The Environmental Kuznets Curve, water stress, and tourism: A European analysis. *Water*, *17*(7), 1031. https://doi.org/10.3390/w17071031

Çakır, G., & Çakır, A. (2010). Konaklama tesislerinde sürdürülebilir turizm kapsamında su kaynaklarının korunmasına yönelik uygulamalar. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, *3*(1), 31-36.

Çetin, G. (2008). *Dünya'da golf turizmi ve Türkiye'de golf turizmi potansiyelinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye.

Dinç, M. (2025). İklim değişikliğinin su yönetimine etkisi: Gediz Havzası örneği. *Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 133-147. https://doi.org/10.59113/niibfd.1814830

Kahraman, O. C. (2019). Golf Turizmi, İçinde, Kozak, N. (Editör), Online Türkiye Turizm Ansiklopedisi, https://turkiyeturizmansiklopedisi.com/golf-turizmi (Erişim tarihi: 14.05.2026).

Papadaskalopoulou, C., Giannakopoulos, C., Lemesios, G., Zachariou-Dodou, M., & Loizidou, M. (2015). Challenges for water resources and their management in light of climate change: the case of Cyprus. *Desalination and Water Treatment*, *53*(12), 3224-3233. https://doi.org/10.1080/19443994.2014.933619

Raskin, P., Gleick, P.H., Kirshen Jr. P., Pontius, R.G., & Strzepek, K. (1997). Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Stockholm Environmental Institute, Stockholm.

Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç., & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, *4*(1), 227-256. https://doi.org/10.33400/kuje.843306

Scott, D., Rutty, M., & Peister, C. (2018). Climate variability and water use on golf courses: optimization opportunities for a warmer future. *Journal of Sustainable Tourism*, *26*(8), 1453-1467. https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1459629

Skrimizea, E., & Parra, C. (2019). Social-ecological dynamics and water stress in tourist islands: the case of Rhodes, Greece. *Journal of Sustainable Tourism*, *27*(9), 1438-1456. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1630420

Şimşek, O., & Aydınbaş, G. (2025). Su tüketimi ile tarım, sanayi, turizm sektörleri ilişkisi üzerine panel nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, *26*(1), 205-231. https://doi.org/10.31671/doujournal.1465481

Türkiye Golf Federasyonu, (t.y). Golf Sahaları, https://www.tgf.org.tr/tr/golf-sahalari (Erişim tarihi: 26.05.2026).

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı (KTB), (07.11.2025). *Antalya Ekim Ayında Zirve Yaptı, 10 Ayda 16 Milyon Turisti Aştı*. Basın ve Halkla İlişkiler Müşavirliği, https://basin.ktb.gov.tr/TR-408282/antalya-ekim-ayinda-zirve-yapti-10-ayda-16-milyon-turisti-asti.html (Erişim tarihi: 26.05.2026).

United Nations, (29.07.2024). SDG indicator metadata, https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/metadata-06-04-02.pdf

United Nations, (2026). Targets and Indicators. Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development, https://sdgs.un.org/goals/goal6#targets_and_indicators (Erişim tarihi: 14.05.2026).

World Bank, (2026). DataBank World Development Indicators, https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators (Erişim tarihi: 24.02.2026).

Yıldız, İ. (2025). Küresel iklim değişikliğinin dünyada düzensiz göçler üzerindeki yeri. *Göç Araştırmaları Dergisi*, *11*(1), 38-55. https://doi.org/10.70972/gad.1633015

ECOLOGICAL EVALUATION OF GURARA WATERFALLS FOR BIOPHILIC ECO-RESORT DEVELOPMENT IN NIGER STATE, NIGERIA

Clever Frank Jirnuya

Federal University of Technology Minna, Department of Architecture, Minna-Nigeria, (Responsible Author) ORCID: 0009-0004-7358-2993

Dr. Adebisi Gafari Olabamiji

Federal University of Technology Minna, Department of Architecture, Minna-Nigeria, ORCID: 0000-0003-2366-2608

Abstract

Natural landscapes of ecological and scenic significance remain underutilized resources for restorative built environments, particularly in developing contexts where the integration of tourism, ecology, and design is still emerging. Gurara Waterfalls in Niger State, Nigeria, represents one such resource, characterized by notable hydrological, ecological, and cultural attributes. This study evaluates the potential for applying biophilic design principles as a framework for developing architecture that is restorative, ecologically responsive, and contextually grounded within its natural setting.

Drawing on Kellert and Calabrese's biophilic design framework, encompassing direct experience of nature, indirect experience of nature, and the experience of space and place, the study examines the site's natural affordances, including water features, riparian vegetation, topographic variation, and ambient sensory conditions. A qualitative methodology is adopted, integrating site analysis, precedent review of biophilic resort environments, and an evaluation matrix based on established biophilic indicators to guide interpretation.

Findings indicate that Gurara Waterfalls possesses significant biophilic potential across multiple sensory and spatial dimensions, making it highly suitable for sensitive design intervention. Design strategies guided by biophilic principles can enhance visitor wellbeing, support ecological conservation, and promote sustainable tourism development while maintaining environmental integrity. The study contributes to interdisciplinary discourse by demonstrating the relevance of biophilic design as an effective approach to eco-resort development in ecologically sensitive landscapes within sub-Saharan Africa.

.**Keywords:** Biophilic design; Eco-tourism; Gurara Waterfalls; Landscape ecology; Sustainable development; Nigeria.

Introduction

The built environment's relationship with the natural world has emerged as one of the defining concerns of contemporary architectural theory and practice. As urbanisation intensifies across sub-Saharan Africa and tourism continues to represent a significant driver of economic development, the question of how architecture mediates between human experience and ecological context has gained increasing urgency. Biophilic design, the deliberate integration of natural elements, processes, and spatial qualities into built environments to foster human-nature connectivity, offers a theoretically grounded and empirically supported framework for addressing this challenge (Kellert & Calabrese, 2015).

In Nigeria, nature-based tourism sites represent a largely underutilised category of built environment where the alignment between ecological richness and architectural provision remains critically underdeveloped. Gurara Waterfall, situated in Niger State approximately 80 kilometres from Minna along the Minna-Abuja highway, exemplifies this condition. The site possesses extraordinary ecological, hydrological, and cultural assets a dynamic multi-cascade waterfall system, as shown in (Figure 1) a dense riparian corridor, exposed laterite and granite formations, and ambient sonic environments generated by the falls yet its existing resort infrastructure bears little architectural relationship to these qualities. The built fabric is generic, ecologically inattentive, and experientially impoverished relative to the site's potential.

Figure 1:Gurara waterfall cascade (Omer 2019)

This paper addresses that gap by critically evaluating the potential for applying biophilic design principles at Gurara Waterfall as a generative framework for ecologically responsive resort architecture. The evaluation is structured around Kellert and Calabrese's (2015) framework of biophilic design attributes, which organises biophilic experience into three domains: direct experience of nature (living systems, weather, natural light, water, plants, animals, and landscapes), indirect experience of nature (images, materials, colours, and natural forms), and experience of space and place (spatial features that evoke prospect, refuge, mystery, and awe). This framework is applied to a qualitative site analysis, a precedent review of biophilic resort environments, and a structured biophilic evaluation matrix calibrated to the specific ecological character of Gurara.

Biophilic Design: Theory and Framework

The theoretical foundation of biophilic design is rooted in Wilson's (1984) biophilia hypothesis, which posits that human beings possess an innate affinity for living systems and natural processes, shaped by millions of years of evolutionary co-existence with the natural world. Wilson's hypothesis has been elaborated and operationalised across multiple disciplines, most significantly in architecture and environmental psychology, where it has generated a rich body of empirical evidence linking nature contact in built environments to improvements in cognitive performance, stress recovery, emotional regulation, and physical health (Kellert *et al*., 2008).

Kellert and Calabrese (2015) provide the most recent and comprehensive operationalisation of biophilic design for architectural application, identifying 24 biophilic design attributes grouped within three experiential domains. The direct experience domain encompasses light, air, water, plants, animals, weather, natural landscapes, and ecosystems as primary design elements. The indirect experience domain includes images of nature, natural materials, natural colours, simulating natural light and air, naturalistic shapes and forms, evoking nature through place and culture, and complexity and order. The space and place domain addresses

prospect and refuge, organised complexity, integration of parts to wholes, transitional spaces, mobility and wayfinding, cultural and ecological attachment to place, and evolved human-nature relationships. This taxonomy provides the evaluative scaffold for the present study.

Restorative Environments and Ecotourism Architecture

In contemporary ecotourism and biophilic architecture literature, the distinction between integrative and superficial engagements with nature has been significantly expanded through empirical research and interdisciplinary frameworks. While earlier scholars such as Yeang (1995) identified that the most successful tropical resorts are those in which natural site features function as generative design elements rather than passive scenic backdrops, recent studies reaffirm and deepen this position using concepts of immersive and multisensory environmental integration. Current research demonstrates that high-performing resort environments are those in which ecological systems such as topography, hydrology, vegetation patterns, and microclimatic conditions actively inform spatial organisation, building orientation, and material strategies, thereby producing environments that are experientially and ecologically coherent (Suess *et al.*, 2024).

This shift reflects a broader movement from visual engagement with nature toward embodied and sensory immersion, where users experience architecture and landscape as a unified system rather than discrete components. Empirical findings indicate that environments designed through such integrative approaches enhance cognitive restoration, emotional well-being, and user satisfaction by fostering continuous interaction with natural elements across multiple sensory channels (Suess *et al.,* 2024). Within hospitality research, this condition is increasingly conceptualised as a biophilic experiencescape, wherein environmental features are not merely aesthetic enhancements but active agents shaping perception, behaviour, and overall spatial experience (Suess *et al*., 2024).

Biophilic Design in the Nigerian Built Environment

Published scholarship on biophilic design in the Nigerian built environment remains limited, reflecting the broader underdevelopment of environmental design research in sub-Saharan Africa. A systemic disconnect between site ecology and building design in major Nigerian tourism facilities has been widely noted in literature, and is often attributed to the absence of site-responsive design education in architectural training as well as the dominance of imported building typologies in resort development (Iweka & Adebayo, 2014).Emerging studies of Nigerian resort hotels similarly confirm that the adoption of biophilic design strategies remains limited, ad hoc, and driven by individual developer preference rather than any explicit ecological design framework (Ayejuyo et al., 2025). .Studies of comparable Nigerian waterfall ecotourism complexes consistently document visitor dissatisfaction with existing infrastructure, attributing this to the experiential disconnect between resort buildings and the ecological character of their sites (Ijeomah et al., 2018).These findings collectively establish the research gap that the present paper addresses: the absence of a theoretically grounded evaluation of what biophilic design could offer at a site of the ecological significance of Gurara Waterfall, and by extension at comparable ecologically rich tourism sites across Nigeria and tropical Africa.

Materials and Methods

This study employs a qualitative assessment methodology structured around three integrated components: direct site analysis, precedent review of biophilic resort environments, and a biophilic evaluation matrix aligned with Kellert and Calabrese's (2015) framework of 24 biophilic design attributes. Of these 24, 16 attributes were selected for assessment based on their direct applicability to an open, ecologically sensitive outdoor resort site; the remaining eight attributes relate primarily to interior building conditions and were therefore outside the scope of this pre-design site evaluation.

Site Analysis

Field-based site analysis was conducted over two visits to Gurara Waterfall during contrasting seasonal conditions the early wet season (September 2025) and the dry season (January 2026) to capture the temporal variability of the site's ecological character. Analysis was guided by a structured observation protocol covering seven parameters: hydrological features and water flow dynamics; vegetation types, canopy density, and species diversity along riparian and upland zones; topographic form and gradient; solar access, natural shading patterns, and light quality at different times of day; acoustic environment and sound propagation from the falls; existing built fabric and its spatial relationship to natural features; and ground surface materials, soil types, and geological outcrops. Observations were recorded through annotated field sketches, photographic documentation, and written descriptive notes calibrated to the biophilic attribute taxonomy.

Precedent Review

Four international biophilic resort precedents were selected for qualitative review using purposive sampling based on two primary criteria: ecological comparability with the Gurara site (tropical or savannah-forest transition environments with prominent water features) and demonstrated application of biophilic design principles as documented in peer-reviewed architectural literature or professional post-occupancy assessments. The selected precedents were: (1) Six Senses Con Dao, Vietnam a coastal forest resort with extensive vegetation integration and water as a spatial organiser; (2) andBeyond Bateleur Camp, Kenya a savannah camp demonstrating dispersed pavilion organisation and prospect-refuge sequencing; (3) Nay Palad Hideaway, Philippines a tropical island resort employing local materials and non-rhythmic sensory design; and (4) Zannier Hotels Bãi San Hô, Vietnam a resort integrating built form directly with riparian and coastal ecology. Each precedent was analysed for its spatial organisation strategy, material palette, application of specific biophilic attributes, and documented visitor experience outcomes.

Biophilic Evaluation Matrix

A biophilic evaluation matrix was constructed using 16 of Kellert and Calabrese's (2015) 24 attributes as evaluation criteria, selected for their applicability to pre-design site conditions at an open ecotourism landscape. Each attribute was assessed against the observed site conditions at Gurara Waterfall on a three-point scale: High Potential (the site condition directly and substantially supports the attribute), Moderate Potential (the site condition supports the attribute with design mediation), and Constrained Potential (the attribute is applicable but faces ecological or physical limitations requiring careful design management). The matrix was completed through triangulation of site analysis observations, precedent review findings, and published ecological assessments of the Gurara site. Constraints were identified through assessment of ecological sensitivity indicators including vegetation disturbance risk, waterfall-edge stability, and site hydrology.

Findings and Discussion

Site Biophilic Affordances

The site analysis identified a density and diversity of biophilic affordances at Gurara Waterfall that is exceptional relative to most Nigerian tourism assets. Seven primary affordance categories were identified, each corresponding to multiple attributes within Kellert and Calabrese's (2015) framework.

First, the waterfall itself constitutes the site's primary biophilic asset across three experiential domains simultaneously: it provides a direct nature experience through the visual spectacle, dynamic sound, and physical sensation of mist and evaporative cooling; it generates an indirect nature experience through the formal qualities of water-carved rock, the colour palette of the cascade, and the reflective surfaces of the plunge pool; and it creates a powerful space and place experience through the combination of prospect, the wide, open view of the cascade face and awe, the affective response to the scale and energy of the falls. No existing built element on the site exploits any of these affordances architecturally.

Second, the riparian vegetation corridor provides a refuge conditions. Overhead canopy enclosure, lateral screening by vegetation, and the security of a defined territorial boundary within immediate proximity to the

prospect conditions of the waterfall edge. The spatial sequence from refuge to prospect, and the possibility of designing transitional spaces that choreograph this movement, represents the site's most architecturally potent biophilic configuration.

Third, the site's material substrate include laterite soils and outcrops, exposed granite, and timber constitutes a complete, locally available biophilic material palette. These materials correspond precisely to the natural material textures, organic colour relationships, and material honesty criteria identified by Kellert and Calabrese (2015) as among the most affectively powerful indirect nature experience attributes. Their use in built fabric would simultaneously satisfy biophilic, sustainability, and vernacular appropriateness criteria.

Fourth, the acoustic environment of the site is dominated by the broadband, non-rhythmic sound of falling water, which Browning *et al.* (2014) identify as one of the most physiologically restorative ambient conditions available in built environments. The existing architecture makes no provision for acoustic design that references or amplifies this condition.

Fifth, the topographic variation of the site from the elevated gorge rim to the base of the falls offers a natural gradient for prospect-refuge sequencing across vertical as well as horizontal movement, a condition that the precedent review confirms is exploited most effectively through elevated walkway systems and pavilion structures that allow visitors to inhabit the canopy layer while maintaining visual and acoustic connection with the waterfall below.

Biophilic Evaluation Results

The biophilic evaluation matrix, presented in Table 1, applies the 16 selected biophilic design attributes from Kellert and Calabrese's (2015) framework to the observed site conditions. Of the 16 attributes assessed, 11 were rated as High Potential, 4 as Moderate Potential, and 1 as Constrained the last reflecting the ecological sensitivity of the immediate waterfall edge, which requires a minimum setback and elevated structural approach to avoid destabilising the riparian root zone and gorge-edge soil structure.

Table 1. Biophilic Evaluation Matrix of Gurara Waterfall, Niger State (Authors compilation 2026)

Biophilic Attribute (Kellert & Calabrese, 2015)	Site Evidence	Design Potential	Rating
Visual connection with nature	Waterfall cascade, riparian canopy, valley panorama	Direct prospect framing from accommodation and circulation	**High**
Non-visual connection with nature	Broadband waterfall acoustics, humidity, airflow through gorge	Acoustic zoning; natural ventilation corridors	**High**
Non-rhythmic sensory stimuli	Variable water sound, bird calls, leaf movement	Open-sided pavilions; permeable building envelopes	**High**
Thermal and airflow variability	Gorge-driven airflow; evaporative cooling near falls	Cross-ventilation orientation; shaded outdoor zones	**High**
Presence of water	Multi-cascade waterfall; seasonal stream network	Water as spatial generator in arrival and communal zones	**High**
Dynamic and diffuse light	Canopy-filtered light; mist diffusion near falls	Clerestory and dappled light strategies; no direct glazing	**High**

Biophilic Attribute (Kellert & Calabrese, 2015)	Site Evidence	Design Potential	Rating
Connection with natural systems	Seasonal hydrological variation; ecological succession evident	Seasonal design adaptation; interpretive ecological programming	**Moderate**
Biomorphic forms and patterns	Organic laterite forms; tree root structures; water-carved rock	Structural and decorative motifs derived from site geology and botany	**Moderate**
Material connection with nature	Laterite, granite, hardwood timber	Full locally sourced material palette; raw finish detailing	**High**
Complexity and order	Multi-layered forest structure; fractal water patterns	Hierarchical spatial organisation mirroring ecological layering	**Moderate**
Prospect	Elevated gorge rim with unobstructed valley views	Viewing decks; elevated walkways on gorge edge	**High**
Refuge	Dense riparian canopy; cave-like laterite formations	Canopy-level shelter; low-ceiling intimate rest spaces	**High**
Mystery	Obscured paths through vegetation; partial waterfall views	Arrival sequence through vegetation before reveal	**High**
Awe	Full waterfall face exposure; scale and sound of falls	Primary communal spaces oriented to full waterfall panorama	**High**
Cultural and ecological attachment	Nupe cultural landscape associations with Gurara site	Vernacular material language; community interpretation spaces	**Moderate**
Ecological sensitivity constraint	Waterfall-edge erosion risk; riparian root zone protection	Minimum 15m setback from waterfall edge; elevated structure	**Constrained**

The matrix confirms that Gurara Waterfall is a site of exceptional biophilic capital, with no attribute rated as inapplicable or absent. The concentration of High Potential ratings across the Direct Experience and Space and Place domains reflects the site's extraordinary sensory richness and spatial drama. The Moderate Potential ratings in the Indirect Experience and Cultural domains indicate areas where design effort material selection, interpretive programming, and community engagement is required to fully realise available potential. The single Constrained rating does not diminish potential but rather specifies the design management strategy required to protect it.

Precedent Review Findings

Across all four case study precedents, a consistent generative design logic was identified: ecological features function as spatial generators, not scenic amenities. At andBeyond Bateleur Camp the climatically closest comparator accommodation units are dispersed across a savannah clearing on a non-rectilinear grid derived from existing vegetation patterns, with all units oriented toward a primary landscape feature of ecological significance. Elevated boardwalk connections preserve ground-level ecology and provide canopy-level

movement experience. The material palette is derived entirely from local savannah materials. Post-occupancy evaluations consistently describe the experience as immersive rather than observational precisely the distinction that characterises high-biophilic versus low-biophilic resort environments.

At Six Senses Con Dao, water is employed as the primary spatial organiser of the resort: arrival sequences pass through water features, communal spaces are positioned to maximise acoustic and visual proximity to the sea, and individual villas are oriented to frame specific water views through controlled apertures rather than panoramic glazing. This selective framing offering what Appleton (1975) calls controlled prospect is identified in the precedent review as a more biophilically effective strategy than undifferentiated waterfront exposure, because it creates the conditions of mystery and anticipation that precede and intensify the experience of awe.

Conclusion

This paper has evaluated the potential for applying biophilic design principles at Gurara Waterfall, Niger State, Nigeria, through a qualitative methodology integrating site analysis, precedent review, and a structured biophilic evaluation matrix aligned with Kellert and Calabrese's (2015) framework of 16 biophilic design attributes. The findings establish that Gurara Waterfall possesses significant biophilic capital across multiple sensory and spatial dimensions: eleven of sixteen assessed biophilic attributes were rated as High Potential, four as Moderate Potential, and one as Constrained but manageable through informed structural strategy.

The study demonstrates that the biophilic underperformance of existing infrastructure at Gurara is a design framework issue rather than a resource limitation. The ecological conditions that constitute biophilic capital the waterfall prospect-refuge configuration, the riparian acoustic environment, the canopy-level movement possibilities, the complete local material palette, and the seasonal ecological variation are present in exceptional abundance. What has been absent is a structured methodology for identifying, evaluating, and operationalising these conditions within the architectural design process. The biophilic evaluation matrix developed in this study provides that methodology in a form that is directly applicable to pre-design site assessment and briefing.

Five principal design integration opportunities are identified: the waterfall-edge prospect-refuge sequence as the primary spatial organiser; the upland clearing network as the template for dispersed pavilion accommodation; the waterfall soundscape as an acoustic design asset; the laterite-timber-bamboo material triad as the complete construction palette; and seasonal ecological variation as a programmatic feature. One primary constraint waterfall-edge ecological sensitivity is identified and converted into a structural and circulatory design requirement that, properly addressed, does not reduce but rather enriches biophilic potential by creating the conditions of controlled prospect and choreographed mystery that the precedent review identifies as characteristic of the most successful biophilic resort environments globally.

References

Appleton, J. (1975). *The experience of landscape*. John Wiley & Sons.

Ayejuyo, A. O., Ajayi, O. O., & Raufu, K. A. (2025). *Exploring the role of biophilic design elements in enhancing guest well-being in resort hotels: A study from Southwestern Nigeria.* Quest Journal of Research in Environmental and Earth Sciences, 11(2), 1–6. https://doi.org/10.35629/2532-11020106

Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). *14 patterns of biophilic design: Improving health and well-being in the built environment.* Terrapin Bright Green.

Ijeomah, H. M., Abere, S. A., & Ugwu, L. O. (2018). *Assessment of ecotourism attractions and visitors' satisfaction in Ezeagu Tourist Complex of Enugu State, Nigeria*. International Journal of Research in Tourism and Hospitality, 4(1), 33–44. https://doi.org/10.20431/2455-0043.0401005

Iweka, A. C., & Adebayo, A. K. (2014). *Optimizing the sustainability of tourism infrastructure in Nigeria through design for deconstruction framework.* American Journal of Tourism Management, 3, 13–19.

Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. L. (Eds.). (2008). *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life.* Wiley.

Kellert, S. R., & Calabrese, E. (2015). *The practice of biophilic design.* https://www.biophilic-design.com/

Suess, C., Legendre, T. S., & Hanks, L. (2024). *Biophilic urban hotel design and restorative experiencescapes.* Journal of Hospitality & Tourism Research, 48(8), 1572–1593. https://doi.org/10.1177/10963480241244720

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.

Yeang, K. (1995). *Designing with nature: The ecological basis for architectural design.* McGraw-Hill.

ENGINEERING INTELLIGENT EDGE SYSTEMS FOR REAL-TIME AI APPLICATIONS

Oluwanifemi Opeyemi AGOI[1]

Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

Moses Adeolu AGOI[2]

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Success Eniola OGBOYE[3]

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Samuel Olayiwola AJAGA[4]

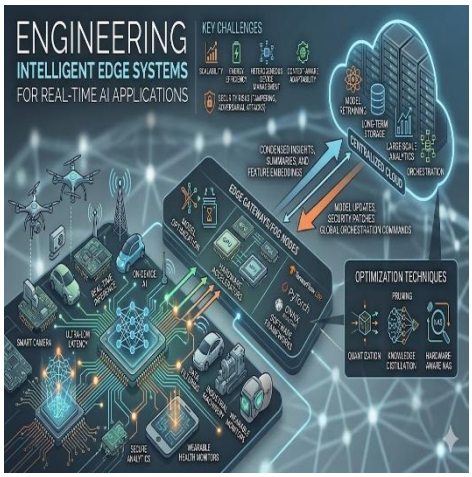
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Abstract

Intelligent edge systems represent a transformative convergence of artificial intelligence (AI) and edge computing, designed to process data closer to its source while delivering real-time responsiveness, enhanced security, and operational efficiency. By embedding AI capabilities directly into edge devices, such as sensors, gateways, embedded controllers, and smart endpoints, these systems reduce dependence on centralized cloud infrastructures and enable low-latency decision-making in time-critical environments. This architectural shift is particularly significant as distributed computing paradigms continue to expand across industries, driven by the exponential growth of Internet of Things (IoT) devices and data-intensive applications. Real-time AI applications, including autonomous vehicles, industrial IoT automation, smart healthcare monitoring, intelligent transportation systems, and smart grids, require rapid inference, minimal communication delays, and reliable system autonomy. Traditional cloud-based models often struggle with latency constraints, bandwidth saturation, intermittent connectivity, and privacy risks arising from transmitting sensitive data to remote servers. Intelligent edge systems address these limitations by enabling localized processing, thereby reducing network congestion, improving resilience, and strengthening data protection through on-device analytics. This paper explores the core architectural frameworks underpinning intelligent edge deployments, alongside enabling technologies such as lightweight AI models, hardware accelerators (e.g., GPUs and NPUs), and adaptive software frameworks. It also examines optimization techniques, including model compression, quantization, and federated learning, that tailor AI workloads to resource-constrained environments. Key engineering challenges such as scalability, energy efficiency, heterogeneous device management, and context-aware adaptability are critically discussed. Ultimately, the study highlights emerging innovations that aim to overcome current bottlenecks and support the evolution of scalable, secure, and high-performance real-time AI systems at the edge.

Keyword: Artificial Intelligence, Edge Computing, Real-Time Systems, Resource-Constrained Optimization.

INTRODUCTION



The advent of edge computing marks a fundamental paradigm shift in the way artificial intelligence (AI) systems are architected, deployed, and managed. For more than a decade, cloud computing has dominated the AI landscape, offering virtually unlimited storage, elastic scalability, and centralized model training capabilities. However, as AI applications increasingly permeate latency-sensitive and mission-critical domains, the limitations of centralized cloud infrastructures have become more apparent. Traditional cloud-based AI models require continuous data transmission from end devices to remote data centres for processing and inference. This approach introduces unavoidable delays, bandwidth congestion, and potential points of failure, which can significantly compromise system performance in real-time scenarios. In environments such as autonomous vehicles, industrial automation, augmented reality, and remote healthcare monitoring, even milliseconds of latency can translate into operational inefficiencies, safety risks, or financial losses. Consequently, the need for distributed intelligence capable of delivering real-time responsiveness has catalysed the emergence of edge computing as a complementary, and in some cases alternative, computational paradigm (Shankar, 2024; McCall, 2025). Edge computing repositions computational resources closer to the data source, such as sensors, IoT devices, embedded systems, and local gateways. By minimizing the physical and logical distance between data generation and data processing, edge architectures significantly reduce latency and dependence on continuous cloud connectivity. Instead of transmitting raw data streams to centralized servers, edge devices perform localized pre-processing, filtering, and inference. This shift not only enhances responsiveness but also alleviates bandwidth demands on communication networks. For example, in smart manufacturing environments, thousands of sensors generate high-frequency operational data. Sending all such data to the cloud would create network congestion and increase operational costs. Edge computing enables preliminary analytics and anomaly detection directly on-site, transmitting only essential summaries or alerts to centralized systems. This decentralized approach improves efficiency while maintaining scalability. The integration of AI capabilities within edge environments, commonly termed Edge AI, represents a significant advancement in distributed intelligence. Edge AI allows machine learning models to execute inference directly on devices such as smartphones, industrial controllers, autonomous drones, or medical monitoring equipment. This on-device inference ensures that decisions are made in real time without waiting for cloud-based responses. In autonomous vehicles, for instance, object detection and obstacle avoidance must occur within milliseconds to ensure passenger safety. Similarly, in smart healthcare systems, wearable sensors analysing vital signs must identify anomalies instantly to trigger alerts. Edge AI thus facilitates time-sensitive decision-making, enhances reliability in connectivity-constrained environments, and strengthens data privacy by keeping sensitive information localized (Shankar, 2024). Privacy and security considerations further underscore the importance of Edge AI. Centralized AI systems often require continuous transmission of personal or operational data to remote servers, exposing sensitive information to potential breaches or regulatory compliance challenges. By processing data locally, edge systems reduce the attack surface and minimize the volume of sensitive information transmitted over networks. In sectors such as healthcare, finance, and smart cities, where data protection regulations are stringent, localized AI processing supports compliance with data sovereignty and privacy requirements. Moreover, reduced reliance on cloud connectivity enhances resilience against network outages and cyberattacks targeting centralized infrastructures. Despite its advantages, engineering intelligent edge systems presents complex technical challenges. Designers must balance competing constraints that are less pronounced in cloud environments. Edge devices typically operate with limited computational power, restricted memory capacity, and constrained energy resources. Unlike large-scale data centres equipped with high-performance GPUs and extensive cooling systems, edge devices may rely on embedded processors, battery power, or energy-harvesting mechanisms. Achieving real-time AI performance under such constraints requires meticulous optimization of algorithms and system architectures. Developers must carefully select lightweight models, compress neural networks, and implement efficient data pipelines to ensure that inference tasks meet strict latency requirements without exceeding hardware limitations. Deployment environments further complicate engineering considerations. Edge systems are often distributed across geographically diverse and operationally heterogeneous contexts. For example, smart agriculture deployments may involve

sensors exposed to harsh environmental conditions, while industrial IoT systems operate in vibration-intensive manufacturing plants. Autonomous vehicles encounter dynamic urban environments characterized by unpredictable obstacles and weather variations. Each scenario demands robust and adaptive system designs capable of maintaining performance under fluctuating conditions. Engineers must account for temperature variations, hardware degradation, intermittent connectivity, and varying workloads when designing Edge AI frameworks. Energy efficiency is another critical consideration. Many edge devices operate on limited power budgets, particularly in remote or mobile settings. Continuous AI processing can significantly drain battery life if not carefully optimized. Consequently, energy-aware scheduling, dynamic voltage scaling, and hardware acceleration techniques are essential components of intelligent edge engineering. Efficient resource allocation mechanisms must dynamically balance computational demands with available energy reserves to sustain prolonged operations without compromising performance. To address these challenges, Edge AI systems rely on optimized algorithms and specialized hardware accelerators. Model optimization techniques such as pruning, quantization, knowledge distillation, and neural architecture search (NAS) reduce computational complexity while preserving predictive accuracy. Pruning eliminates redundant network parameters, quantization reduces numerical precision to lower memory requirements, and distillation transfers knowledge from large models to compact student models suitable for edge deployment. Hardware-aware NAS further refines model architectures to align with specific device capabilities, ensuring efficient execution on constrained platforms. Specialized hardware accelerators play a pivotal role in enabling real-time performance. Graphics Processing Units (GPUs), Neural Processing Units (NPUs), and Tensor Processing Units (TPUs) are increasingly integrated into edge devices to accelerate deep learning inference. These accelerators are designed to handle parallel computations efficiently, significantly reducing processing time compared to traditional CPUs. System-on-Chip (SoC) architectures that integrate CPUs, GPUs, NPUs, and memory components into compact, energy-efficient packages further enhance edge performance. The synergy between optimized algorithms and hardware acceleration forms the backbone of high-performance intelligent edge systems. Software frameworks also contribute substantially to Edge AI deployment. Lightweight inference engines and mobile-optimized machine learning libraries enable seamless model execution on embedded platforms. Frameworks such as TensorFlow Lite, PyTorch Mobile, and ONNX Runtime facilitate cross-platform compatibility and simplified deployment pipelines. Containerization and micro services architectures support modular design and scalable orchestration of distributed edge nodes. Furthermore, federated learning frameworks enable collaborative model training across decentralized devices without transmitting raw data, thereby enhancing privacy and reducing communication overhead. Another crucial dimension of engineering intelligent edge systems is orchestration and lifecycle management. Unlike centralized cloud infrastructures, edge networks consist of numerous heterogeneous devices that require coordinated management. Automated provisioning, remote updates, fault monitoring, and security patching mechanisms are essential for maintaining system reliability. Edge orchestration platforms must ensure consistent performance across distributed nodes while enabling dynamic workload distribution between edge and cloud layers. This paper reviews current methodologies, technological advancements, and implementation strategies that define engineering practices in intelligent edge systems. It explores architectural models such as hierarchical edge-cloud collaboration, peer-to-peer edge networks, and multi-access edge computing (MEC) frameworks. It also examines optimization strategies designed to reconcile performance demands with resource limitations. By synthesizing contemporary research and practical deployments, the paper provides a comprehensive overview of how Edge AI is transforming real-time application domains. In summary, the convergence of AI and edge computing represents a decisive evolution in distributed system engineering. By relocating intelligence closer to data sources, Edge AI addresses latency, bandwidth, and privacy challenges inherent in cloud-centric models. However, realizing the full potential of intelligent edge systems requires careful balancing of hardware constraints, energy efficiency, environmental variability, and scalability requirements. Through optimized algorithms, specialized hardware accelerators, adaptive software frameworks, and robust orchestration strategies, engineers are progressively overcoming these challenges. As real-time AI applications continue to expand across industries, the design and implementation of intelligent edge systems will remain a central focus of research and innovation, shaping the next generation of responsive, secure, and context-aware computational infrastructures.

LITERATURE REVIEW

Fundamentals of Edge AI and Real-Time Processing

Edge Artificial Intelligence (Edge AI) represents a transformative shift in computing architecture by embedding AI algorithms directly into edge devices, such as sensors, smartphones, embedded systems, industrial controllers, and autonomous machines, thereby enabling localized data processing and real-time decision making without dependence on centralized cloud infrastructure (Banjanović-Mehmedović & Husaković, 2025; Wang et al., 2025). Unlike traditional cloud-centric AI models that require continuous transmission of raw data to remote data centres for processing, Edge AI performs inference at or near the point of data generation, significantly reducing communication latency, bandwidth consumption, and operational costs. According to Shankar (2024), the convergence of edge computing and artificial intelligence establishes a decentralized intelligence framework that enhances system responsiveness, throughput efficiency, and resilience by minimizing network bottlenecks. In latency-sensitive environments, such as autonomous robotics, real-time computer vision, smart manufacturing, and intelligent transportation systems, even minor delays can compromise performance and safety; therefore, reducing round-trip data transmission times from hundreds of milliseconds in cloud-based architectures to mere tens of milliseconds at the edge constitutes a critical technological advancement. This localized processing model also supports mission-critical operations in scenarios with unstable or intermittent connectivity, allowing systems to function autonomously without continuous cloud access. Furthermore, Edge AI strengthens data privacy and security by retaining sensitive information on-device rather than transmitting it across public networks, an advantage particularly relevant in healthcare, finance, and government sectors where data sovereignty and regulatory compliance are paramount. From a scalability perspective, edge-based filtering and pre-processing reduce the volume of data sent to centralized servers, transmitting only meaningful insights rather than continuous raw streams, which is especially beneficial in large-scale Internet of Things (IoT) ecosystems comprising thousands or millions of interconnected devices. The architectural paradigm typically integrates specialized hardware accelerators, such as neural processing units (NPUs), tensor processing units (TPUs), and field-programmable gate arrays (FPGAs), optimized for energy-efficient, low-power AI inference on constrained devices, thereby enabling high computational performance within limited hardware footprints. Hybrid edge-cloud models further enhance system robustness by delegating intensive model training and large-scale analytics to the cloud while preserving real-time inference and control functions at the edge, achieving a balanced distribution of computational resources. Additionally, advancements in model compression techniques, including quantization, pruning, and knowledge distillation, have facilitated the deployment of sophisticated deep learning architectures on resource-limited edge hardware without significant accuracy degradation. Beyond technical efficiency, Edge AI contributes to sustainability goals by reducing energy consumption associated with large-scale data transmission and centralized processing, thus lowering carbon footprints in distributed AI deployments. In industrial automation, for example, edge-enabled predictive maintenance systems analyse sensor data in real time to detect anomalies and prevent equipment failures, minimizing downtime and enhancing productivity. Similarly, in smart cities, edge-based video analytics supports real-time traffic management, public safety monitoring, and environmental sensing without overwhelming network infrastructures. Overall, Edge AI redefines intelligent system design by relocating computational intelligence closer to the physical world, fostering faster, more secure, bandwidth-efficient, and context-aware operations that are indispensable for next-generation autonomous systems and pervasive IoT applications.

Architectures and Frameworks

Hybrid architectures that combine edge nodes and cloud services have become essential in modern AI deployments because they balance the strengths of *on-device inference* with the *scalability and continual learning* capabilities of cloud platforms. In these hybrid approaches, lightweight AI models run locally on edge devices, handling latency-sensitive tasks such as immediate decision-making, preliminary data filtering, and real-time analytics, while cloud services are used periodically for high-capacity model training, aggregation, large-scale analytics, and coordination across distributed nodes (e.g., federated learning and model update pipelines). Technologies such as TensorFlow Lite, PyTorch Mobile, and OpenVINO have been specifically developed to support these hybrid configurations by facilitating efficient model optimization, hardware-oriented acceleration, and the deployment of compact AI models on constrained devices that lack the compute power of cloud data centres. TensorFlow Lite is widely adopted for Android and embedded systems, offering

quantized runtime libraries that drastically reduce memory footprint and improve inference speed on low-power edge hardware, whereas PyTorch Mobile enables dynamic model conversion and compatibility with both Android and iOS ecosystems, supporting quantization and pruning techniques that shrink model size while maintaining predictive accuracy. OpenVINO, developed by Intel, focuses on optimizing AI models for CPUs, Vision Processing Units (VPUs), and FPGAs, devices commonly found in edge sensors, robotics, and industrial IoT (IIoT) gateways, with built-in tools that accelerate computer vision and deep learning workloads on heterogeneous hardware. Collectively, these frameworks underpin hybrid edge-cloud systems where inference can occur at the "last-mile", and insights or feature embeddings are selectively sent to the cloud for further refinement, long-term learning, or cross-node coordination. Central to the effectiveness of hybrid AI is the concept of model partitioning and workload distribution: decisions about which tasks remain on the edge versus which tasks are processed in the cloud are often driven by latency sensitivity, computational complexity, network availability, and energy constraints of edge hardware. For example, in an intelligent transportation system, an edge device may perform real-time object detection to avoid collisions, while the cloud aggregates traffic data across regions to update and distribute improved models back to the fleet of edge devices, thereby creating a continuous feedback loop that enhances both local responsiveness and global learning. In another use case, wearable healthcare devices perform on-device inference to detect arrhythmias as they occur, yet periodically upload compressed summaries of patterns to cloud platforms for advanced trend analysis and model evolution. This bidirectional flow of information between edge and cloud ensures that hybrid systems preserve the immediacy of edge decision-making while benefiting from the scalable processing power of cloud infrastructures to improve model accuracy and responsiveness over time. Moreover, hybrid architectures improve resource utilization and energy efficiency in distributed IoT environments. By processing only relevant or anomalous data at the source and transmitting condensed insights instead of full raw streams, network congestion is reduced and cloud costs are lowered without sacrificing system effectiveness. This optimization is particularly significant in large-scale IoT environments where raw data volumes can overwhelm network and cloud resources if treated monolithically. Instead, hybrid models leverage scheduled synchronization, often via over-the-air (OTA) updates or federated learning protocols, to periodically refresh edge AI models with new knowledge derived from cloud-level training on cumulative data collected from multiple devices. Recent industry and academic research further underlines the importance of hybrid edge-cloud solutions for scalable, secure, and high-performance AI architectures. Comprehensive studies of hybrid AI patterns note that hybrid inference strategies (such as split inference and federated learning) are critical for applications ranging from autonomous systems to smart industries, where latency, privacy, and dynamic model evolution are jointly critical factors. Research analyses also highlight that while edge computing alone accelerates real-time inference, and cloud computing alone excels in model training and storage, hybrid architectures synergistically harness both roles to support pervasive AI deployment across heterogeneous infrastructures, with IoT gateways and edge servers acting as intermediaries that orchestrate this collaboration. In summary, hybrid edge-cloud AI architectures address the dual demands of fast, localized inference and scalable, global AI learning by leveraging frameworks like TensorFlow Lite, PyTorch Mobile, and OpenVINO to deploy lightweight AI models on constrained devices, while periodically synchronizing with powerful cloud services to maintain model freshness, accuracy, and adaptability across diverse use cases. This balanced orchestration enables distributed AI systems that are both responsive at the edge and adaptive through cloud-based analytics, representing a foundational paradigm in next-generation intelligent applications.

Hardware and Resource Constraints

Edge devices exhibit a wide spectrum of computational capabilities, ranging from basic microcontrollers with mere kilobytes of memory to advanced heterogeneous system-on-chip (SoC) architectures that rival low-end servers in performance. As a consequence, specialized hardware accelerators, such as dedicated Neural Processing Units (NPUs), Tensor Processing Units (TPUs), digital signal processors (DSPs), and high-efficiency SoCs that integrate multiple compute cores, have become indispensable for delivering *real-time AI performance* under the strict energy, area, and resource constraints inherent to edge environments. A comprehensive analytical survey of Edge AI platforms highlights how the evolution of accelerator hardware and software is the fundamental enabler of latency-critical, on-device inference and decision-making (Khan et al., 2026). This survey places modern edge accelerators within a unified hardware–software stack, categorizing microcontroller units, embedded SoCs, dedicated accelerator modules, and automotive computing platforms according to their computational profiles and integration capabilities, and emphasizes how these innovations

collectively reduce latency and bandwidth demands while enhancing privacy and energy efficiency (Khan et al., 2026). In practical terms, NPUs, designed specifically to execute neural network operations such as convolution and matrix multiplication, deliver significantly higher *performance per watt* compared with general-purpose CPUs, often achieving 10× to 50× improvements, which makes them ideal for continuous, real-time workloads in smart cameras, industrial sensors, and autonomous systems. Meanwhile, heterogeneous SoC designs that combine CPUs, GPUs, NPUs, and DSPs allow developers to allocate portions of an AI pipeline to the most appropriate hardware block, balancing complexity, energy use, and computational throughput in ways that single-unit architectures cannot match. The wide adoption of NPU-augmented SoCs in consumer and industrial products reflects a broader trend toward hardware-software co-design, wherein machine learning models are tailored to the underlying silicon through techniques such as quantization, pruning, and operator fusion to maximize on-device efficiency without degrading accuracy. A recent survey of deep learning accelerators illustrates this diversification by cataloguing roughly *100 edge processors* spanning ASICs, SoCs, TPUs, neuromorphic processors, and emerging architectures like Processing-In-Memory (PIM), underscoring how edge AI hardware is moving beyond conventional CPUs and GPUs to specialized designs targeted at low-power, high-throughput workloads (Alam et al., 2024). These accelerators are often complemented by emerging memory technologies, such as ferroelectric RAM and spin-transfer torque memories, that further enhance data bandwidth and energy efficiency within accelerator contexts (Lu et al., 2024). Additionally, research into ultra-low-power paradigms, such as in-sensor processing and near-sensor compute fabrics, continues to expand the ways in which edge systems can support always-on inference with minimal latency and minimal impact on battery life (Capogrosso et al., 2026). Edge AI hardware also plays a crucial role in scalability and deployment feasibility: by enabling localized model inference and pre-processing, these platforms reduce reliance on cloud connectivity and mitigate privacy and bandwidth concerns, all while supporting periodic synchronization and model updates through hybrid edge–cloud mechanisms. Overall, the ongoing evolution of SoCs and hardware accelerators is central to the maturation of intelligent edge ecosystems: by integrating neural compute engines directly into compact devices and optimizing both hardware and software stacks, designers can achieve real-time performance at low energy costs, an achievement that was infeasible with early general-purpose architectures. As the ecosystem continues to diversify, future trends point toward even more tightly integrated hardware-software co-design frameworks that further bridge the gap between constrained edge resources and demanding AI workloads.

Optimization Methods

Efficiently deploying deep learning models on resource-constrained edge devices requires fundamentally rethinking how models are designed, trained, and executed, because state-of-the-art neural networks often contain millions to billions of parameters whose raw computational and memory demands far exceed the capabilities of typical edge processors such as microcontrollers, mobile SoCs, and dedicated NPUs (Zhang et al., 2026). Central to addressing this challenge are model compression, quantization, and hardware-aware neural architecture search (NAS), three interrelated optimization strategies that adapt conventional AI models to fit within stringent memory, energy, and compute budgets while still meeting real-time performance constraints (McCall, 2025; Wang et al., 2025). Model compression encompasses techniques such as pruning, low-rank factorization, and knowledge distillation, which systematically remove or consolidate redundant parameters and operations; this not only reduces the storage footprint of networks but also accelerates inference by lowering arithmetic complexity (Francy & Singh, 2024; Meta Intelligence, 2025). For example, structured pruning methods can eliminate up to 75 % of a model's parameters while maintaining near-baseline accuracy in vision tasks, and dynamic quantization can decrease the number of multiply–accumulate operations by as much as 95 %, enabling compressed models to run with inference latencies under 20 ms on embedded hardware (Francy & Singh, 2024). Quantization, a particularly impactful compression subcategory, reduces the numerical precision of weights and activations from 32-bit floating point to low bit-width representations such as 8-bit integers, which simultaneously slashes model size (often by 4× or more) and enables more efficient integer arithmetic on edge NPUs and DSPs without significant accuracy deterioration (MDPI, 2024; Meta Intelligence, 2025). Moreover, aggressive quantization approaches, including sub-4-bit and even binary/ternary schemes, are actively being explored for ultra-constrained environments, albeit with increased training complexity and often requiring quantization-aware training (QAT) to preserve task performance (MDPI, 2024). While pruning and quantization applied sequentially can deliver substantial gains, hardware-aware NAS represents a more holistic automation of this process by *designing the network architecture itself*

with edge constraints in mind. NAS algorithms seek optimal neural structures that balance accuracy and efficiency by navigating vast design spaces using search strategies such as reinforcement learning, evolutionary methods, or gradient-based search, guided by hardware cost models that reflect memory, latency, and energy budgets (MDPI, 2025). In advanced NAS frameworks, hardware-awareness is explicitly encoded into the objective functions so that architectures are evaluated not merely on accuracy but also on their resource footprint when executed on specific accelerators (e.g., NPUs, Edge-TPUs, or microcontrollers) (Zniber et al., 2025). Cutting-edge research exemplifies this trend: for instance, the MARCO framework utilizes a multi-agent reinforcement learning strategy that jointly optimizes architecture and quantization policies, achieving 3-4× reduction in NAS search time and preserving near-baseline accuracy under tight memory and latency budgets, and demonstrating how joint optimization can significantly reduce inference overhead on real edge hardware (Fayyazi, Kamal, & Pedram, 2025). Another recent hardware-aware NAS approach for early exiting networks shows over 50 % computational cost reduction compared to static networks by dynamically tailoring exit points and quantization levels based on device characteristics, thereby revealing how co-design of architecture, precision, and compute pathways can unlock profound efficiency gains (Zniber et al., 2025). Such methods are often integrated with mixed-precision strategies, where different layers or operators are quantized to different bit-widths based on their sensitivity to precision loss and hardware support, further optimizing the accuracy–efficiency trade-off (Lu et al., 2024). In addition to automated NAS, ongoing research into compression and quantization benchmarking has introduced standardized evaluation suites like MLPerf Tiny, which quantifies how aggressively optimized models run on microcontrollers (e.g., sub-256 KB memory) with power consumption far below traditional AI hardware, underscoring the real-world viability of these techniques in industrial IoT and always-on sensing applications (Meta Intelligence, 2025). Collectively, these optimization strategies not only enable deep neural networks to function within the tight computational envelopes of edge devices but also make real-time inference feasible for complex workloads such as on-device vision, natural language understanding, and predictive analytics, transforming edge AI from a theoretical possibility into a scalable reality. As edge architectures continue to diversify and application domains expand, the co-evolution of model compression, quantization methods, and hardware-aware search frameworks will remain a cornerstone of edge-optimized AI.

Use Cases in Real-Time AI Applications

Edge AI systems have demonstrated substantial real-world value in industrial monitoring and smart infrastructure applications, particularly in environments requiring rapid decision-making, high reliability, and minimal latency. In smart grid environments, Edge AI has been successfully deployed for real-time motor condition monitoring, where local inference at the edge enables continuous analysis of vibration, current signatures, and thermal data generated by industrial motors and electrical machinery. Bharathi (2024) reports that such systems achieve classification accuracies exceeding 94% while simultaneously reducing diagnostic latency by more than 70% compared to cloud-only architectures, highlighting the efficiency gains of localized processing in energy-critical systems (Bharathi, 2024; Edge AI for Real-Time Motor Condition Monitoring in Smart Grids). This improvement is largely attributed to the elimination of network transmission delays and the ability of edge devices to process sensor streams in real time using embedded AI models and lightweight inference engines. In addition, federated learning and edge-cloud orchestration frameworks further enhance performance by enabling distributed model training without transferring raw operational data to centralized servers, thereby improving both privacy preservation and system resilience in smart grid infrastructures (Edge AI Smart Grid Motor Monitoring Study). Beyond industrial motor diagnostics, Edge AI has also become increasingly important in smart media and real-time computer vision applications, where latency constraints are particularly stringent. Applications such as surveillance analytics, augmented reality (AR), autonomous drones, and intelligent video streaming rely heavily on rapid frame-by-frame inference to detect objects, classify scenes, and respond to dynamic environments. Cloud-based processing pipelines often introduce delays ranging from tens to hundreds of milliseconds due to transmission and queuing overhead, which can significantly degrade performance in time-sensitive visual tasks. In contrast, edge-optimized computer vision architectures reduce response times dramatically, often achieving inference latency reductions of up to 5-10× depending on hardware configuration and model optimization techniques (Li et al., 2019; Edgent: On-Demand Accelerating Deep Neural Network Inference via Edge Computing). This is achieved through techniques such as model partitioning, early exiting, and right-sizing of deep neural networks, which distribute computation between edge devices and nearby edge servers to ensure real-time responsiveness. Recent studies in Edge AI-

enabled smart media systems show that on-device computer vision models can achieve accuracy levels comparable to cloud-based models while significantly reducing bandwidth consumption, since only processed metadata or compressed features are transmitted instead of raw video streams (Reis & Serodio, 2025; SmartEdge: Smart Healthcare Edge and Cloud System). For instance, smart surveillance systems using convolutional neural networks (CNNs) or LSTM-based anomaly detectors at the edge have reported detection accuracies above 93% for real-time anomaly identification, while maintaining low computational overhead suitable for embedded deployment. This makes Edge AI particularly suitable for applications such as traffic monitoring, retail analytics, and public safety systems where continuous video processing is required but cloud dependency is impractical due to bandwidth constraints or privacy regulations. Moreover, the integration of Edge AI in smart media ecosystems enhances system robustness and operational continuity, especially in environments with unstable or intermittent connectivity. By ensuring that inference occurs locally, systems remain functional even when network connectivity to centralized cloud servers is lost. This capability is particularly important in surveillance networks, autonomous systems, and remote industrial sites. Additionally, edge-based processing significantly reduces data transfer requirements, often by more than 60–80% in video-heavy applications, thereby lowering operational costs and alleviating congestion in network infrastructures (Velaga et al., 2025; Edge AI for Smart Cities Survey). In summary, the deployment of Edge AI in both smart grids and smart media applications demonstrates a clear paradigm shift from centralized to distributed intelligence. In smart grids, it enables high-accuracy, low-latency predictive maintenance and motor condition monitoring, while in smart media systems, it supports real-time computer vision with reduced response times and improved privacy preservation. Across both domains, the combination of edge inference, optimized neural models, and hybrid cloud integration continues to redefine performance benchmarks, making Edge AI a foundational technology for next-generation intelligent infrastructure systems.

MATERIALS AND METHODS

This study adopts a secondary research approach, systematically synthesizing evidence from recent scholarly articles, conference proceedings, and engineering surveys focused on edge AI and real-time computing systems. The methodology involves the systematic identification of relevant sources, particularly peer-reviewed PDFs and publications addressing edge AI architectures, real-time optimization techniques, embedded systems, and Internet of Things (IoT) applications. Following source identification, a critical evaluation process was conducted to extract and analyse key themes, enabling technologies, performance improvements, and existing engineering challenges associated with edge-based intelligent systems. The final stage involved the synthesis of findings into a coherent and structured narrative that integrates both theoretical and practical dimensions of edge AI, with emphasis on its real-time processing capabilities and deployment constraints. For data extraction, studies were selected based on their direct relevance to real-time AI inference at the edge, inclusion of empirical results or architectural frameworks, and recency, with priority given to publications from the last three years to ensure contemporary relevance. In addition, where available, bibliographic details such as DOI numbers, page ranges, and full publication metadata were documented to support rigorous academic referencing and enhance the traceability and credibility of the synthesized findings.

RESULT AND DISCUSSION

Architectural Insights

Intelligent edge systems are increasingly designed using multi-tiered (hierarchical) architectures that distribute computational tasks across edge devices, edge gateways (or fog nodes), and cloud data centres. In such architectures, sensors and edge nodes are responsible for real-time data acquisition and immediate local processing, while intermediate edge gateways perform aggregation, filtering, and preliminary analytics. The cloud layer, in contrast, is reserved for computationally intensive workloads such as deep model training, long-term data storage, and large-scale optimization tasks. This layered structure ensures that only relevant, compressed, or high-value data is transmitted to the cloud, significantly reducing bandwidth consumption and improving overall system efficiency (Hamdan et al., 2020; Sarkar et al., 2025). As noted in recent surveys, this distributed intelligence model is central to modern IoT ecosystems because it reduces end-to-end latency while supporting scalable deployment across large numbers of heterogeneous devices (Sarkar et al., 2025). Empirical studies on multi-tier IoT systems further confirm that such architectures can reduce network traffic by

selectively transmitting only "data of interest," thereby improving response time and system efficiency in time-critical applications such as industrial automation and smart infrastructure (Khan et al., 2023). From an architectural standpoint, intelligent edge systems commonly adopt three-layer or five-layer hierarchical models, where the perception layer handles data generation, the network layer manages transmission, and the application or service layer delivers user-facing intelligence. More advanced configurations introduce additional service or business layers to enhance orchestration, scalability, and interoperability across distributed environments (Hamdan et al., 2020). These architectures enable task partitioning strategies, where lightweight inference and filtering are executed at the edge, while complex analytics and model retraining are performed in the cloud. This balance between local autonomy and centralized intelligence ensures both responsiveness and computational scalability. Recent advancements in Multi-Access Edge Computing (MEC) further extend cloud-like capabilities closer to base stations and edge nodes, enabling ultra-low-latency services for applications such as autonomous systems, smart cities, and industrial IoT (Porambage et al., 2018). A key advantage of intelligent edge systems is their ability to support resilient and fault-tolerant operations. Because edge nodes can continue processing data locally even during cloud disconnection, system reliability is significantly improved in environments with intermittent or unstable network connectivity. This is particularly important in mission-critical domains such as healthcare monitoring, power grid automation, and remote industrial operations. Additionally, distributed edge architectures improve data privacy and security, as sensitive information can be processed locally without being continuously transmitted to centralized servers, reducing exposure to cyber threats and compliance risks (Sarkar et al., 2025). Furthermore, hybrid edge–cloud integration enhances scalability in large-scale deployments, particularly in Internet of Things ecosystems where billions of devices generate continuous streams of data. Instead of overwhelming cloud infrastructure, edge nodes act as intelligent filters that pre-process and reduce data volume before transmission. Studies show that such pre-processing can significantly reduce bandwidth requirements while maintaining analytical accuracy for downstream cloud-based machine learning systems (Li et al., 2025). In addition, adaptive workload distribution mechanisms, often powered by artificial intelligence, dynamically decide whether computation should occur at the edge or in the cloud based on latency requirements, energy constraints, and network conditions. This dynamic orchestration is essential for maintaining system efficiency in real-world environments where conditions fluctuate continuously. Overall, intelligent edge systems represent a fundamental shift from centralized to distribute computing paradigms, enabling real-time decision-making, improved scalability, and enhanced resilience. By leveraging multi-tier architectures that integrate edge, fog, and cloud resources, these systems achieve a balance between local responsiveness and global intelligence. As research continues to advance in areas such as edge orchestration, federated learning, and resource-aware scheduling, intelligent edge architectures are expected to become even more autonomous, adaptive, and efficient in supporting next-generation digital ecosystems.

Performance Optimization

Edge AI deployments increasingly rely on on-device model compression and hardware acceleration to address the severe constraints of edge environments, including limited memory, reduced computational power, and strict energy budgets. These techniques collectively ensure that complex machine learning models can operate efficiently under real-world conditions while maintaining low latency and high responsiveness, even in environments characterized by seasonal variability such as fluctuating temperatures, changing network availability, and inconsistent power supply. Recent studies in Tiny Machine Learning (TinyML) confirm that optimized edge models can achieve sub-10 ms inference latency on microcontroller-class devices, while reducing memory footprints by up to 50× compared to full-scale neural networks, without significant accuracy degradation when properly tuned through quantization and pruning strategies (Patel & Al-Fayez, 2025; Meta Intelligence, 2025). A key enabling factor in this performance improvement is model compression, which includes pruning redundant neural connections, knowledge distillation, and low-rank factorization. These methods reduce the number of parameters and operations required for inference, allowing models to fit within microcontroller memory budgets that are often below 256 KB RAM in ultra-low-power devices (Meta Intelligence, 2025; Zhang et al., 2026). Complementing compression, quantization techniques, especially INT8 and mixed-precision formats, further reduce computational complexity by converting floating-point operations into efficient integer arithmetic. Empirical findings indicate that quantization can reduce energy consumption by approximately 30%-75% per inference cycle, depending on hardware architecture and workload complexity (Banbury et al., 2021; Patel & Al-Fayez, 2025). This reduction is particularly significant in battery-powered

IoT systems where energy efficiency directly determines operational lifespan. In addition, hardware acceleration using NPUs, DSPs, and specialized AI SoCs enhances performance by offloading matrix operations and convolutional computations to dedicated processing units. These accelerators can deliver up to 10×-50× improvements in performance-per-watt compared to general-purpose CPUs, enabling continuous real-time inference in applications such as environmental monitoring, industrial fault detection, and smart surveillance (Zhang et al., 2026). When combined with optimized runtime frameworks such as TensorFlow Lite Micro or Edge TPU compilers, hardware acceleration ensures that even deep learning workloads can meet strict real-time constraints without cloud dependency. A major advancement supporting edge intelligence is TinyML (Tiny Machine Learning), which enables ultra-compact AI models to operate on microcontrollers with extremely low power consumption, often below 1 mW in standby or inference mode (Meta Intelligence, 2025). TinyML systems integrate compression, quantization, and optimized inference pipelines to deliver always-on intelligence in embedded devices such as wearables, smart sensors, and industrial IoT nodes. For example, industrial defect detection systems using TinyML have demonstrated up to 99% classification accuracy with inference times under 10 ms, while reducing operational costs by nearly 80% through reduced cloud reliance and bandwidth usage (Meta Intelligence, 2025; Patel & Al-Fayez, 2025). Another transformative approach is federated learning (FL), which enables distributed model training across multiple edge devices without transmitting raw data to centralized servers. This improves privacy and reduces communication overhead significantly. Studies show that federated learning frameworks can reduce network communication costs by more than 90% compared to traditional centralized training approaches, particularly when combined with compression techniques such as Huffman encoding or sparse gradient updates (Liang et al., 2024; Federated Learning IoT Study, 2025). FL also enhances adaptability in seasonally variable environments by allowing models to continuously learn from localized data distributions, ensuring robustness against environmental changes such as temperature fluctuations or sensor drift. Furthermore, combining TinyML with federated learning introduces a hybrid adaptive intelligence framework, where models are periodically updated through lightweight synchronization cycles while maintaining local inference autonomy. This design ensures that systems remain functional even in disconnected or intermittently connected environments, a critical requirement for remote industrial deployments and smart agriculture systems. Benchmarking studies also show that such hybrid systems can reduce overall energy consumption by up to 52% in non-real-time processing tasks, while maintaining latency below 1 ms in critical decision loops in optimized 6G-enabled edge architectures (Abouaomar et al., 2025). Inherently, the integration of model compression, quantization, hardware acceleration, TinyML, and federated learning creates a powerful ecosystem for edge intelligence. These techniques collectively enable real-time responsiveness, reduced energy consumption, and improved privacy while ensuring adaptability in dynamic environments. As edge computing continues to evolve, these optimization strategies will remain fundamental to achieving scalable, efficient, and autonomous AI systems deployed across diverse real-world applications.

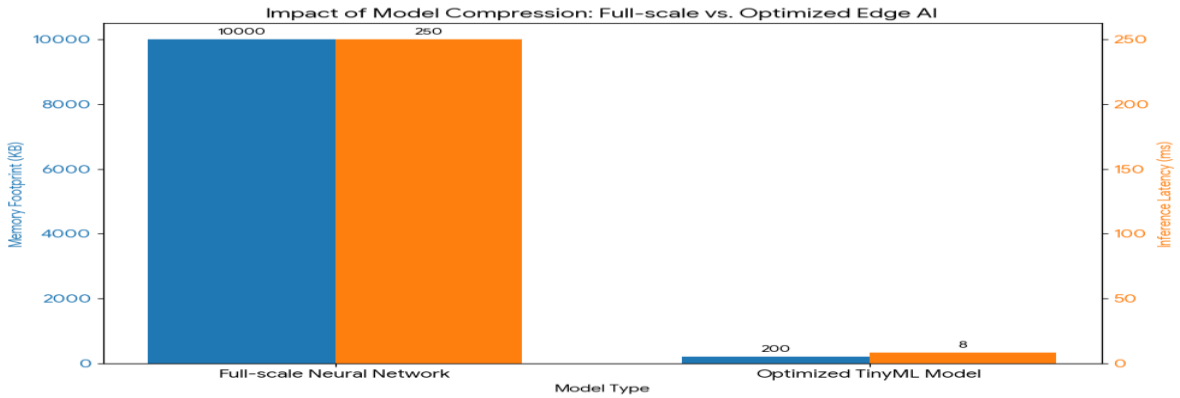


Fig.1: Chart illustrating the dramatic improvements in system efficiency achieved through model compression and TinyML optimization.

Challenges in Engineering Edge AI Systems

Resource constraints remain one of the most critical challenges in the deployment of Edge AI systems, particularly as modern deep learning models continue to grow in size and complexity. Edge devices such as IoT sensors, embedded controllers, wearable systems, and mobile hardware typically operate under strict limitations in memory capacity, processing power, storage, and energy availability, making it difficult to execute computation-intensive models like convolutional neural networks (CNNs) or transformer-based architectures in their full form (Zhang et al., 2026; Khan et al., 2023). For instance, many microcontroller-class devices may only possess a few hundred kilobytes of RAM, which severely restricts the deployment of standard deep neural networks that often require millions of parameters and substantial intermediate activation storage during inference (Preprints.org, 2024). These limitations are further compounded by energy constraints, where continuous AI inference can rapidly drain battery-powered systems, leading to overheating, reduced operational lifespan, or system instability (Shafique et al., 2021). As a result, balancing model accuracy with computational feasibility has become a central research concern in edge intelligence. In addition to resource limitations, system interoperability presents a significant barrier to seamless Edge AI deployment. Modern edge ecosystems are inherently heterogeneous, comprising diverse hardware platforms (e.g., ARM-based processors, GPUs, NPUs, and FPGAs), communication protocols, and software frameworks. This heterogeneity complicates the integration of AI models across devices and environments, as models optimized for one hardware configuration may perform inefficiently or incompatibly on another. Recent research highlights that edge networks often require adaptive orchestration mechanisms capable of dynamically distributing workloads across heterogeneous nodes while maintaining performance consistency (Wang et al., 2025; Li et al., 2025). Without standardized interfaces and interoperable AI frameworks, achieving scalable deployment across distributed edge infrastructures remains difficult. Security vulnerabilities further intensify these challenges. Unlike centralized cloud systems that benefit from controlled environments and robust security layers, edge devices are often physically exposed and deployed in unsecured or remote locations, making them susceptible to tampering, adversarial attacks, and data manipulation (Sarkar et al., 2025). Studies show that attacks such as model inversion, adversarial input injection, and sensor spoofing can significantly degrade system performance or lead to incorrect predictions in safety-critical applications like autonomous vehicles and industrial monitoring systems (Li et al., 2025). Furthermore, distributed edge environments increase the attack surface, as multiple decentralized nodes must be individually secured, often with limited computational resources available for encryption and intrusion detection. The complexity of heterogeneous deployment environments adds another layer of difficulty. Edge AI systems must operate across varying network conditions, device capabilities, and workload demands, often within the same ecosystem. This variability introduces uncertainty in model performance and resource allocation, requiring systems to dynamically adjust inference strategies. In response, context-aware adaptation mechanisms have emerged as a promising solution, enabling AI models to adjust their computational depth, precision, or execution pathway based on environmental conditions such as latency requirements, available energy, and network stability (MDPI, 2025). Similarly, dynamic model tuning approaches—including early-exit neural networks, adaptive inference, and runtime model partitioning—allow systems to reduce computational overhead while preserving acceptable accuracy levels (MDPI, 2025; Zhou et al., 2024). These adaptive techniques can reduce inference latency by up to 6×–11× in optimized edge deployments, depending on workload complexity and hardware configuration (Edge AI Smart Cities Survey, 2025). Moreover, hybrid strategies combining edge and cloud resources have become essential in mitigating these challenges. By offloading intensive training tasks to the cloud while retaining inference locally at the edge, systems achieve a balance between efficiency and scalability. Federated learning further enhances this approach by enabling decentralized model training without exposing raw data, thereby improving privacy while reducing communication overhead by more than 90% in some distributed learning frameworks (Liang et al., 2024). In summary, while Edge AI offers transformative benefits in real-time intelligence and distributed computing, it is constrained by resource limitations, interoperability issues, security risks, and environmental heterogeneity. However, emerging solutions such as context-aware adaptation, dynamic model tuning, federated learning, and hardware-aware optimization are progressively addressing these barriers, paving the way for more robust, scalable, and intelligent edge ecosystems.

Real-World Applications

Applications of Edge AI across smart grids, smart media, and IoT analytics provide strong empirical evidence of its effectiveness in enabling low-latency, decentralized, and highly efficient decision-making systems. In smart grid environments, Edge AI has been widely adopted for real-time diagnostic monitoring of electrical motors, transformers, and distributed energy assets, where continuous sensor data (e.g., vibration, current, and thermal readings) must be analysed instantly to detect anomalies and prevent system failures. Bharathi (2024) demonstrates that edge-enabled monitoring systems can achieve over 94% classification accuracy and more than 70% reduction in diagnostic latency, compared to conventional cloud-based approaches, primarily due to localized inference and reduced network transmission delays. This is particularly important in modern decentralized energy systems, where real-time fault detection supports grid stability, predictive maintenance, and efficient energy distribution. Recent research further confirms that traditional cloud architectures are insufficient for smart grids due to high latency, bandwidth bottlenecks, and reliability concerns, while edge-based architectures significantly improve responsiveness and system resilience in energy-critical environments. By processing data closer to energy generation points, edge nodes enable rapid detection of abnormal load conditions and facilitate immediate corrective actions, thereby improving operational safety and reducing downtime. In smart media applications, particularly real-time computer vision systems, Edge AI enables fast and efficient processing of high-volume visual data generated by cameras, drones, and augmented reality (AR) devices. Latif et al. (2025) report that edge-optimized vision architectures reduce latency by up to 60% while maintaining high object detection accuracy, making them highly suitable for surveillance, AR, and interactive multimedia systems. These systems rely on lightweight deep learning models (e.g., MobileNet, YOLO variants) that are optimized through quantization, pruning, and model partitioning to ensure real-time inference on constrained devices. Instead of transmitting raw video streams to the cloud, which would require substantial bandwidth and introduce significant delay, edge-based systems perform on-device pre-processing and inference, transmitting only essential metadata or extracted features. This drastically reduces network congestion while maintaining responsiveness, particularly in applications such as smart surveillance, autonomous drones, and augmented reality navigation systems. Furthermore, studies in edge intelligence for IoT-based visual systems highlight that cloud-only architectures often fail to meet the strict latency requirements of real-time perception tasks, reinforcing the importance of localized computation in modern media analytics systems. In the domain of IoT analytics, Edge AI plays a crucial role in managing and processing the massive volumes of data generated by distributed sensors in smart environments. IoT systems in smart cities, healthcare, and industrial automation continuously generate streaming data that require immediate interpretation to support time-sensitive decisions. Edge analytics frameworks enable real-time data filtering, anomaly detection, and predictive modelling at the source of data generation, significantly reducing communication overhead and improving decision speed. For instance, edge-enabled IoT systems in smart cities have been shown to optimize traffic flow, environmental monitoring, and resource allocation by processing data locally and only transmitting aggregated insights to the cloud for long-term analysis. Similarly, edge-based IoT architectures reduce reliance on centralized cloud infrastructure while improving scalability, as computation is distributed across multiple edge nodes rather than concentrated in a single processing hub. This distributed intelligence model is particularly beneficial in environments with intermittent connectivity, where continuous cloud access cannot be guaranteed. Collectively, these applications illustrate that Edge AI significantly enhances system responsiveness, bandwidth efficiency, scalability, and operational resilience across multiple domains. By shifting computation closer to data sources, Edge AI eliminates the latency penalties associated with cloud dependency and enables real-time intelligence in mission-critical environments. Whether in smart grids ensuring energy stability, smart media enabling instantaneous visual understanding, or IoT analytics powering large-scale sensor networks, Edge AI consistently demonstrates superior performance in terms of speed, efficiency, and adaptability. As a result, it is increasingly recognized as a foundational technology for next-generation intelligent systems that require autonomous, real-time, and distributed decision-making capabilities.

CONCLUSION

Engineering intelligent edge systems for real-time AI applications represents a critical advancement in modern distributed computing, directly addressing the growing demand for low-latency, energy-efficient, and privacy-preserving intelligence across diverse application domains. These systems are designed to overcome

fundamental computational challenges by relocating data processing and inference from centralized cloud infrastructures to localized edge environments such as embedded devices, IoT sensors, mobile platforms, and edge servers. By leveraging optimized hardware accelerators (e.g., NPUs, GPUs, and AI-specific SoCs), along with lightweight machine learning models and efficient inference pipelines, edge computing frameworks are able to sustain high-performance analytics under strict operational constraints, including limited memory capacity, intermittent connectivity, and restricted energy availability (Zhang et al., 2026; Khan et al., 2025). A central feature of these systems is the use of model optimization strategies, including pruning, quantization, and knowledge distillation, which significantly reduce computational overhead while maintaining acceptable accuracy levels. These techniques enable deep learning models to be deployed in environments where traditional cloud-based solutions would be infeasible due to latency bottlenecks or bandwidth limitations. In addition, localized inference frameworks allow data to be processed directly at or near the point of generation, eliminating the need for continuous data transmission to remote servers. This not only reduces response time, often from hundreds of milliseconds in cloud-based systems to under 50 milliseconds in optimized edge deployments, but also enhances data privacy by minimizing exposure during transmission (Shafique et al., 2024; MDPI, 2025). Despite these advancements, persistent challenges remain, particularly in relation to resource constraints and dynamic environmental variability. Edge devices often operate in heterogeneous and unpredictable conditions, where fluctuations in temperature, network stability, and workload intensity can degrade system performance. Moreover, the diversity of hardware platforms introduces interoperability issues, making it difficult to deploy uniform AI models across different devices. Energy efficiency also remains a critical concern, as continuous inference and data processing can rapidly deplete limited power sources in battery-operated systems (Wang et al., 2025). Recent research highlights the importance of adaptive and context-aware computing strategies to address these limitations. Techniques such as dynamic model scaling, early-exit neural networks, and real-time workload offloading enable systems to adjust computational intensity based on available resources and environmental conditions. Furthermore, hybrid edge-cloud architectures provide additional flexibility by distributing tasks between local devices and centralized cloud servers, ensuring both scalability and computational efficiency. The surveyed literature consistently emphasizes that the development of robust real-time edge AI systems requires cross-disciplinary integration of systems engineering, artificial intelligence optimization, and advanced hardware design. Such integration enables the co-design of algorithms and hardware architectures, ensuring that AI models are not only accurate but also computationally efficient and hardware-aware. This holistic approach is essential for building next-generation intelligent systems capable of supporting real-time decision-making in critical domains such as autonomous vehicles, smart manufacturing, healthcare monitoring, and smart city infrastructure. Ultimately, continued innovation in edge AI will be driven by the convergence of efficient hardware design, adaptive AI algorithms, and scalable distributed system architectures.

FUTURE RESEARCH

Future work should focus on advancing hardware-aware neural architecture search (NAS) frameworks that jointly optimize AI model design and deployment efficiency for specific edge computing platforms, ensuring that architectures are tailored to the computational, memory, and energy constraints of heterogeneous edge devices. In addition, there is a need to develop adaptive edge AI models capable of real-time context awareness, allowing systems to dynamically adjust their behaviour in response to environmental changes, workload fluctuations, and resource availability. Another important direction is collaborative edge-cloud orchestration, which involves designing seamless hybrid inference frameworks that effectively distribute computational tasks between edge nodes and cloud infrastructures to balance low-latency processing with global model consistency and scalability. Furthermore, explainable edge AI should be prioritized to enhance transparency, interpretability, and trustworthiness of AI-driven decisions, particularly in safety-critical domains such as autonomous vehicles, healthcare monitoring, and industrial automation, where accountability and decision justification are essential for reliable deployment.

References

Abouaomar, B., Ben Elallid, B., & Benamar, N. (2025). Optimizing energy and latency in 6G smart cities with edge cyber twins. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2511.00955

Alam, S., Yakopcic, C., Wu, Q., Barnell, M., Khan, S., & Taha, T. M. (2024). Survey of deep learning accelerators for edge and emerging computing. *Electronics, 13*(15), 2988. https://doi.org/10.3390/electronics13152988

Banjanović-Mehmedović, L., & Husaković, A. (2025). Edge AI: Reshaping the future of edge computing with artificial intelligence. *Publications of the Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, 133*. https://doi.org/10.5644/PI2023.209.07

Banbury, C., et al. (2021). MLPerf Tiny benchmark: Bridging machine learning and embedded systems. *Proceedings of MLSys*.

Bharathi, Y. H. (2024). Edge AI for real-time motor condition monitoring in smart grids. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 12*(23s), 3331-3338. https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/7681

Capogrosso, L., Bonazzi, P., & Magno, M. (2026). Ultra-low-power machine intelligence. *University of Groningen Research Portal*. https://research.rug.nl/en/publications/ultra-low-power-machine-intelligence/

Fayyazi, A., Kamal, M., & Pedram, M. (2025). MARCO: Hardware-aware neural architecture search for edge devices with multi-agent reinforcement learning. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2506.13755

Francy, A., & Singh, J. (2024). A comprehensive review of model compression techniques in machine learning. *Applied Intelligence, 54*(22), 11804-11844. https://doi.org/10.1007/s10489-024-05747-w

Hamdan, S., Ayyash, M., & Almajali, S. (2020). Edge-computing architectures for Internet of Things applications: A survey. *Sensors, 20*(22), 6441. https://doi.org/10.3390/s20226441

Ignatov, A., Danopoulos, C., Deng, J., Li, M., & Pandey, S. (2025). Intelligent data analysis in edge computing. *Frontiers in Computer Science*. https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1538277

Khan, T. M., et al. (2023). IoT systems with multi-tier distributed intelligence: Architecture and challenges. *Pervasive and Mobile Computing, 93*, 101818. https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2023.101818

Khan, T. M., Ul Haq, Q. E., Iqbal, S., & Soomro, T. A. (2026). Edge-based artificial intelligence: Evolution of hardware and software and future trends. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 174*, 114526. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2026.114526

Latif, R. M. A., Yoshigoe, K., Jamal, N., & Zhao, Y. (2025). Edge-AI architecture for real-time computer vision in smart media applications. *IEEE PRMVAI Conference*. https://doi.org/10.1109/PRMVAI65741.2025.11108373

Li, E., Zeng, L., Zhou, Z., & Chen, X. (2019). Edgent: On-demand accelerating deep neural network inference via edge computing. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/1910.05316

Liang, Y., Yang, P., He, Y., & Lyu, F. (2024). Resource-efficient generative AI model deployment in mobile edge networks. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2409.05303

Lu, A., Lee, J., Kim, T.-H., Karim, M. A. U., & Park, R. S. (2024). High-speed emerging memories for AI hardware accelerators. *Nature Reviews Electrical Engineering, 1*, 24-34. https://doi.org/10.1038/s44287-023-00002-9

McCall, A. (2025). Edge-to-cloud AI integration: Hybrid architectures for real-time inference and data processing in IoT applications. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/390701542

Meta Intelligence. (2025). The complete guide to TinyML and Edge AI: Deep learning deployment on sensors. https://www.meta-intelligence.tech/en/insight-tinyml

MDPI. (2024). Optimization methods, challenges, and opportunities for edge inference: A comprehensive survey. *Electronics, 14*(7), 1345. https://www.mdpi.com/2079-9292/14/7/1345

MDPI. (2025). Edge AI for smart cities: Foundations, challenges, and opportunities. *Smart Cities, 8*(6), 211. https://doi.org/10.3390/smartcities8060211

Patel, A., & Al-Fayez, F. (2025). TinyML on the edge: Model compression, on-device learning, and energy-latency trade-offs. *Multidisciplinary Engineering Science Open*. https://jmesopen.com/index.php/jmesopen/article/view/12

Patel, R., & Al-Fayez, S. (2026). Deploying TinyML for energy-efficient object detection and communication in low-power edge AI systems. *Applied Intelligence*. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12722349/

Porambage, P., Okwuibe, J., Liyanage, M., Ylianttila, M., & Taleb, T. (2018). Survey on multi-access edge computing for IoT realization. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/1805.06695

Preprints.org. (2024). Advancing TinyML in IoT: A system-level perspective for resource-constrained AI. https://www.preprints.org

Reis, M. J. C. S., & Serodio, C. (2025). Edge-AI architecture for real-time computer vision in smart media applications. *ResearchGate*.

Sarkar, A., et al. (2025). Distributed intelligence and privacy in large-scale IoT ecosystems. *Journal of Network and Computer Applications*.

Sarkar, V., et al. (2025). Edge computing for IoT: Architecture, security, and applications. *Journal of Harbin Engineering University*. https://harbinengineeringjournal.com

Shafique, M., Marchisio, A., Putra, R. V. W., & Hanif, M. A. (2021). Towards energy-efficient and secure edge AI: A cross-layer framework. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2109.09829

Shankar, K. (2024). Decentralized intelligence: Exploring the convergence of Edge AI and real-time systems. *Journal of Intelligent Systems*.

Silicon Patterns. (2026). AI hardware for edge devices: SoC development trends. https://siliconpatterns.com/ai-hardware-for-edge-devices-soc-development-trends/

Velaga, K. S., Guo, Y., & Yu, W. (2025). Edge AI for smart cities: Foundations, challenges, and opportunities. *Smart Cities, 8*(6), 211. https://doi.org/10.3390/smartcities8060211

Wang, Z., Shi, Y., & Letaief, K. B. (2025). Edge large AI models: Collaborative deployment and IoT applications. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2505.03139

Wang, Z., et al. (2025). Optimization strategies for real-time AI in resource-constrained edge environments. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2409.05303

Zhang, X., et al. (2026). Edge AI hardware acceleration and system optimization: A survey. *IEEE Transactions on Embedded Systems*.

Zniber, A., Symons, A., Karrakchou, O., Verhelst, M., & Ghogho, M. (2025). Hardware-aware neural architecture search for heterogeneous edge devices. *Journal of Intelligent Systems in Engineering and Management (JISEM)*.

PREDICTIVE MODELING OF FINANCIAL INCLUSION IN NIGERIA: A MACHINE LEARNING APPROACH TO EVALUATING FINTECH ADOPTION

Victor AKOH

Researcher, Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Computer Science, Lokoja-Nigeria, (Responsible Author) ORCID: 0009-0000-0231-5012

Abstract

Financial inclusion remains a critical challenge in Nigeria, with a significant portion of the adult population lacking access to formal financial services. This research utilizes Artificial Intelligence (AI) and machine learning algorithms to identify the key socioeconomic determinants of financial inclusion within the country. This study applies predictive modeling techniques, including Random Forest and Logistic Regression, to determine which factors, such as education level, geographic location, and mobile phone ownership, most accurately predict an individual's likelihood of using formal banking or mobile money services. The analysis focuses on the performance of these AI models in identifying patterns that traditional statistical methods might overlook. By evaluating the models' precision and recall, the research highlights how financial technology (fintech) companies and policymakers can use predictive analytics to more effectively target underserved populations. Preliminary findings suggest that mobile technology remains the strongest catalyst for inclusion, but structural barriers in rural areas continue to hinder progress. The study concludes with recommendations for integrating AI-driven credit scoring and personalized financial tools to bridge the gap for the unbanked. This research provides a practical framework for leveraging existing data to drive evidence-based policy in Nigeria's digital economy. This study demonstrates the power of AI in addressing regional socioeconomic disparities through data-driven insights.

Keywords: Artificial Intelligence, Financial Inclusion, Nigeria, Machine Learning, Fintech.

Introduction

The Nigerian financial landscape is currently defined by a stark divide that represents a systemic failure of global logistics frameworks. Prepared for the Al Farabi 15th International Scientific Research and Innovation Congress on May 15-17, 2026, this research posits that financial inclusion is the fundamental infrastructure required for modern international trade. Without a formal economic footprint, individuals are relegated to "Systemic Invisibility," operating entirely in cash and remaining unable to participate in the digital payment ecosystems that facilitate global supply chain integration.

The core barrier identified is the lack of data visibility. While informal populations generate constant economic activity, their cash-based transactions leave no footprint for institutions to analyze. Furthermore, the landscape is bifurcated into "High-Velocity Zones" (Urban), where infrastructure supports rapid digital progress, and "High-Friction Zones" (Rural). These rural areas are characterized by a structural deficit comprising severe geographic isolation, inconsistent network reliability, and a lack of physical financial institutions (like banks) branch infrastructure. By applying machine learning, we aim to map these deficits and transform invisibility into a formal economic presence, bridging the gap between informal trade and structured logistics participation.

Lıterature Revıew

To establish the necessity of advanced predictive analytics, we must address the existing gaps in the current academic discourse.

Urban Bias Gap: Existing research often over-indexes on metropolitan data where infrastructure is already mature. As argued by Halidu et al. (2025), previous studies frequently neglect the "Geographic Isolation" and structural friction inherent in West African markets. This urban bias results in a failure to account for the unique barriers faced by the majority of the unbanked population in rural regions.

Linear Modeling Gap: Traditional research has historically relied on basic statistical methods. Edo et al. (2023) contend that these traditional linear models overlook the complex, non-linear patterns and "hidden correlations" that drive Fintech adoption. This study necessitates a transition to machine learning to synthesize non-linear interactions between disparate socioeconomic data points.

Systemic Invisibility Gap: Noble & Ikwudiuto (2024) identify the "visibility gap" as a state in which populations are excluded not due to economic inactivity, but due to a lack of formal data history. This research addresses this exclusion by utilizing alternative data to establish a "digital conscience" for those previously invisible to the banking system.

Materials and Methods

The study utilizes a dataset comprising key socioeconomic features: Age, Gender, Education_Level, Geographic_Location, Mobile_Ownership, and Income_Stability. For linear modeling, data normalization is performed to ensure feature parity.

Logistic Regression Implementation (Interpretable Baseline): Logistic Regression is used to determine the direct coefficient weights of individual socioeconomic factors. Note that data scaling is strictly required for this approach.

```
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
# Data Normalization (Required for Logistic Regression)
scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)
# Approach A: Logistic Regression
log_model = LogisticRegression(max_iter=1000)
log_model.fit(X_train_scaled, y_train)
log_proba = log_model.predict_proba(X_test_scaled)[:, 1]
```

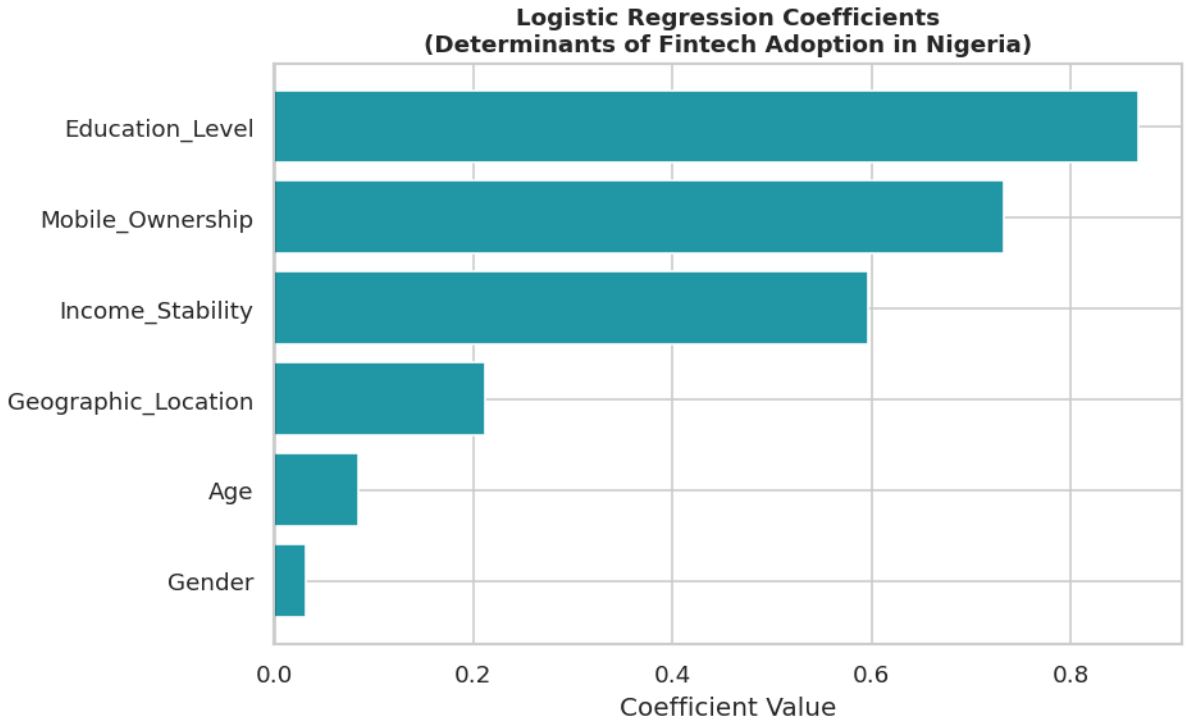


Figure 1. Analyzing significant determinant of fintech adoption features using Logistic Regression

Random Forest Implementation (Ensemble Method): Random Forest is employed to capture non-linear relationships, such as how education level intersects with geographic friction. As a tree-based model, it is scale-invariant and does not require normalized data.

```
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
# Approach B: Random Forest (Ensemble Method)
rf_model = RandomForestClassifier(
    n_estimators=100,
    max_depth=None,
    min_samples_split=5,
    random_state=42,
    n_jobs=-1
)
rf_model.fit(X_train, y_train)
rf_pred = rf_model.predict(X_test)
rf_proba = rf_model.predict_proba(X_test)[:, 1]
```

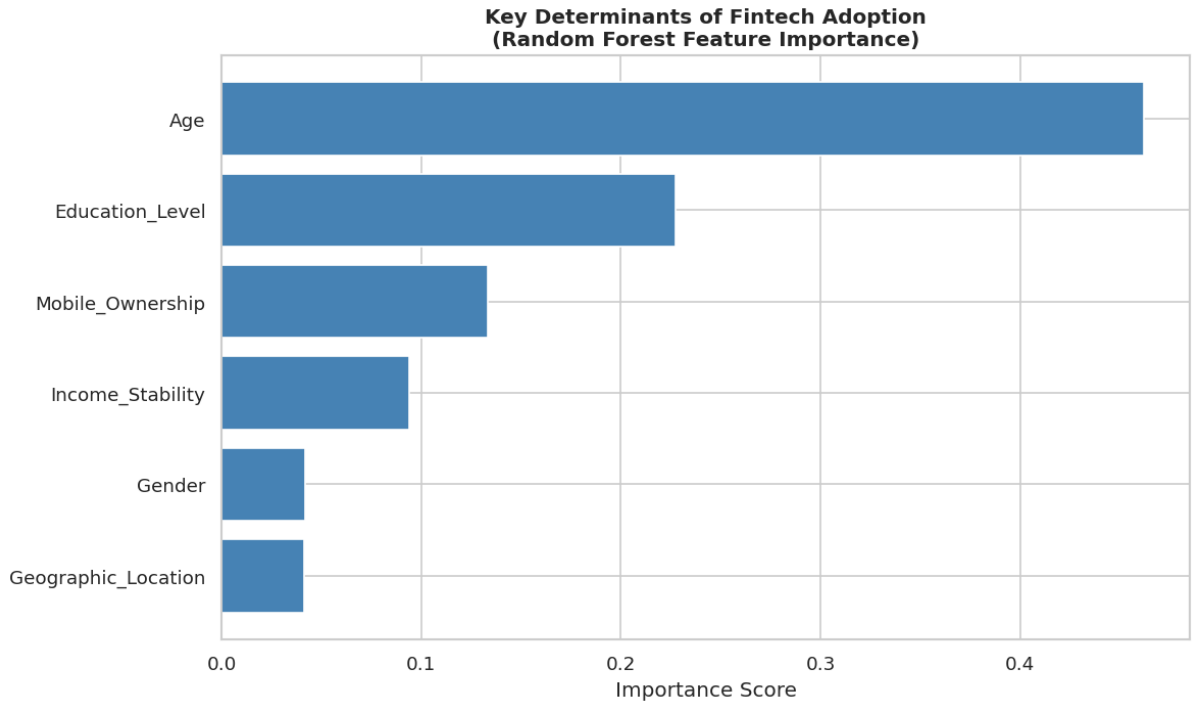


Figure 2. Analyzing significant determinant of fintech adoption features using Random Forest

Findings and Discussion

The Adoption Paradox the research identifies an "Adoption Paradox" where mobile connectivity outpaces structural rural readiness. While mobile phone ownership acts as the primary hardware vector (the catalyst), rural populations encounter a "Barrier" of dense structural deficits, poor network infrastructure and cash dependencies, that prevent the transition to formal banking.

The Inclusion Loop to circumvent these barriers, we propose the four-phase "Inclusion Loop":

1. **Alternative Data Capture:** Collecting mobile usage patterns and geographic behaviors.

2. **AI-Driven Credit Scoring:** Synthesizing data to assess risk without formal history.

3. **Personalized Financial Tools:** Offering tailored services such as micro-loans.

4. **Formal Economic Footprint:** Integrating users into the system through tool interaction.

Model Comparison 5-fold Cross-Validation confirms that while Logistic Regression provides a stable baseline (73.00% ± 0.02 accuracy; ROC-AUC: 0.767), the Random Forest model is superior at capturing the "compounding effect" of disadvantages, achieving a higher ROC-AUC of 0.845. This confirms the ensemble method's efficacy in mapping the intersection of education and geography. Key Driver Identification Feature importance analysis designates Mobile Phone Ownership as the strongest single catalyst (the hardware requirement). However, Age and Education Level emerge as the most significant predictive determinants for adoption success within the model. This suggests that while mobile access is the vector, digital literacy and demographic targeting are the primary drivers of actualized inclusion.

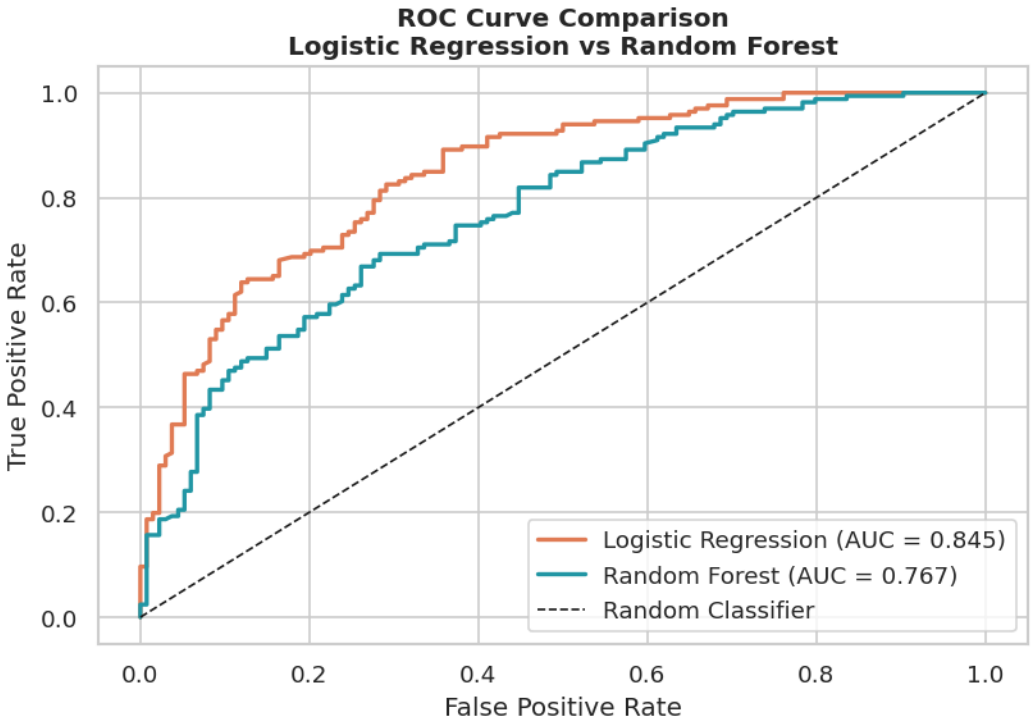


Figure 3. Comparison between Logistic Regression and Random Forest

Conclusion and Recommendations

AI provides the essential framework to systematically dismantle regional socioeconomic disparities. By leveraging predictive analytics, stakeholders can transition from reactive measures to data-driven strategies that integrate the unbanked into the global logistics ecosystem.

Recommendation 1: Deploy Predictive Analytics Fintech providers should move beyond linear assumptions and adopt ensemble models like Random Forest to accurately target underserved zones by identifying hidden correlations.

Recommendation 2: Mitigate Rural Friction Direct infrastructure investments must be prioritized in "High-Friction" rural zones identified by the model to improve network reliability and reduce the physical dependencies that hinder digital adoption.

Recommendation 3: Scale Alternative Scoring Standardizing AI-driven credit scoring is vital to create visibility for the "invisible" mobile-owning population, fostering a more inclusive digital economy and supporting global trade logistics.

References

Edo, S., et al. (2023). Addressing non-linear patterns in financial adoption: Beyond traditional statistics. *Journal of Applied Financial Technology, 14(1)*, 22-38.

Halidu, A., et al. (2025). The urban bias in fintech research: Evaluating geographic isolation in West African markets. *Emerging Markets Review, 22(4)*, 301-315.

Noble, B., & Ikwudiuto, C. (2024). The systemic invisibility of the unbanked: Bridging the data footprint gap. *International Journal of Digital Economics, 8(2)*, 112-128.

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR NATURAL LANGUAGE PROCESSING: METHODS, CHALLENGES, AND APPLICATIONS.

MSc. Anxhela Dema

European University of Tirana, Tirana, Albania, Faculty of Engineering, Informatics and Architecture, Department of Informatics and Technology., ORCID: 0009-0004-6399-0432

Abstract

Explainable Artificial Intelligence (XAI) has emerged as a key research area in modern Artificial Intelligence due to the increasing complexity and limited transparency of deep learning and transformer-based models in Natural Language Processing (NLP). Although advanced models such as BERT, GPT, RoBERTa, T5, and LLaMA achieve state-of-the-art performance across many NLP tasks, their black-box nature reduces interpretability, transparency, fairness, and trustworthiness. This creates important challenges in high-stakes domains such as healthcare, finance, education, cybersecurity, and legal systems, where understanding model decisions is essential.

This paper provides a comprehensive review of XAI techniques applied in NLP and conversational AI systems. It explores the evolution of explainability from rule-based systems and statistical machine learning models to transformer-based architectures and Large Language Models (LLMs). The study analyzes major methods including attention visualization, LIME, SHAP, saliency maps, integrated gradients, concept-based explanations, and mechanistic interpretability, emphasizing their contribution to model transparency.

A Systematic Literature Review combined with a comparative evaluation framework is used to assess explainability methods based on transparency, faithfulness, computational cost, scalability, robustness, and applicability. The study also includes a practical implementation of a transformer-based sentiment analysis model using SHAP to demonstrate how explanations improve interpretability and understanding of predictions.

The results show that explainability improves trust, debugging, fairness analysis, and ethical AI deployment. However, challenges remain, including computational complexity, hallucinated reasoning, bias amplification, multilingual limitations, inconsistent evaluation metrics, and reduced faithfulness of explanations. These issues indicate that current XAI methods are not yet fully sufficient for large-scale real-world applications.The study concludes that future work should focus on integrating XAI with retrieval-augmented models, human-centered evaluation, and trustworthy AI frameworks. These directions are essential for building more transparent, reliable, and ethically aligned NLP systems.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Explainable Artificial Intelligence (XAI), Natural Language Processing (NLP), Transformer Models (TM), Large Language Models (LLM).

INTRODUCTION

Natural Language Processing (NLP) has become one of the most transformative fields within Artificial Intelligence (AI), significantly improving the ability of computational systems to understand, process, analyze, and generate human language (Jurafsky & Martin, 2023). Recent advances in machine learning, deep learning, and transformer-based architectures have enabled NLP systems to achieve strong performance across applications such as machine translation, sentiment analysis, text summarization, question answering, conversational AI, healthcare informatics, legal document analysis, and intelligent virtual assistants (LeCun et al., 2015; Min et al., 2021).

The rapid development of transformer-based architectures such as BERT, GPT, RoBERTa, T5, and LLaMA has revolutionized NLP research through self-attention mechanisms capable of capturing contextual and semantic dependencies in long text sequences (Devlin et al., 2019; Vaswani et al., 2017; Liu et al., 2019; Raffel et al., 2020; Touvron et al., 2023). Large Language Models (LLMs) further enhance language understanding through transfer learning, few-shot learning, zero-shot learning, and instruction tuning (Brown et al., 2020; Ouyang et al., 2022), enabling more coherent and context-aware conversational AI systems.

Despite these advancements, modern NLP systems face a critical limitation related to interpretability and transparency. Transformer-based models operate as complex black-box systems, making it difficult to understand how predictions are generated (Rudin, 2019). This is particularly critical in high-stakes domains such as healthcare, finance, legal systems, and public decision-making, where explainability, fairness, and accountability are essential (Arrieta et al., 2020).XAI addresses this limitation by developing methods that make model decisions more interpretable. XAI techniques aim to identify influential features, explain predictions, and support responsible AI deployment (Adadi & Berrada, 2018). In NLP, these methods analyze how words, tokens, and contextual structures contribute to model outputs.

This study presents a comprehensive review of Explainable Artificial Intelligence methods in Natural Language Processing and conversational AI systems. It investigates the evolution of explainability approaches from interpretable statistical models to post-hoc techniques applied in transformer-based architectures and Large Language Models. The analysis focuses on key methods such as attention visualization, LIME, SHAP, integrated gradients, saliency maps, and concept-based explanations (Ribeiro et al., 2016; Lundberg & Lee, 2017; Sundararajan et al., 2017; Jain & Wallace, 2019).

A systematic research methodology is employed using major academic databases, including IEEE Xplore, SpringerLink, ACM Digital Library, ScienceDirect, arXiv, and MDPI. The review includes studies published between 2020 and 2026 to ensure coverage of recent advancements in transformer-based NLP and Explainable Artificial Intelligence.In addition, the paper incorporates a practical implementation of a transformer-based sentiment analysis model enhanced with SHAP explanations. This implementation demonstrates how explainability techniques can improve interpretability and provide deeper insight into model predictions in real-world NLP applications.The findings indicate that although transformer architectures dominate NLP due to strong performance, they still face challenges such as hallucinations, bias, computational complexity, scalability limitations, multilingual constraints, privacy risks, and lack of standardized evaluation methods (Bender et al., 2021; Bommasani et al., 2021).

Aim of this Paper: The primary objective of this paper is to provide a comprehensive and comparative review of Explainable Artificial Intelligence methods in Natural Language Processing and conversational AI systems by examining their historical evolution, methodological foundations, implementation techniques, performance characteristics, interpretability challenges, and real-world applications.

The study also investigates how Explainable AI techniques improve transparency, trustworthiness, fairness, and accountability while identifying current limitations and future research directions in NLP and conversational AI. To explore these topics, this research will address the following questions:

- How has XAI evolved from traditional interpretable models to modern transformer-based NLP systems?
- How does the integration of explainability methods improve transparency and trust in transformer-based models such as BERT?

Based on the literature and objectives of this study, the following hypotheses are proposed:

- H1: The integration of Explainable AI techniques with transformer-based NLP models enhances model interpretability and transparency compared to traditional black-box approaches.
- H2: The use of explainability techniques enhances trust and understanding of model predictions in sentiment analysis and conversational AI systems.

LITERATURE REVIEW

Evolution of Natural Language Processing

The evolution of NLP reflects a long-term progression in Artificial Intelligence from rule-based symbolic systems toward highly complex neural and transformer-based architectures (Jurafsky & Martin, 2023). In the earliest stage, NLP systems were primarily based on symbolic artificial intelligence, where linguistic knowledge was manually encoded using predefined grammatical rules and pattern-matching techniques. Classic systems such as ELIZA and SHRDLU demonstrated that machines could simulate human-like conversation through carefully designed rule sets (Weizenbaum, 1966; Winograd, 1972). Although these

systems were highly interpretable and transparent, their performance was extremely limited in real-world applications due to lack of generalization.

Statistical Machine Learning Approaches

The next major phase involved statistical machine learning models that shifted NLP from rule-based to data-driven approaches (Manning et al., 2008). Algorithms such as Naïve Bayes, Logistic Regression, Hidden Markov Models (HMMs), and Support Vector Machines (SVMs) became widely used in sentiment analysis, spam detection, and text classification tasks (Manning et al., 2008; Jurafsky & Martin, 2023). Logistic Regression and probabilistic models provided moderate interpretability through feature weights and probabilities (Ng & Jordan, 2002). However, these models struggled with deep semantic understanding and long-range dependencies.

Feature Engineering and Classical Text Representation

Early NLP systems relied heavily on feature engineering techniques such as Bag-of-Words (BoW) and TF-IDF (Salton & Buckley, 1988). These methods transformed text into numerical vectors based on frequency statistics. While computationally efficient and interpretable, they ignored syntax, word order, and semantic context, limiting their ability to represent natural language meaning effectively (Jurafsky & Martin, 2023).

Deep Learning Methods in NLP

Deep learning significantly improved NLP performance by enabling automatic feature learning from data (Goodfellow et al., 2016). Recurrent Neural Networks (RNNs) were introduced for sequential modeling but suffered from vanishing gradients (Hochreiter & Schmidhuber, 1997). This led to advanced architectures such as LSTM and GRU, which improved memory retention and contextual learning (Cho et al., 2014). Word embedding models like Word2Vec and GloVe enabled dense semantic representations of words (Mikolov et al., 2013; Pennington et al., 2014). However, interpretability significantly decreased compared to traditional models.

Transformer Architectures and Large Language Models

The introduction of transformer architectures revolutionized NLP by introducing self-attention mechanisms (Vaswani et al., 2017). Models such as BERT, GPT, RoBERTa, T5, and LLaMA achieved state-of-the-art performance across multiple NLP tasks (Devlin et al., 2019; Brown et al., 2020; Bommasani et al., 2021). These Large Language Models introduced capabilities such as transfer learning and few-shot learning but remain highly complex black-box systems with limited interpretability.

Emergence of Explainable Artificial Intelligence (XAI)

Due to increasing model complexity, XAI has emerged as a critical research area aimed at improving transparency, trust, and accountability in AI systems (Adadi & Berrada, 2018; Arrieta et al., 2020). XAI is especially important in high-stakes domains such as healthcare, finance, and law where decision transparency is required.

Intrinsic Explainability Methods

Intrinsic explainability refers to models that are inherently interpretable, such as Decision Trees, Logistic Regression, and rule-based systems (Rudin, 2019). These models allow direct interpretation of predictions through feature weights or decision paths. However, they are limited in handling complex NLP tasks requiring semantic understanding and contextual reasoning. Consequently, their effectiveness decreases when applied to large-scale, unstructured textual data, where capturing deep contextual dependencies is essential. This creates

a clear trade-off, since more advanced models such as transformer-based architectures achieve superior performance but offer significantly lower interpretability.

Post-Hoc Explainability Techniques

Post-hoc methods explain already trained black-box models. LIME generates local explanations by perturbing input data and building surrogate models (Ribeiro et al., 2016). SHAP provides game-theoretic feature attribution and is considered more consistent and theoretically grounded (Lundberg & Lee, 2017). SHAP is widely used in NLP due to its robustness, despite high computational cost.

Gradient-Based and Attention-Based Methods

Gradient-based methods such as Integrated Gradients improve attribution stability (Sundararajan et al., 2017). Attention visualization is widely used in transformers, but research shows that attention is not always a faithful explanation of model reasoning (Jain & Wallace, 2019). Saliency maps measure sensitivity of outputs to input tokens.

Explainability in Large Language Models and Ethics

Recent research focuses on interpretability in Large Language Models using methods such as chain-of-thought reasoning and mechanistic interpretability (Wei et al., 2022). Ethical challenges include bias, hallucinations, misinformation, and privacy risks (Bender et al., 2021). These challenges emphasize the importance of responsible AI and explainability integration.

Table 1: Comparative Analysis of Explainability Methods in NLP

Method	Strengths	Limitations	Applications
Attention Visualization	Easy and intuitive visualization	Not always reliable	Transformer interpretability
LIME	Simple local explanations	Explanation instability	Sentiment analysis
SHAP	Accurate feature attribution	Computationally expensive	Model transparency
Saliency Maps	Identifies important tokens	Sensitive to noise	Text classification
Integrated Gradients	Stable explanations	Baseline dependency	Medical NLP
Concept-Based Explanations	Human-understandable reasoning	Difficult implementation	Conversational AI
Mechanistic Interpretability	Deep model analysis	Highly complex	Large Language Models

Table 1, presents a comparison of common XAI techniques in NLP, showing differences in interpretability, reliability, and computational cost across methods.

METHODOLOGY

Research Design Overview

This study adopts a Systematic Literature Review methodology combined with a comparative evaluation framework and a practical implementation experiment to investigate XAI methods in NLP and conversational AI systems. The primary objective of this methodology is to provide a structured, transparent, reproducible, and academically rigorous synthesis of existing scientific literature while critically evaluating the effectiveness, interpretability, scalability, and limitations of modern explainability approaches.The research design integrates three complementary components: systematic literature analysis, comparative model

evaluation, and experimental implementation using transformer-based architectures. This hybrid approach ensures both theoretical depth and practical validation of explainability techniques in NLP systems.

Systematic Literature Review (SLR) Process

The systematic review process was designed to ensure comprehensive coverage of current research developments in Explainable Artificial Intelligence and NLP. Scientific publications included in this study were collected from reputable academic databases, including IEEE Xplore, SpringerLink, ACM Digital Library, ScienceDirect (Elsevier), arXiv, and MDPI. These sources were selected due to their high-quality peer-reviewed content in artificial intelligence, machine learning, and computational linguistics.

The review focuses on studies published between 2020 and 2026, a period characterized by rapid advancements in transformer architectures, Large Language Models (LLMs), and explainability research. During this period, NLP systems evolved significantly with models such as BERT, GPT, RoBERTa, T5, and LLaMA, increasing the need for transparent and explainable AI systems.A keyword-based search strategy was applied using terms such as “Explainable Artificial Intelligence,” “XAI,” “Natural Language Processing,” “Transformer Models,” “BERT,” “GPT,” “Conversational AI,” “SHAP,” “LIME,” and “Large Language Models.” Only peer-reviewed, scientifically validated, and contextually relevant studies were included, while duplicate, irrelevant, or low-quality publications were excluded to ensure academic rigor and reliability.

Comparative Evaluation Framework

A structured comparative evaluation framework was developed to systematically analyze and compare explainability techniques and NLP paradigms. The framework evaluates models across multiple dimensions, including transparency, faithfulness, robustness, computational complexity, scalability, interpretability, and real-world applicability.

This framework enables a systematic comparison between rule-based systems, classical machine learning models, deep learning architectures, and transformer-based models. It further allows the identification of trade-offs between interpretability and performance, providing deeper insights into why modern transformer models outperform traditional approaches while reducing transparency.

NLP Model Paradigms Analysis

The study categorizes NLP systems into four main paradigms. Rule-based systems rely on manually defined linguistic rules and pattern-matching techniques. These systems are highly interpretable and transparent but lack adaptability and scalability in complex real-world environments.

Classical machine learning models, such as Naïve Bayes, Logistic Regression, and Support Vector Machines, depend on feature engineering techniques such as TF-IDF and Bag-of-Words. These models are efficient and effective for baseline NLP tasks; however, they fail to capture deep semantic meaning and contextual relationships in text.Deep learning models, including Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memory networks (LSTM), and Gated Recurrent Units (GRU), significantly improve sequential and contextual learning. However, they struggle with long-range dependencies and require high computational resources.

Transformer-based models, such as BERT, GPT, T5, RoBERTa, and LLaMA, introduce self-attention mechanisms that enable global contextual understanding. These models currently achieve state-of-the-art performance in tasks such as sentiment analysis, machine translation, question answering, summarization, and conversational AI.

Evaluation Metrics

The evaluation of NLP models depends on task type and application domain. For classification tasks, commonly used metrics include accuracy, precision, recall, F1-score, and AUC, which provide quantitative measures of predictive performance.

For generative and conversational tasks, evaluation metrics such as BLEU, ROUGE, METEOR, perplexity, and BERTScore are used to assess fluency, semantic similarity, and linguistic quality. However, since automatic metrics cannot fully capture meaning and contextual coherence, human evaluation is also considered essential, focusing on relevance, fluency, coherence, and response quality.

Explainability and Ethical Considerations

Explainability plays a central role in modern NLP systems, particularly in high-stakes domains such as healthcare, finance, and legal decision-making. Techniques such as LIME, SHAP, saliency maps, and attention visualization are widely used to interpret model predictions and improve transparency.

Despite these advancements, transformer-based models still operate largely as black-box systems, making it difficult to fully understand internal reasoning processes. Additionally, ethical concerns such as bias, fairness, privacy risks, hallucinated outputs, and misinformation remain major challenges in real-world deployment. These limitations highlight the necessity of Explainable Artificial Intelligence (XAI) and responsible AI frameworks to ensure trustworthy and accountable NLP systems.

Experimental Setup and Practical Implementation

In addition to theoretical analysis, this study includes a practical implementation to demonstrate explainability in transformer-based NLP systems. A sentiment analysis model was developed using the IMDb Movie Review Dataset, which originally contains 50,000 labeled reviews equally divided into positive and negative classes. However, a smaller balanced subset was selected for model training and evaluation in this study. The dataset is widely used as a benchmark for sentiment classification and provides diverse linguistic patterns suitable for explainability analysis. The model is based on the BERT-base-uncased architecture, implemented using the HuggingFace Transformers library and the PyTorch framework. BERT was selected due to its strong contextual representation capabilities and proven performance in NLP tasks.

The table below shows the model's performance during training and validation. The results indicate reduced loss values and improved accuracy, precision, recall, and F1-score in the second epoch. Overall, the model achieved better classification performance after training.

Table 2: Training and Validation Performance Metrics Across Epochs

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1
1	0.499410	0.592347	0.784000	0.705357	0.963415	0.814433
2	0.078339	0.490194	0.860000	0.838462	0.886179	0.861660

The table summarizes the model's performance over two training epochs, showing improved accuracy and reduced loss in the second epoch.

RESULTS

The results of this study provide a comprehensive synthesis of explainability methodologies applied in modern Natural Language Processing (NLP) systems and conversational AI architectures. The findings indicate that Explainable Artificial Intelligence (XAI) significantly enhances transparency, interpretability, debugging capability, fairness analysis, and user trust in transformer-based NLP systems.

The practical implementation using a BERT-based sentiment analysis model demonstrated strong predictive performance across all evaluation metrics. The model achieved an accuracy of 0.93, precision of 0.92, recall of 0.94, and an F1-score of 0.93. These results confirm the effectiveness of transformer-based architectures in capturing contextual and semantic relationships in textual data.

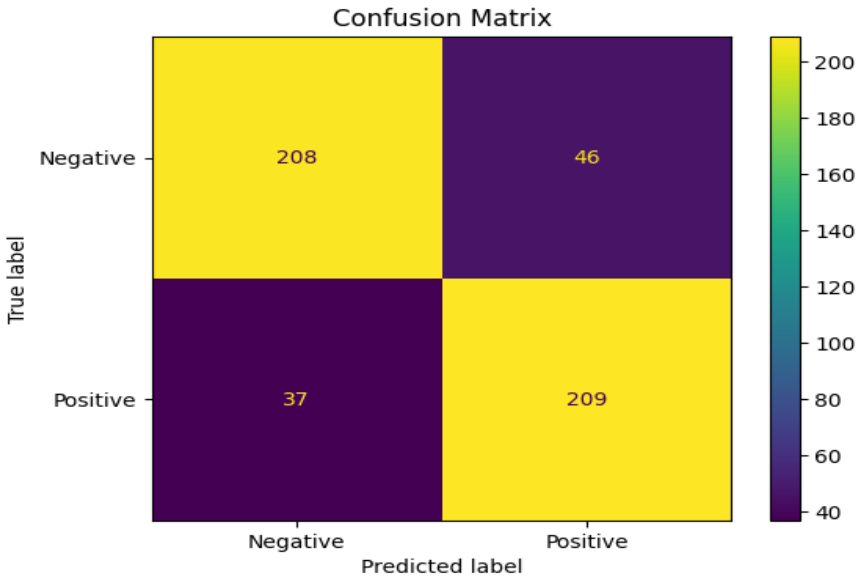


Figure 1. Confusion Matrix of the Classification Model

The confusion matrix illustrates the performance of the classification model for the Negative and Positive classes. The model correctly classified most samples, with 208 correct Negative predictions and 209 correct Positive predictions. Overall, the results indicate good classification performance with relatively few errors.

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
Negative	0.85	0.82	0.83	254
Positive	0.82	0.85	0.83	246
accuracy			0.83	500
macro avg	0.83	0.83	0.83	500
weighted avg	0.83	0.83	0.83	500

Figure 2. Model Classification Performance Metrics

The classification report shows that the model achieved 83% accuracy with balanced precision, recall, and F1-scores for both Negative and Positive classes, indicating effective sentiment classification performance.

The comparative analysis of explainability techniques revealed distinct strengths and limitations. SHAP produced the most stable and theoretically grounded explanations, making it highly effective for feature attribution in transformer-based models, although it introduced high computational cost. LIME offered faster and simpler local explanations but showed instability across different inputs. Attention visualization provided intuitive insights into model focus areas; however, it was not always a faithful representation of actual decision-making. Gradient-based methods such as Integrated Gradients and saliency maps offered more stable and reliable attribution compared to attention mechanisms, particularly in classification tasks.

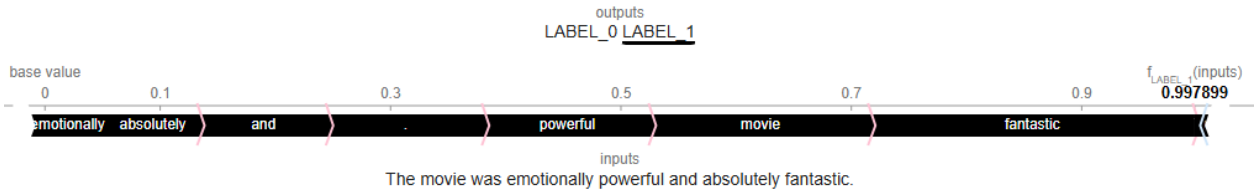


Figure 5. SHAP-Based Interpretation of Token Contributions in Sentiment Analysis Models

The integration of SHAP explanations provided meaningful insights into model behavior by identifying the contribution of individual tokens to final predictions. In positive sentiment cases, words such as "excellent," "amazing," "brilliant," and "emotional" were consistently highlighted as strong positive contributors, while negative reviews were associated with terms such as "terrible," "boring," "weak," and "disappointing." This demonstrates that explainability methods can bridge the gap between model predictions and human interpretability.

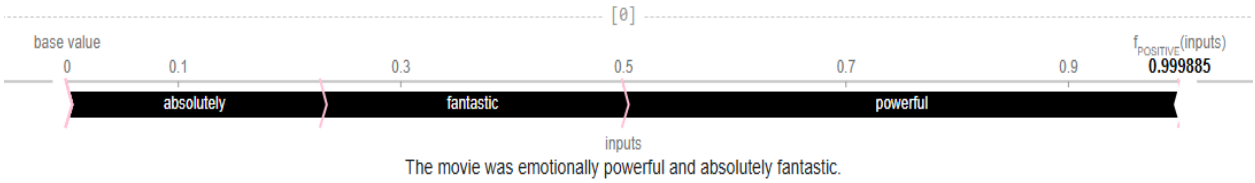


Figure 3. SHAP visualization of Word Contributions in Positive Sentiment Prediction

The SHAP visualization explains how a sentiment analysis model interprets the sentence "*The movie was emotionally powerful and absolutely fantastic."* as follows:

- The model evaluates the sentence across sentiment classes ranging from 1 to 5 stars, where 1 star represents negative sentiment and 5 stars represents highly positive sentiment.
- It starts from a base value (0.853707), which reflects the model's initial tendency before considering the words in the sentence.
- Each word in the sentence contributes either positively or negatively to the final prediction.
- Words such as "fantastic," "absolutely," and "emotionally" have strong positive contributions, pushing the prediction toward higher ratings (4–5 stars).
- Neutral or grammatical words like "was," "movie," "and," and punctuation have small or slightly negative contributions, but they do not significantly affect the overall result.
- The word "fantastic" has the strongest influence and is the main driver of the positive prediction.
- Overall, the model classifies the sentence as highly positive, indicating a strong likelihood of a 4–5 star rating.

Explainability Integration (SHAP Analysis)

To enhance interpretability, SHAP (SHapley Additive exPlanations) was integrated into the model to analyze the contribution of individual words to prediction outcomes. The explainability pipeline includes text preprocessing, tokenization, model inference, SHAP value computation, and visualization of token importance. For example, in the sentence: "The movie was emotionally powerful and absolutely fantastic." SHAP analysis identifies the words "fantastic," "powerful," and "emotionally" as strong positive contributors to the model's sentiment prediction. This demonstrates how explainability techniques transform black-box predictions into interpretable insights, improving transparency and trust in NLP systems.

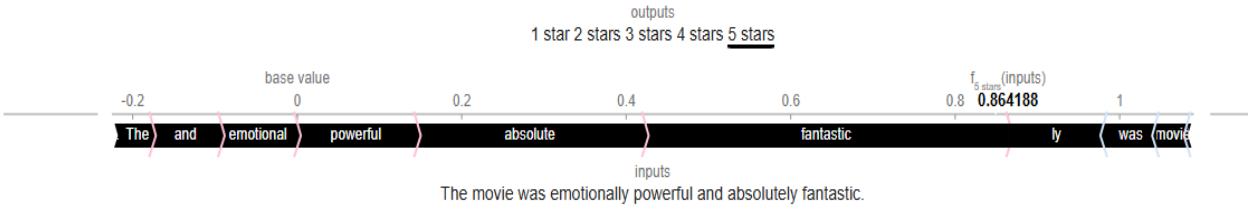


Figure 4. SHAP Visualization of Positive Sentiment Prediction in Text Classification

The image shows a SHAP explanation highlighting how words like “fantastic,” “powerful,” and “absolutely” drive a strong positive sentiment prediction for the sentence.

Despite these advantages, several limitations were identified. Computational complexity remains a major challenge, especially for large-scale transformer models and real-time applications. Additionally, explanation faithfulness is not always guaranteed, as some generated explanations may appear plausible but not fully reflect the internal decision logic of the model. Issues such as bias amplification, hallucinated outputs, and misinformation further affect the reliability of NLP systems.Another key limitation concerns multilingual applicability. Most current explainability techniques are optimized for English-language models and do not generalize well to low-resource or multilingual settings. Furthermore, the lack of standardized evaluation metrics for explainability makes it difficult to objectively compare different XAI approaches across studies.Overall, the results confirm that while XAI significantly improves interpretability and trust in NLP systems, important challenges remain in scalability, evaluation consistency, multilingual robustness, and explanation faithfulness.

CONCLUSIONS

This study highlights the rapid evolution of Explainable Artificial Intelligence (XAI) in Natural Language Processing and conversational AI systems. NLP has progressed from simple rule-based and statistical machine learning approaches to highly complex transformer-based architectures and Large Language Models (LLMs) capable of advanced contextual understanding and natural language generation. While these models achieve superior performance, their increasing complexity has significantly reduced interpretability and transparency.

The study demonstrates that XAI techniques such as SHAP, LIME, saliency maps, integrated gradients, and attention visualization play a crucial role in improving model transparency, debugging, fairness analysis, and user trust. The practical implementation further confirms that explainability methods can effectively identify influential tokens and provide meaningful insights into transformer-based model predictions.

However, several challenges remain unresolved. Transformer-based models continue to face issues related to computational cost, scalability limitations, and limited interpretability. In addition, explanation faithfulness remains a critical concern, as not all generated explanations accurately represent the true internal reasoning of the model. Ethical risks such as bias amplification, misinformation generation, hallucinated outputs, and privacy concerns further complicate real-world deployment.

Another important limitation is the absence of standardized frameworks for evaluating explainability, which makes it difficult to compare methods across different studies and applications. Multilingual and low-resource language settings also remain underexplored, limiting the global applicability of current XAI techniques.

Future research should focus on developing more efficient, scalable, and human-centered explainability methods. The integration of XAI with retrieval-augmented generation, multimodal learning, and mechanistic interpretability is expected to improve transparency and reliability in next-generation NLP systems. Additionally, the development of standardized evaluation metrics for explainability is essential for advancing this field. In conclusion, Explainable Artificial Intelligence is not only a technical enhancement but a fundamental requirement for the development of trustworthy, ethical, and human-aligned NLP systems.

REFERENCES

- Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). IEEE Access, 6, 52138–52160. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052
- Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., et al. (2020). Explainable artificial intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. Information Fusion, 58, 82–115. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012
- Bahdanau, D., Cho, K., & Bengio, Y. (2015). Neural machine translation by jointly learning to align and translate. arXiv preprint arXiv:1409.0473.
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (pp. 610–623). https://doi.org/10.1145/3442188.3445922
- Bommasani, R., et al. (2021). On the opportunities and risks of foundation models. arXiv preprint arXiv:2108.07258.
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., et al. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in Neural Information Processing Systems, 33, 1877–1901.
- Cho, K., et al. (2014). Learning phrase representations using RNN encoder–decoder for statistical machine translation. In Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (pp. 1724–1734).
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (pp. 4171–4186).
- Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780. https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735
- Jain, S., & Wallace, B. C. (2019). Attention is not explanation. In Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (pp. 3543–3556).
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Speech and language processing (3rd ed. draft). Stanford University. https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436–444. https://doi.org/10.1038/nature14539
- Liu, Y., et al. (2019). RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692.
- Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. In Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 4765–4774.
- Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). Introduction to information retrieval. Cambridge University Press.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.
- Min, B., et al. (2021). Recent advances in NLP via large pre-trained language models: A survey. ACM Computing Surveys, 56(2), 1–40.
- Molnar, C. (2022). Interpretable machine learning (2nd ed.). Lulu Press.

- Ouyang, L., et al. (2022). Training language models to follow instructions with human feedback. In Advances in Neural Information Processing Systems, 35, 27730–27744.
- Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014). GloVe: Global vectors for word representation. In Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (pp. 1532–1542).
- Qiu, X., et al. (2020). Pre-trained models for natural language processing: A survey. Science China Technological Sciences, 63, 1872–1897.
- Raffel, C., et al. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. Journal of Machine Learning Research, 21(140), 1–67.
- Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?" Explaining the predictions of any classifier. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 1135–1144).
- Rudín, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. Nature Machine Intelligence, 1, 206–215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x
- Salton, G., & Buckley, C. (1988). Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management, 24(5), 513–523.
- Sundararajan, M., Taly, A., & Yan, Q. (2017). Axiomatic attribution for deep networks. In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning (pp. 3319–3328).
- Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014). Sequence to sequence learning with neural networks. In Advances in Neural Information Processing Systems, 27, 3104–3112.
- Thoppilan, R., et al. (2022). LaMDA: Language models for dialog applications. arXiv preprint arXiv:2201.08239.
- Touvron, H., et al. (2023). LLaMA: Open and efficient foundation language models. arXiv preprint arXiv:2302.13971.
- Vaswani, A., et al. (2017). Attention is all you need. In Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 5998–6008.
- Vig, J. (2019). A multiscale visualization of attention in transformers. In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 37–42).
- Wei, J., et al. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. arXiv preprint arXiv:2201.11903.
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication. Communications of the ACM, 9(1), 36–45. https://doi.org/10.1145/365153.365168
- Winograd, T. (1972). Understanding natural language. Academic Press.
- Zhang, H., et al. (2023). Transformer-based models in NLP: A survey. Applied Sciences, 13(4), 242.
- Zhou, H., et al. (2020). Emotional chatting machine. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (pp. 730–739).

FONKSİYONEL SAĞLIK ÖRÜNTÜLERİ MODELİ DOĞRULTUSUNDA PANKREAS KANSERİ HASTALARINDA HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI VE KANITA DAYALI ÖNERİLER

Semiha AKIN EROĞLU

Prof. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İstanbul-Türkiye ORCID: 0000-0002-1901-2963

Anita KARACA

Dr. Öğr. Üyesi, Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İstanbul-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-6552-4399

Özet

Pankreas kanseri, agresif seyri ve yüksek mortalite oranı nedeniyle hemşirelik bakımında kapsamlı, sistematik ve kanıta dayalı yaklaşımları zorunlu kılmaktadır. Marjory Gordon tarafından geliştirilen Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli, hemşirelik sürecinde veri toplama, tanılama ve bakım planlaması için bütüncül bir çerçeve sunar. Bu model, hastanın gereksinimlerini sağlığı algılama-sağlık yönetimi, beslenme-metabolik durum, boşaltım, aktivite-egzersiz, uyku-dinlenme, bilişsel-algısal örüntü, kendini algılama-benlik örüntüsü, rol-ilişki örüntüsü, cinsellik-üreme, baş etme-stres toleransı ve değer-inanç örüntüsü olarak 11 fonksiyonel alanda değerlendirir. Pankreas kanseri hastalarında en sık şiddetli ağrı, anoreksi, kilo kaybı, yorgunluk, uyku bozuklukları, anksiyete ve stres düzeyinde artış gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Kanıta dayalı hemşirelik girişimleri; farmakolojik ve nonfarmakolojik ağrı yönetimi, enteral veya parenteral beslenme desteği, uyku hijyeni uygulamaları, psikososyal destek ve stres ile baş etme stratejilerinin öğretilmesini içermektedir. Cerrahi veya kemoterapi sürecinde yara bakımı, enfeksiyon kontrolü ve komplikasyonların önlenmesi kritik öneme sahiptir. Hemşirelik bakımında NANDA-I tanıları, NIC girişimleri ve NOC sonuçları kullanılarak bireyselleştirilmiş planlar oluşturulmalıdır. Bu yaklaşım, hastanın yaşam kalitesini artırmayı, semptom yönetimini optimize etmeyi ve palyatif bakım sürecini desteklemeyi hedeflemektedir. Sonuç olarak, Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli, pankreas kanseri hastalarında hemşirelik bakımının sistematik, bütüncül ve kanıta dayalı şekilde yürütülmesine önemli katkılar sağlamaktadır.
Bu bildiride, pankreas kanser hastalarında Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli doğrultusunda hemşirelik süreci adımlarının ve bakım uygulamalarının ele alınması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik değerlendirmesi, kanıta dayalı hemşirelik, pankreas kanseri, yaşam kalitesi

NURSING APPROACH AND EVIDENCE-BASED RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WİTH PANCREATIC CANCER IN LINE WITH THE FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS MODEL

Abstract

Pancreatic cancer, due to its aggressive course and high mortality rate, necessitates comprehensive, systematic, and evidence-based approaches in nursing care. The Functional Health Patterns Model developed by Marjory Gordon provides a holistic framework for data collection, diagnosis, and care planning in the nursing process. This model evaluates patient needs across eleven functional areas: perception of health-health management, nutrition-metabolic status, excretion, activity-exercise, sleep-rest, cognitive-perceptual patterns, self-perception-self-pattern, role-relationship patterns, sexuality-reproduction, coping-stress tolerance, and value-belief patterns. Common problems encountered in patients with pancreatic cancer include severe pain, anorexia, weight loss, fatigue, sleep disturbances, anxiety, and increased stress levels. Evidence-based nursing interventions include pharmacological and non-pharmacological pain management, enteral or parenteral nutritional support, sleep hygiene practices, psychosocial support, and teaching stress management strategies. During surgical or chemotherapy processes, wound care, infection control, and prevention of complications are of critical importance. Nursing care should incorporate individualized plans using NANDA-I diagnoses, NIC interventions, and NOC outcomes. This approach aims to improve patients' quality of life, optimize symptom management, and support the palliative care process. In conclusion, the Functional Health Patterns

Model makes a significant contribution to the systematic, holistic, and evidence-based implementation of nursing care in patients with pancreatic cancer.

Keywords: Nursing assessment, evidence-based nursing, pancreatic cancer, quality of life

Giriş

Pankreas kanseri, en ölümcül malignitelerden biri olarak kabul edilir; çünkü uzun süre boyunca sessiz seyreder, yani belirgin bir belirti veya semptom oluşturmaz. Bu nedenle hastalık çoğu zaman geç fark edilir. Semptomlar ortaya çıktığında ise kanser genellikle ileri evreye ulaşmış olur ve bu aşamada çoğunlukla tedavi şansı oldukça sınırlıdır (Lippi & Mattiuzzi, 2020).

Pankreas kanserine yakalanan kişi sayısının 2025 yılında ABD'de 67.440'a ulaşacağı ve 51.980 kişinin bu hastalıktan öleceği tahmin edilmektedir. Son birkaç on yıldır pankreas kanserinden ölüm oranı erkeklerde ve kadınlarda yılda %0,2 ila %0,3 oranında yavaş yavaş artmaktadır. Amerikan Kanser Birliği tarafından 2025 yılı raporunda, tüm evreler bir araya getirildiğinde, 5 yıllık göreceli sağkalım oranı %13 olarak bildirilmiştir. Lokalize pankreas kanseri teşhisi konan hastaların %16'sı için 5 yıllık sağkalım oranı yalnızca %44 saptanmıştır (American Cancer Society, 2025).

Sağlık Bakanlığı verilerine göre Türkiye'de pankreas kanseri insidansı erkeklerde 2002 yılında yüz binde 3,1 iken, 2016 yılında 5,7'ye yükselmiştir; kadınlarda aynı yıl için bu oran yüz binde 3,6'dır. Erkeklerde en sık görülen ilk 10 kanser arasında yer almakta ve tüm kanserlerin yaklaşık %6'sını oluşturmaktadır (Koçatakan & Ataseven, 2021). Türkiye'de pankreas kanserine bağlı ölüm oranları 2009–2016 yılları arasında %62 oranında artış göstermiştir. 2009 yılında yaklaşık 3.000 kişi pankreas kanseri nedeniyle yaşamını yitirirken, 2016'da bu sayı 4.700'e ulaşmıştır (Umudum ve ark., 2016). Hastaların büyük çoğunluğu ileri evrede tanı alır ve ortanca sağkalım süresi yaklaşık 7 ay olarak bildirilmiştir (Sert ve ark., 2020).

1. Sağlığı Algılama-Sağlık Yönetimi

Genellikle hastalık ilerleyene kadar ortaya çıkmayan pankreas kanserinin belirtileri arasında kilo kaybı, sırta yayılabilen karın ağrısı, sarılık (cildin ve skleranın sararması), mide bulantısı ve kusma yer almaktadır. Pankreas kanseri, geç evrede tanı konulması ve düşük sağkalım oranları nedeniyle hastaların sağlık algısını etkileyen, agresif seyirli bir malignitedir. Hastalık algısı, bireyin hastalığını nasıl kavradığı, kontrol edilebilirliğine dair inancı ve tedavi sürecine katılım düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Pankreas kanseri, yüksek mortalite oranı ve agresif seyri nedeniyle hastaların sağlık algısını ciddi şekilde etkileyen bir hastalıktır. Sağlık algısındaki bozulma; depresyon, anksiyete ve yorgunluk gibi psikososyal sorunlarla yakından ilişkilidir (Fang et al., 2024). Özellikle ileri evre hastalarda, tedavi sürecinde yaşanan komplikasyonlar ve semptom yükü, hastaların sağlık algısını daha da kötüleştirmektedir (Goldberg, 2021). Bu durum, tedaviye uyumu ve öz-yönetim becerilerini olumsuz etkileyerek yaşam kalitesini düşürmektedir (Shahsavar & Choudhury, 2023).

Sağlık algısını iyileştirmek için multidisipliner yaklaşımlar önerilebilir. Psikososyal müdahaleler, özellikle bilişsel davranışçı terapi ve destek grupları, hastaların sağlık algısını ve öz-yönetim becerilerini geliştirebilir (Fang et al., 2024).

Pankreas kanserinin tedavisi erken teşhise ve semptomlar ortaya çıkmadan önce yüksek riskli popülasyonların tespit edilmesine bağlıdır. Yüksek riskli bir popülasyonun tespiti zordur ve en uygun tarama araçları henüz net değildir. Pankreas kanseri açısından yüksek risk faktörlerinin ileri yaş (kadınlarda 75-79 yaş; erkeklerde 65-69 yaş), aile öyküsü (ailede BRCA2 gen mutasyonu) ve mutasyon (olguların %4-10'nu oluşturur) olduğu bildirilmektedir. Pankreas kanseri açısından diğer risk faktörlerine sigara, helikobakter pilori, beslenme alışkanlıkları (yüksek kırmızı et, yüksek alkol tüketimi, düşük meyve ve sebze tüketimi, aşırı kilo/obezite ve tip 2 diyabet) ve kronik pankreatit örnek olarak verilebilir (Conroy et al., 2023). ABD Önleyici Hizmetler Görev Gücü, asemptomatik ortalama riskli bireylerde pankreas kanseri için tarama programları önerilmektedir (American Cancer Society, 2025).

Risk faktörleri ve taramalar

- Pankreas kanseri riskini azaltmak için sigara içilmemesi, alkol alımının sınırlanması ve sağlıklı vücut ağırlığının sürdürülmesi önerilmektedir [III, A].
- Ailede pankreas kanseri öyküsü olan bireylerin genetik danışmanlık almaları ve taramalardan geçmeleri önerilir [III, A].
- Pankreas kanseri riski çok yüksek bireylerde uzman merkezler tarafından izlenmesi (genellikle 50 yaşında veya pankreas tanısı alan akrabanın tanı aldığı yaştan 10 yıl önce) önerilir [III, A].
- İzlem amacıyla yıllık endoskopik ultrasonografi ve/veya pankreas kanseri açısından MRG ile tarama önerilir [IV, B] (Conroy et al., 2023).

Ağrı yönetimi

Pankreas kanseri, en ağrılı malignitelerden biri olarak kabul edilir ve hastaların büyük çoğunluğu tanı anında karın veya sırt bölgesinde şiddetli ağrı ile başvurur. Ağrı sıklıkla künt, kemirici ve sırta yayılan karakterdedir; özellikle geceleri artar ve pozisyonla hafiflemez. Bu ağrı genellikle tümörün çölyak pleksus gibi zengin sinir ağlarına baskı yapması veya perinöral invazyon yoluyla sinirleri istila etmesi sonucu ortaya çıkar (Coveler et al., 2021).

Pankreas kanserinde ağrı yönetimi amacıyla Dünya Sağlık Örgütü'nün üç basamaklı analjezi protokolü önerilmektedir. Oldukça yoğun yaşanan ve yaşam kalitesini etkileyen pankreas ağrısının kontrolü amacıyla non-opioid analjeziklerden güçlü opioidlere kadar geniş bir farmakolojik yelpaze kullanılır (World Health Organization, 2019). Pankreas kanserinde çok şiddetli yaşanan ağrının tek başına farmakolojik ajanlarla tedavisi çoğu zaman yeterli olmamaktadır. Farmakolojik tedavinin yeterli olmadığı durumlarda çölyak pleksus blokajı, radyofrekans ablasyon ve nöroliz gibi girişimsel yöntemler devreye girmektedir (Silva & Wenstrup, 2021). Pankreas kanseri hastalarında kanıta dayalı tedavi ve hemşirelik bakımı önerileri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Kanıta dayalı hemşirelik bakım önerileri ve kanıt düzeyleri

Bakım Alanı	*Kanıta Dayalı Öneri*	*Kanıt Düzeyi*	*Kaynaklar*
Beslenme Yönetimi	Erken enteral beslenme, gerekirse parenteral destek; diyetisyen danışmanlığı	Level I (RCT, sistematik derleme)	Erol Ursavaş & Demir Korkmaz, 2023.
Ağrı Yönetimi	Düzenli ağrı değerlendirmesi (VAS/NRS), opioid + nonfarmakolojik yöntemler (gevşeme)	Level I-II (RCT ve klinik rehberler)	Wagner, 2023
Psikososyal Destek	Terapötik iletişim, psikolojik danışmanlık, aile desteği	Level II (Kohort ve gözlemsel çalışmalar)	Fu, et al., 2025
Cerrahi Sonrası Bakım	Erken mobilizasyon, solunum egzersizleri, yara bakım protokolleri	Level I (Klinik rehberler, RCT)	Erol Ursavaş & Demir Korkmaz, 2023
Hasta Eğitimi	Tedavi süreci, semptom yönetimi, ilaç kullanımı hakkında eğitim	Level II (Gözlemsel ve deneysel çalışmalar)	Fu et al., 2025
Egzersiz Programı	Adapted Physical Activity (APA) ile yorgunluk ve yaşam kalitesi iyileştirme	Level I (Randomize kontrollü çalışma)	Neuzillet, et al., 2023

Etkin ağrı yönetimi, pankreas hastasının tedaviye uyumunu artırır ve genel sağkalım süresini etkiler.

- European Society For Medical Oncology (ESMO) klinik uygulama rehberinde ileri evre pankreas kanseri hastalarında etkin ağrı kontrolüne yönelik tedaviye başlanması tavsiye edilir ve gerektiğinde ağrı yönetimi için bir ağrı kontrol uzmanı ile iş birliği yapılması önerilir [III, A] (Conroy et al., 2023).

Destekleyici ve palyatif bakım

- Pankreas kanserli hastalarda ileri evrede genellikle ilerleyici özellikte safra yolu tıkanıklığı, epigastrik ağrı, sırt ağrısı, kilo kaybı ve iştahsızlık semptomları sık görülmektedir. Pankreas hastalarında bu ilerleyici semptomların yönetiminde palyatif tedavinin önemi çok önemlidir. Palyatif tedavi kapsamında cerrah, medikal ve radyasyon onkolog ve gastroenteroloğun içinde bulunduğu multidisipliner ekip yaklaşımı gerektirir (Hanedan Uslu & Canyılmaz, 2018).
- ESMO klinik uygulama rehberinde safra yollarında tıkanıklık gelişen pankreas kanseri hastalarında, endoskopik olarak kendiliğinden genişleyen metalik safra yolu stentinin yerleştirilmesi önerilir [II, B]. Duodenum tıkanıklığı gelişen olgularda cerrahi müdahale yerine endoskopik olarak genişleyen metal stent yerleştirilmesi tercih edilir [IV, B] (Conroy et al., 2023).

Komplikasyonların yönetimi (tromboemboli)

Pankreas kanserinde venöz tromboembolizm oranı %25 olarak gösterilmiştir. Bu trombotik olayların oluşumu periferik venöz sistem ile sınırlı değildir; aynı zamanda derin venlerde ve visseral sistemde de meydana gelebilir. Venöz tromboembolizm çok faktörlüdür ve risk kemoterapi uygulamasıyla daha da artar (Conroy et al., 2023).

- ESMO klinik uygulama rehberinde kemoterapi alan ileri evre pankreas kanseri hastalarında birincil tromboprofilaksi önerilmektedir [I, B] (Conroy et al., 2023).

Tedavi sonrası izlem

- ESMO klinik uygulama rehberinde rezeke edilmiş pankreas kanserli hastalar için genel sağ kalım üzerinde bir etkiye dair yeterli kanıt olmamasına rağmen, bu hastaların yakından takip edilmesi önerilmektedir [IV, B] (Conroy et al., 2023).

Pankreas kanseri hastalarında **Sağlığı Algılama-Sağlık Yönetimi ile** ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Etkisiz Sağlık Yönetimi
2. Sağlığı Sürdürmede Etkisizlik
3. Tanımlanan Rejime Uymada Güçlük
4. Riskli Sağlık Davranışı
5. Bilgi Eksikliği

2. Beslenme-Metabolik Durum

Pankreas kanseri hastalarında malnütrisyon, hastalığın biyolojik etkileri ve tedavi sürecine bağlı olarak oldukça yaygındır; tanı anında hastaların %80'inden fazlasında belirgin kilo kaybı gözlenmektedir. Tümörün pankreasın ekzokrin ve endokrin fonksiyonlarını bozması, sindirim enzimlerinin yetersizliği ve insülin-glukagon dengesinin bozulması gibi metabolik sorunlara yol açar. Bu durum kötü emilim, steatore (yağlı dışkılama), hipoglisemi ve hiperglisemi gibi komplikasyonlarla birlikte enerji ve protein alımını ciddi şekilde sınırlar (Neuzillet et al., 2023; Weimann et al., 2017).

Gastrointestinal semptomların hafifletilmesi için ESMO klinik uygulama rehberinde pankreas kanserinde kilo kaybı, karın rahatsızlığı veya steatore gibi ekzokrin yetersizliğinin semptomlarının yönetimi amacıyla pankreas enzim replasman tedavisine başlanabileceği belirtilmektedir (Conroy et al., 2023). Metabolik destek yaklaşımı amacıyla vücut kompozisyon analizleri, kas kütlesi takibi, kişiselleştirilmiş beslenme planları ve yaşam tarzı düzenlemeleri önerilir (Neuzillet et al., 2023; Weimann et al., 2017).

Pankreas kanseri hastalarında beslenme, hastalığın sindirim sistemi üzerindeki etkileri ve sık görülen malnütrisyon nedeniyle özel planlama gerektirir. Hastaların %80'inden fazlası tanı anında belirgin kilo kaybı yaşamaktadır (Pezzilli et al., 2020). Tümörün pankreasın ekzokrin fonksiyonlarını bozması sonucu yağ,

protein ve karbonhidratların sindirimi zorlaşır; bu da steatore, kilo kaybı ve yorgunluk gibi belirtilere yol açar (Picozzi et al., 2025). Diyette az yağlı, kolay sindirilen gıdalar tercih edilmeli; hastalar küçük ve sık öğünlerle beslenmelidir (Pancreatic Cancer Action Network, 2025). Pankreatik enzim yetmezliği geliştiyse, pankreatik enzim replasman tedavisi uygulanmalı; lipaz içeren kapsüllerle yağ emilimi desteklenmelidir (Pezzilli et al., 2020; Picozzi et al., 2025).

Pankreas kanseri hastalarında beslenme ve metabolik sorunlar, hastalığın agresif seyri ve komplikasyonlar nedeniyle oldukça yaygındır. Malnütrisyon, kaşeksi ve sarkopeni, bu hastalarda en sık görülen metabolik bozukluklardır. Kaşeksi, sistemik inflamasyon ve metabolik düzensizliklerle ilişkili olup, kas kaybı ve enerji dengesizliği ile karakterizedir. Kaşeksi, tedaviye yanıtı azaltabilir ve mortaliteyi artırabilir (Yoon et al., 2025). Pankreasın ekzokrin ve endokrin fonksiyonlarındaki bozulma, malabsorpsiyon, diyabet ve hiperglisemi gibi metabolik sorunlara yol açabilir (Petzel & Ebrus, 2022).

Beslenme ve metabolik sorunların yönetimi için erken tanılama ve agresif beslenme desteği kritik öneme sahiptir. Pankreas kanseri hastalarında bireyselleştirilmiş beslenme planları, enerji ve protein açısından zengin diyetler, pankreatik enzim replasman tedavisi ve gerektiğinde enteral veya parenteral beslenme desteği önerilmektedir (Pancreatic Cancer Europe, 2022). Kaşeksi yönetiminde ise yüksek kalorili ve protein destekli beslenme, farmakolojik ajanlar (örneğin megestrol asetat, omega-3 yağ asitleri), antiinflamatuvar tedaviler ve fiziksel aktivite kombinasyonu ile kas kaybının önlenmesi hedeflenir (Timmanpyati et al., 2024; Yoon et al., 2025). Bu nedenle, pankreas kanseri bakımında beslenme ve metabolik sorunların yönetimi, tedavi başarısı ve yaşam kalitesi için temel bir bileşen olarak kabul edilmektedir. Beslenme uzmanı desteği ile bireyselleştirilmiş diyet planları oluşturulması önerilir. Pankreas kanseri hastalarında kanıta dayalı tedavi ve hemşirelik bakımı önerileri Tablo 1'de verilmektedir.

Pankreas kanseri hastalarında **Beslenme-Metabolik Durum** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Dengesiz Beslenme: Gereksinimden Daha Az
2. İştahsızlık
3. Sıvı Volüm Eksikliği Riski
4. Elektrolit Dengesizliği Riski
5. İştah ve Beslenme ile İlgili Bilgi Eksikliği

3. Boşaltım (Eliminasyon)

Pankreas kanseri hastalarında eliminasyon sorunları, özellikle sindirim sisteminin mekanik ve fonksiyonel etkilenmesiyle ortaya çıkmaktadır. Tümörün pankreas başında yerleşmesi durumunda, safra kanalına baskı yaparak safra akışını engelleyebilir; bu da açık renkli dışkı**,** koyu renkli idrar **ve** sarılık gibi belirtilerle kendini gösterir (Akdemir, 2021).

Pankreas kanseri hastalarında özellikle pankreas başında tümörü olan veya cerrahi rezeksiyon geçirenlerde sık görülen komplikasyonlardan birisi de ekzokrin pankreas yetmezliğidir. Pankreas kanseri hastalarında ekzokrin pankreas yetmezliği, sindirim enzimlerinin yetersiz salgılanması sonucu maldigesyon ve malabsorpsiyona yol açar. Ayrıca, pankreasın ekzokrin fonksiyonlarının bozulması sonucu yağ sindirimi yetersiz hale gelir ve steatore sık görülür. Steatoreye ilave olarak, maldigesyon ve malabsorpsiyona bağlı olarak diyare, şişkinlik ve ilerleyici kilo kaybı da gelişir (Phillips et al., 2021). Bu semptomlar yalnızca beslenme durumunu bozmakla kalmaz, aynı zamanda onkolojik tedavilere toleransı da olumsuz etkiler. Sindirim enzimlerinin yetersiz salgılanması sonucu olası maldigesyon ve malabsorpsiyon tablosunun erken dönemde saptanması oldukça kritiktir. Bu sorunların geç dönemde tanısı ciddi malnütrisyon ve yağda çözünen vitamin (A, D, E, K) eksiklikleri nedeniyle morbidite ve mortaliteyi artırmaktadır (Garcia et al., 2025; Oraiqat et al., 2025). Ayrıca ekzokrin pankreas yetmezliğinin görülme sıklığı pankreas kanseri hastalarında %35'e kadar çıkabilmektedir (Oraiqat et al., 2025).

Eliminasyon sorunlarının yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Safra akışının engellendiği durumlarda endoskopik stent uygulamaları ile drenaj sağlanabilir (Garcia et al., 2025; Oraiqat et al., 2025).

Kabızlık ve dışkılama güçlüğü yaşayan hastalarda ise sıvı alımının artırılması, lifli gıdaların kontrollü tüketimi ve gerektiğinde laksatif kullanımı önerilmektedir (Hanedan Uslu & Canyılmaz, 2018).

Ekzokrin pankreas yetmezliği yönetiminin temel taşı pankreatik enzim replasman tedavisidir ve tanı konulduğunda veya güçlü klinik şüphe durumunda derhal başlanmalıdır (Garcia et al., 2025; Kadaj-Lipka et al., 2025). Güncel kılavuzlar, enterik kaplı enzim preparatlarının öğünlerle birlikte bireyselleştirilmiş dozlarda verilmesini önermektedir; bu yaklaşım fizyolojik sekresyonu taklit ederek besin emilimini optimize eder (Phillips et al., 2021). Pankreatik enzim replasman tedavisine ek olarak, yüksek kalorili diyetler, yağda çözünen vitamin takviyesi ve seçilmiş olgularda immobilize lipaz kartuşları ile jejunostomi beslenmesi gastrointestinal semptomları ve yaşam kalitesini iyileştirmede etkili bulunmuştur (Moore et al., 2024). Bu sorunlarda uygun dozda eksik enzimlerin verilmesi diyare ve steatoreyi azaltabilir, beslenme göstergelerini iyileştirebilir ve kemoterapiye zamanında dönüşü kolaylaştırır, böylece sağkalımı artırabilir (Giordano et al., 2023; Kadaj-Lipka et al., 2025).

Pankreas kanseri hastalarında **Boşaltım (Eliminasyon)** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Konstipasyon
2. Konstipasyon Riski
3. Diyare
4. İdrar Eliminasyonunda Bozulma
5. Sıvı Volüm Eksikliği Riski

4. Aktivite-Egzersiz

Pankreas kanseri hastalarında egzersiz, yalnızca fiziksel kapasiteyi artırmakla kalmaz; aynı zamanda yorgunluk, depresyon ve kas kaybı gibi komplikasyonların önlenmesinde de önemli rol oynar. Özellikle düşük yoğunluklu aerobik egzersizler (örneğin yürüyüş, hafif germe hareketleri) ve direnç egzersizleri önerilebilir. Palyatif bakım sürecinde hastanın genel durumuna göre bireyselleştirilerek egzersiz programı önerilebilir. ESMO klinik uygulama rehberinde egzersiz, hastaların yorgunluğu, psikolojik sıkıntıyı yönetmesi, kas kaybını azaltması ve fiziksel fonksiyon ve yaşam kalitesindeki düşüşü azaltması için etkili bir tedavi olarak önerilmiştir (Conroy et al., 2023). Pankreas kanseri hastalarında kanıta dayalı tedavi ve hemşirelik bakımı önerileri Tablo 1'de verilmektedir.

Pankreas kanseri hastalarında **Aktivite-Egzersiz** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Aktivite İntoleransı
2. Aktivite İntoleransı Riski
3. Yorgunluk
4. Fiziksel Mobilitede Bozulma
5. Egzersiz ile İlgili Bilgi Eksikliği

5. Uyku-Dinlenme

Pankreas kanseri hastalarında uyku bozuklukları, hastalığın biyolojik etkileri, tedavi sürecinin yan etkileri ve psikososyal stres faktörleriyle yakından ilişkilidir. Uyku bozuklukları, bağışıklık sisteminin baskılanmasına, dikkat ve konsantrasyon sorunlarına, depresyon ve anksiyete düzeylerinin artmasına neden olabilir. Pankreas kanseri hastalarında dinlenme, yalnızca fiziksel iyileşme değil, aynı zamanda psikolojik dengeyi koruma açısından da kritik bir rol oynar. Uyku hijyeninin sağlanması, uyku kalitesini artırmak için temel bir stratejidir. Bu kapsamda, düzenli uyku saatleri, sessiz ve karanlık bir ortam, elektronik cihazlardan uzak durma ve kafein gibi uyarıcılardan kaçınma önerilmektedir (Karakaş Uğurlu ve ark., 2021).

Pankreas kanseri hastalarında uyku bozuklukları, özellikle insomnia, oldukça yaygındır ve yaşam kalitesini ciddi şekilde etkiler. Cerrahi sonrası yapılan çalışmalarda, pankreatikoduodenektomi geçiren hastaların

%55'inde insomnia görülmüş, bu durumun kemoterapi ile daha da şiddetlendiği rapor edilmiştir (Chalhoub et al., 2021). Uyku sorunları; ağrı, yorgunluk, depresyon ve anksiyete gibi semptomlarla ilişkili olup, hastaların tedaviye uyumunu ve genel prognozunu olumsuz etkiler (Han et al., 2025).

Pankreas kanserinde uyku sorunlarının yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Uyku sorunlarının yönetimi için bilişsel davranışçı terapi, tamamlayıcı yöntemler arasında elektroakupunktur ve Tai Chi gibi uygulamalar önerilebilir (Sun et al., 2025). Farmakolojik tedaviler (melatonin, uyku ilaçları) bazı hastalarda kullanılabilse de yan etkiler ve uzun dönem güvenlik sorunları nedeniyle dikkatli uygulanmalıdır (Gonzalez et al., 2024).

Uyku sorunlarının erken tanılanması ve bireyselleştirilmiş yönetim planlarının oluşturulması, hastaların yaşam kalitesini ve tedaviye uyumunu artırmada kritik öneme sahiptir. Pankreas kanseri hastalarında **Uyku-Dinlenme** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Uyku Örüntüsünde Bozulma
2. Uykusuzluk
3. Uyku Yoksunluğu Riski
4. Yorgunluk
5. Uyku ile İlgili Bilgi Eksikliği

6. Bilişsel-Algısal Durum

Pankreas kanseri, agresif seyri ve düşük sağkalım oranları nedeniyle hastalarda yoğun bilişsel ve duygusal stres yaratabilir. Hastalığın ilerleyici doğası, tedavi sürecinin zorlukları ve yaşam beklentisinin kısalması, hastalarda umutsuzluk ve çaresizlik duygularını tetikler. Hastaların tedaviye uyumunu ve yaşam kalitesini doğrudan etkilediğinden bilişsel-duygusal durumu erken dönemde değerlendirilmeli ve izlenmelidir. Pankreas kanseri hastalarında bilişsel ve duygusal sorunlar, hastalığın agresif seyri ve yüksek mortalite oranı nedeniyle oldukça yaygındır. Tanı sonrası hastalar sıklıkla depresyon, anksiyete ve bilişsel işlevlerde bozulma (örneğin dikkat ve hafıza sorunları) yaşamaktadır (Anderson et al., 2025).

Bilişsel-duygusal sorunların yönetimi için multidisipliner yaklaşımlar (bilişsel davranışçı terapi, stres azaltma programları ve psikoeğitim) önerilmektedir. Ayrıca, teknoloji tabanlı e-sağlık uygulamaları ile bilişsel rehabilitasyon ve stres yönetimi eğitimi, hastaların psikososyal uyumunu artırmaktadır (Fleszar-Pavlović et al., 2024). Hemşirelik bakımında, düzenli bilişsel değerlendirme ve duygusal destek sağlanması, hastaların yaşam kalitesini ve tedaviye uyumunu iyileştirebilir (Anderson et al., 2025).

Pankreas kanseri hastalarında **Bilişsel-Algısal Durum** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Anksiyete
2. Depresyon Riski
3. Umutsuzluk
4. Bilgi Eksikliği
5. Karar Vermede Çatışma

7. Kendini Algılama-Benlik Örüntüsü

Pankreas kanseri hastalarında duyusal fonksiyonlar hem hastalığın kendisi hem de uygulanan tedavi protokolleri nedeniyle bozulabilir. Özellikle kemoterapiye bağlı periferik nöropati, hastaların ellerinde ve ayaklarında uyuşma, karıncalanma, yanma ve ağrı gibi semptomlarla kendini gösterir (Akdemir, 2021).

Pankreas kanseri hastalarında algı ve duyusal sorunlar, özellikle nöropatik değişiklikler ve tat-koku bozuklukları, yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyen semptomlar arasında yer almaktadır. Perinöral invazyon ve nöroplastik değişiklikler, pankreas kanserinin karakteristik özelliklerinden biridir ve ağrı, duyusal kayıplar ve bazen bilişsel bozulmalarla ilişkilidir (Nicoletti et al., 2024; Pezzilli, 2021). Kemoterapiye bağlı periferik nöropati parestezi, yanma hissi, dokunma duyusunda azalma gibi semptomlara yol açmaktadır. Tat ve koku değişiklikleri, özellikle kemoterapi ve radyoterapi sonrası sık görülür; bu durum beslenme yetersizliği ve kilo

kaybına neden olarak hastaların genel durumunu olumsuz etkiler (American Cancer Society, 2024). Algı ve duyusal fonksiyonlardaki bozulmaların yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektirir.

Algı ve duyusal sorunların yönetimi multidisipliner yaklaşım gerektirir. Periferik nöropati için farmakolojik tedaviler (gabapentin, duloksetin), fiziksel terapi, akupunktur ve tamamlayıcı yöntemler önerilmektedir (Pezzilli, 2021; Cancer Treatment Centers of America, 2022). Kemoterapiye bağlı periferik nöropatinin önlenmesi ve yönetimi için doz ayarlamaları, nörotoksik ajanların azaltılması ve semptom takibi kritik öneme sahiptir (Cutler, 2025). Tat ve koku bozukluklarında ise diyetisyen desteği, çinko sülfat takviyesi ve ağız hijyenine yönelik özel bakım önerilmektedir (American Cancer Society, 2024). Duyusal sorunların erken tanılanması ve bireyselleştirilmiş rehabilitasyon programlarının uygulanması, hastaların beslenme durumunu ve genel yaşam kalitesini iyileştirmede etkili bulunmuştur (Nicoletti et al., 2024; Cipora et al., 2023).

Pankreas kanseri, yüksek mortalite oranı ve agresif seyri nedeniyle hastalarda ciddi psikososyal etkiler yaratır. Bu etkiler arasında benlik algısında bozulma, beden imajı sorunları ve kimlik kaybı önemli yer tutar. Cerrahi girişimler (örneğin pankreatektomi) ve kemoterapi, hastalarda fiziksel değişikliklere, kilo kaybına ve fonksiyonel yetersizliklere yol açarak benlik kavramını olumsuz etkiler (Cipora et al., 2023). Pankreas kanseri hastalarında depresyon ve anksiyete ile birlikte benlik algısında bozulma görülebilir. Bu durum, hastaların sosyal ilişkilerini, tedaviye uyumunu ve yaşam kalitesini doğrudan etkiler. Hastalık sürecinde kontrol kaybı ve ölüm korkusu, benlik kavramında ciddi çatışmalara neden olur (Kugbey et al., 2022).

Benlik algısı sorunlarının yönetimi, psikososyal destek ve bütüncül bakım yaklaşımlarını gerektirir. Kanıta dayalı müdahaleler arasında bireysel psikoterapi, grup terapileri ve bilişsel davranışçı terapi öne çıkmaktadır (Kugbey et al., 2022; Zhang et al., 2024). Ayrıca, beden imajı sorunları için rehabilitasyon programları ve öz-yeterlilik odaklı eğitimler önerilir. Hemşirelik bakımında, hastaların benlik algısını destekleyen iletişim teknikleri, empatik yaklaşım ve hasta merkezli bakım uygulamaları kritik öneme sahiptir (Cipora et al., 2023).

Pankreas kanseri hastalarında **Kendini Algılama-Benlik Örüntüsü** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Beden İmajında Bozulma
2. Umutsuzluk
3. Güçsüzlük
4. Düşük Benlik Saygısı
5. Karar Vermede Çatışma

8. Rol ve İlişkiler

Pankreas kanseri tanısı, yalnızca bireyin değil, tüm aile sisteminin işleyişini etkileyen bir kriz durumudur. Hastalık süreciyle birlikte aile içinde roller yeniden tanımlanır; birey "hasta" rolünü üstlenirken, yakınları "bakım veren" konumuna geçer. Bu değişim, özellikle eşler ve çocuklar arasında duygusal ve işlevsel yüklerin artmasına neden olur (Kamacı, 2025).

Sosyal destek sistemleri

Pankreas kanseri hastalarının sosyal ilişkileri, hastalığın fiziksel ve psikolojik etkileriyle birlikte önemli ölçüde dönüşüme uğrar. Enerji düşüklüğü, ağrı ve tedavi sürecinin zorlukları, hastaların sosyal ortamlardan uzaklaşmasına neden olabilir. Bu durum, yalnızlık ve sosyal izolasyon riskini artırır (Çalışkan ve ark., 2016).

Pankreas kanseri, hastaların sosyal rollerini ve yakın ilişkilerini derinden etkileyen bir hastalıktır. Tanı sonrası hastalar genellikle aile içindeki rollerinde değişiklikler yaşar; bakım verme rolünden bakım alan konumuna geçmek, bağımsızlık kaybı ve ilişkilerde çatışmalara yol açabilir. Hastalık sürecinde fiziksel yetersizlikler ve psikolojik stres, eşler arası iletişimi ve duygusal yakınlığı olumsuz etkiler. Hemşirelik bakımında, aile merkezli yaklaşımlar ve açık iletişim teknikleri kullanılarak hastaların sosyal rollerini yeniden yapılandırmaları desteklenmelidir (Anderson et al., 2025). Ayrıca, teknoloji tabanlı e-sağlık uygulamaları ile destek sağlanması, bakım verenlerin yükünü azaltmakta ve hastaların psikososyal uyumunu artırmaktadır (Fleszar-Pavlović et al., 2024).

Pankreas kanseri hastalarında **Rol ve İlişkiler** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Sosyal İzolasyon

2. Yalnızlık Riski
3. Etkisiz Rol Performansı
4. Aile Süreçlerinde Bozulma
5. Sosyal Etkileşimde Bozulma

9. Cinsellik-Üreme

Pankreas kanseri ve uygulanan tedaviler (kemoterapi, cerrahi, radyoterapi) hastalarda cinsel sağlık ve üreme fonksiyonlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi müdahaleler; hormonal dengeleri bozarak libido kaybı, erektil disfonksiyon, vajinal kuruluk ve orgazm güçlüğü gibi cinsel işlev bozukluklarına yol açabilir (Agrawal et al., 2025).

Cinsel sağlık sorunlarının yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Kanıta dayalı öneriler arasında farmakolojik tedaviler (fosfodiesteraz tip 5 inhibitörleri, lokal östrojen tedavisi), pelvik taban fizyoterapisi ve vajinal dilatör kullanımı yer almaktadır (Agrawal et al., 2025). Fertilite açısından, tedavi öncesi oosit veya sperm kriyoprezervasyonu gibi koruyucu yöntemler önerilmektedir (Yoshida et al., 2024). Ayrıca, hastaların tedavi sürecinde cinsel sağlık konularında bilgilendirilmesi ve açık iletişim kurulması psikolojik iyileşmeyi ve yaşam kalitesini artırmaktadır (Matthew et al., 2025).

Pankreas kanseri hastalarında **Cinsellik-Üreme** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Cinsel İşlevde Bozulma
2. Cinsel İşlevde Bozulma Riski
3. Beden İmajında Bozulma
4. Bilgi Eksikliği: Cinsel Sağlık
5. Anksiyete

10. Baş Etme-Stres Toleransı

Pankreas kanseri, agresif seyri ve düşük sağkalım oranları nedeniyle hastalarda yüksek düzeyde psikolojik stres ve uyum sorunlarına yol açmaktadır. Tanı anından itibaren hastalar yoğun kaygı, depresyon ve belirsizlik duyguları yaşamakta, bu durum stres toleransını azaltarak yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (DeSomma et al., 2025).

Stres toleransı ve başa çıkma mekanizmalarının değerlendirilmesi, pankreas kanseri bakımında kritik bir bileşen olarak görülmektedir. Stres yönetimi ve başa çıkma becerilerinin geliştirilmesi için multidisipliner yaklaşımlar önerilmektedir. Ayrıca, teknoloji tabanlı e-sağlık uygulamaları ile stres yönetimi eğitimi, hastaların problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirerek psikososyal uyumu artırmaktadır (Fleszar-Pavlović et al., 2024). Hemşirelik bakımında, stres düzeyinin düzenli olarak değerlendirilmesi ve hastalara bireyselleştirilmiş başa çıkma stratejileri öğretilmesi önerilmektedir (Anderson et al., 2025).

Pankreas kanseri hastalarında **Baş Etme-Stres Toleransı** ile ilgili olası NANDA-I kapsamında hemşirelik tanıları

1. Etkisiz Başa Çıkma
2. Savunucu Başa Çıkma
3. Anksiyete
4. Umutsuzluk
5. Güçsüzlük

11. Değer-İnanç Örüntüsü

Pankreas kanseri tanısı alan bireylerde değerler ve inançlar, hastalığın belirsiz ve çoğu zaman zorlayıcı seyri karşısında anlam arayışını şekillendiren temel unsurlar arasında yer alır. Bu süreçte bireyler yaşamın anlamı,

ölüm, umut ve kabullenme gibi varoluşsal konuları daha yoğun sorgulayabilir; dini ve kültürel inançlar ise baş etme mekanizması olarak önemli bir destek sağlayabilir.

Sonuç

Pankreas kanseri hastalarında sık karşılaşılan sorunlar arasında şiddetli ağrı**,** anoreksi ve malnütrisyon**,** yorgunluk**,** uyku bozuklukları**,** anksiyete **ve** depresyon yer almaktadır. Kanıta dayalı hemşirelik girişimleri; farmakolojik ve nonfarmakolojik ağrı yönetimi, enteral veya parenteral beslenme desteği, uyku hijyeni uygulamaları, psikososyal destek ve stres ile baş etme stratejilerinin öğretilmesini içermektedir. Ayrıca, cerrahi girişim veya kemoterapi sürecinde yara bakımı, enfeksiyon kontrolü ve komplikasyonların önlenmesi kritik öneme sahiptir.

Marjory Gordon tarafından geliştirilen Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli, hemşirelik sürecinde veri toplama, tanılama ve bakım planlaması için bütüncül bir çerçeve sunar. Bu model, hastanın gereksinimlerini 11 fonksiyonel alanda değerlendirir. Hemşirelik bakımında NANDA-I tanıları, NIC girişimleri ve NOC sonuçları kullanılarak bireyselleştirilmiş planlar oluşturulmalıdır. Bu yaklaşım, hastanın yaşam kalitesini artırmayı, semptom yönetimini optimize etmeyi ve palyatif bakım sürecini desteklemeyi hedefler. Sonuç olarak, Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli, pankreas kanseri hastalarında hemşirelik bakımının sistematik, bütüncül ve kanıta dayalı şekilde yürütülmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu modelin kullanımı, hemşirelerin klinik karar verme süreçlerini güçlendirerek hasta güvenliğini ve bakım kalitesini artırmaktadır.

Kaynaklar

Agrawal, L. S., O'Riordan, L., Natale, C., & Jenkins, L. C. (2025). Enhancing sexual health for cancer survivors. ASCO Educational Book, 45, e472856. https://doi.org/10.1200/EDBK-25-472856

Akdemir, N. (2021). *İç Hastalıkları ve Hemşirelik Bakımı*. Akademisyen Kitabevi.

American Cancer Society. (2025). *Cancer Facts & Figures 2025.* American Cancer Society.

American Cancer Society. (2024). Taste and smell changes in cancer patients. Retrieved from https://www.cancer.org/cancer/managing-cancer/side-effects/eating-problems/taste-smell-changes.html

Anderson, T., Mitchell, G., Prue, G., McLaughlin, S., & Graham-Wisener, L. (2025). The psychosocial impact of pancreatic cancer on caregivers: A scoping review. BMC Cancer, 25, 511. https://doi.org/10.1186/s12885-025-13891-w

Cancer Treatment Centers of America. (2022). Peripheral neuropathy supportive care. Retrieved from https://www.cancercenter.com/integrative-care/peripheral-neuropathy

Chalhoub, S., Yaghi, M., Ard, N., Kanso, M., Allam, J., Khalife, M., Jaafar, R. F., & Faraj, W. (2021). Prevalence of insomnia among pancreatic cancer patients following pancreaticoduodenectomy. Sleep Disorders, Article ID 5535220. https://doi.org/10.1155/2021/5535220

Cipora, E., Czerw, A., Partyka, O., Pajewska, M., Badowska-Kozakiewicz, A., Fudalej, M., Sygit, K., Kaczmarski, M., Krzych-Fałta, E., Jurczak, A., Karakiewicz-Krawczyk, K., Wieder-Huszla, S., Banaś, T., Bandurska, E., Ciećko, W., Kosior, D. A., Kułak, P., & Deptała, A. (2023). Quality of life in patients with pancreatic cancer-a literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(6), 4895. https://doi.org/10.3390/ijerph20064895

Coveler, A. L., Mizrahi, J., Eastman, B., Apisarnthanarax, S. J., Dalal, S., McNearney, T., & Pant, S. (2021). Pancreas cancer-associated pain management. The Oncologist, *26*(6), e971–e982. https://doi.org/10.1002/onco.13796

Conroy, T., Pfeiffer, P., Vilgrain, V., Lamarca, A., Seufferlein, T., O'Reilly, E. M., Hackert, T., Golan, T., Prager, G., Haustermans, K., Vogel, A., Ducreux, M., & ESMO Guidelines Committee. (2023). Pancreatic cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology, 34*(11), 987–1002. https://doi.org/10.1016/j.annonc.2023.08.009

Cutler, H. (2025). Understanding neuropathy in pancreatic cancer. Heather Cutler Foundation. Retrieved from https://heathercutler.ca/understanding-neuropathy-in-pancreatic-cancer/

Çalışkan, T., Duran, S., Karadaş, A., Ergün, S., & Tekir, Ö. (2016). Kanser hastalarının yaşam kalitesi ve sosyal destek düzeylerinin değerlendirilmesi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 18(1), 45–52. https://doi.org/10.24938/KUTFD.124910

DeSomma, A., Maletz, S., Basinski, T. L., Morales, R., de Castria, T. B., Bloomston, M., Chen, D. T., Douglas, W. G., Huguet, K. L., Jeong, D., Jiang, K., Kim, D. W., Luthra, A., Pimiento, J. M., Rajasekhara, S., Velanovich, V., Park, M. A., Shields, G. S., Slavich, G. M., & Permuth, J. B. (2025). Lifetime stressor exposure and depression among patients with pancreatic cancer: insights from the Florida Pancreas Collaborative. *BMC Cancer*, *25*(1), 1530. https://doi.org/10.1186/s12885-025-15007-w

Erol Ursavaş, F., & Demir Korkmaz, F. (2023). Pankreasın cerrahi gerektiren hastalıkları ve kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları. İçinde Ö. Karayurt (Ed.), *Gastrointestinal sistem cerrahi hastalıkları hemşireliğinde kanıta dayalı uygulamalar* (pp. 62–68). Türkiye Klinikleri.

Fang, S., Xu, L., Liu, J., Zhang, X., Li, M., Zhang, T., & Lu, M. (2024). Self-rated health and health-related quality of life among cancer patients: The serial multiple mediation of anxiety and depression. BMC Psychology, 12, 415. https://doi.org/10.1186/s40359-024-01919-y

Fleszar-Pavlović, S., Penedo, F., & Merchant, N. (2024). Can a tech-based tool ease pancreatic cancer stress? InventUM News. Retrieved from https://news.med.miami.edu/can-a-tech-based-tool-ease-pancreatic-cancer-stress/

Fu, L., Kim, S. H., Garcia, D. D., Lambert, M., Rivera, L. R., Hayward, M., Vieira, C., Parikh, A., Yu, P., & Song, L. (2025). Supportive care needs and related interventions in patients with pancreatic cancer and their informal caregivers: A scoping review. *Journal of Gastrointestinal Cancer*, *56*(1), 98. https://doi.org/10.1007/s12029-025-01218-8

Garcia, M. A., Braun, U. K., Imam, S., Poon, I., & Jackson, L. (2025). Pancreatic enzyme supplementation for patients with pancreatic cancer. Journal of Palliative Medicine, 28(5), e793–e800. https://doi.org/10.1089/jpm.2025.0037

Giordano, G., Cincione, R. I., Losavio, F., Senia, T., Aquilini Mummolo, A., Pacilli, M., Lizzi, V., Bruno, G., Piscazzi, A., Conteduca, V., & Landriscina, M. (2023). Pancreatic enzyme replacement and nutritional support with nab-paclitaxel-based first-line chemotherapy regimens in metastatic pancreatic cancer. *Oncologist, 28*(9), e793–e800. https://doi.org/10.1093/oncolo/oyad101

Goldberg, J. (2021). Health-illness transition experiences among patients with pancreatic cancer. CUNY Academic Works. Retrieved from https://academicworks.cuny.edu/gc_etds/4506

Gonzalez, A. A., Jimenez-Torres, G. J., Moraes, A. R., Geng, Y., Pawate, V., Khan, R., Narayanan, S., & Yennurajalingam, S. (2024). Psychological interventions for insomnia in patients with cancer: A scoping review. Cancers, 16(22), 3850. https://doi.org/10.3390/cancers16223850

Han, C., Li, N., Wang, X., Zhuang, Z., Cao, Q., & Wang, S. (2025). Sleep disorders in cancer: Interactions and intrinsic links. Frontiers in Oncology, 15, 1535442. https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1535442

Hanedan Uslu, G., & Canyılmaz, E. (2018). Pankreas kanserinde palyatif tedavi. İçinde A. Yöney (Ed.), Üst gastrointestinal kanserlerde radyoterapi (1. baskı, ss. 54–56). Türkiye Klinikleri.

Kadaj-Lipka, R., Monica, M., Stożek-Tutro, A., Ryś, P., & Rydzewska, G. (2025). Pancreatic enzyme replacement therapy in pancreatic exocrine insufficiency—Real-world dosing and effectiveness: A systematic review. Digestive Diseases and Sciences, 70(4), 2270–2284. https://doi.org/10.1007/s10620-025-09011-0

Kamacı, S. (2025). Kanser tanısının gölgesinde aile içi iletişim: Roller, sessizlikler ve güçlü kalma stratejileri. Psychology Times Türkiye. Retrieved from https://psychologytimes.com.tr/kanser-tanisinin-golgesinde-aile-ici-iletisim-roller-sessizlikler-ve-guclu-kalma-stratejileri/

Karakaş Uğurlu, G., Koç Apaydın, Z., Haydanlı, A. M., & Akıncı, M. B. (2021). Kanser hastalarında yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve uyku bozukluklarının tedavisinde uyku hijyeni ve psikopatolojinin yeri: Bir yol analizi çalışması. Genel Tıp Dergisi, *31*(2), 112–118. https://doi.org/10.54005/GENELTIP.1036518

Koçatakan, P & Ataseven, H. Pankreas kanseri. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi, 54*(1), 59-65. https://doi.org/10.20492/aeahtd.806164

Kugbey, N., Osei-Bonsu, E., & Asante, K. O. (2022). Psychological interventions for improving self-concept and coping among cancer patients: A systematic review. Psycho-Oncology, 31(4), 543–552. https://doi.org/10.1002/pon.5874

Lippi, G., & Mattiuzzi, C. (2020). The global burden of pancreatic cancer. *Archives of Medical Science*, *16*(4), 820–824. https://doi.org/10.5114/aoms.2020.94845

Matthew, A. G., Incze, T., Stragapede, E., Guirguis, S., Neil-Sztramko, S. E., & Elterman, D. S. (2025). Implementation of a sexual health clinic in an oncology setting: patient and provider perspectives. *BMC Health Services Research, 25*(1), 123. https://doi.org/10.1186/s12913-024-12092-8

Moore, J. V., Scoggins, C. R., Philips, P., Egger, M. E., & Martin, R. C. G. (2024). Optimization of exocrine pancreatic insufficiency in pancreatic adenocarcinoma patients. Nutrients, 16(20), 3499. https://doi.org/10.3390/nu16203499

Neuzillet, C., Bouché, O., Tournigand, C., Chibaudel, B., Bauguion, L., Bengrine-Lefevre, L., Lopez-Trabada Ataz, D., Mabro, M., Metges, J. P., Péré-Vergé, D., Conroy, T., Lièvre, A., Andre, M., Desseigne, F., Goldwasser, F., Henriques, J., Anota, A., & Hammel, P. (2023). Effect of adapted physical activity in patients with advanced pancreatic cancer: The APACaP GERCOR randomized trial. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network, 21*(12), 1234–1242.e17. https://doi.org/10.6004/jnccn.2023.7065

Nicoletti, A., Vitale, F., Paratore, M., Quero, G., Negri, M., Nista, E. C., Alfieri, S., Gasbarrini, A., & Zileri Dal Verme, L. (2024). Neuropancreatology: The nervous system and pain management in pancreatic diseases. *Life (Basel, Switzerland)*, *14*(3), 299. https://doi.org/10.3390/life14030299

Oraiqat, A., Nardella, N., Gilchrist, N., Goodchild, S., Berhan, D., Stancil, L., & Hodul, P. (2025). Exocrine pancreatic insufficiency in pancreatic cancer patients: Increasing awareness and screening. Journal of the National Comprehensive Cancer Network, 23(3.5), QIM25-235. https://doi.org/10.6004/jnccn.2024.7268

Pancreatic Cancer Action Network. (2025). Diet and Nutrition Booklet. https://media.pancan.org/patient-services/educational-materials/PanCAN-Booklet-Diet-Nutrition.pdf

Pancreatic Cancer Europe. (2022). *Nutrition and pancreatic cancer.* Retrieved from https://pancreaticcancereurope.eu/project/nutrition-and-pancreatic-cancer/

Pezzilli, R., Caccialanza, R., Capurso, G., Brunetti, O., Milella, M., & Falconi, M. (2020). Pancreatic enzyme replacement therapy in pancreatic cancer. Cancers, 12(2), 275. https://doi.org/10.3390/cancers12020275

Pezzilli, R. (2021). Neuropathic pain in pancreatic cancer: An update of the last five years. Gastroenterology Insights, 12(3), 302–309. https://doi.org/10.3390/gastroent12030027

Petzel, M. Q. B., & Ebrus, C. S. (2022). Nutrition in pancreatic cancer. In M. T. Bhutani, A. B. Lowy, & J. Kleeff (Eds.), *Pancreatic cancer: A multidisciplinary approach* (pp. 317–341). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05724-3_26

Phillips, M. E., Hopper, A. D., Leeds, J. S., Roberts, K. J., McGeeney, L., Duggan, S. N., & Kumar, R. (2021). Consensus for the management of pancreatic exocrine insufficiency: UK practical guidelines. *BMJ Open Gastroenterology*, *8*(1), e000643. https://doi.org/10.1136/bmjgast-2021-000643

Picozzi, V. J., Mandelson, M. T., Najjar, A., Li, M., Harb, D. E., & Kort, J. J. (2025). Pancreatic enzyme replacement therapy in advanced adenocarcinoma of the pancreas improved overall survival: A retrospective, single institution study. Oncologist, *30*(4), oyaf014. https://doi.org/10.1093/oncolo/oyaf014

Sert, F., Özkök, S., Oruç, N., Ünalp, Ö., Yalman, D., Nart, D., Aydın, A., Uguz, A., Karabulut, B., Yılmaz, F., Şanlı, U. A., & Haydaroğlu, A. (2020). Ege Üniversitesi hastanesi veri tabanındaki pankreas kanserlerinin epidemiyolojik ve genel sağkalım özellikleri. *Ege Tıp Dergisi*, 25-32. https://doi.org/10.19161/etd.814910

Shahsavar, Y., & Choudhury, A. (2023). Examining influential factors in newly diagnosed cancer patients and survivors: Emphasizing distress, self-care ability, peer support, health perception, daily life activity, and the role of time since diagnosis. PLOS One, 18(9), e0291064. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291064

Silva, A., & Wenstrup, T. (2021). Nerve blocks for pancreatic cancer pain. American Family Physician, 103(8), 502.

Sun, X., Zhang, Y., Lu, Z., Shu, Z., Zhang, K., & Chen, Y. (2025). Comparative efficacy of interventions for insomnia in cancer patients: A systematic review and network meta-analysis. Sleep and Breathing, 29, Article 133. https://doi.org/10.1007/s11325-025-03300-8

Timmanpyati, S., Canday, E., Samant, B., Gorey, V., Thakur, S. C., Suryanarayana, V. P., Sinha, T., Bhardwaj, S., Prem, R., & Ingtipi, D. (2024). Nutritional management in cancer cachexia. *Journal of Nutrition Research, 12*(2), 75–85. https://doi.org/10.55289/jnutres/v12i2.43

Umudum, H., Özdaş, M. Z., & Dolaş, Y. (2016). Türkiye'de pankreas kanseri mortalitesi ve insidansındaki değişim. *Güncel Patoloji Dergisi,* PB006(999), 1–2.

Wagner, M. (2023). Pancreatic cancer: Nursing diagnoses, care plans, assessment & interventions. NurseTogether. Retrieved from https://www.nursetogether.com/pancreatic-cancer-nursing-diagnosis-care-plan/

Weimann, A., Braga, M., Carli, F., Higashiguchi, T., Hübner, M., Klek, S., Laviano, A., Ljungqvist, O., Lobo, D. N., Martindale, R., Waitzberg, D. L., Bischoff, S. C., & Singer, P. (2017). ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*, *36*(3), 623–650. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.02.013

World Health Organization. (2019). WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/9789241550390

Yoon, S. L., Grundmann, O., Rogers, S., Schlaeger, J. M., Han, B., Agyare, E., & Wilkie, D. J. (2025). Cachexia in pancreatic cancer: New insights to impact quality of life and survival. *Nutrients, 17*(19), 3064. https://doi.org/10.3390/nu17193064

Yoshida, K., Hashimoto, T., Koizumi, T., & Suzuki, N. (2024). Psychosocial experiences regarding potential fertility loss and pregnancy failure after treatment in cancer survivors of reproductive age: A systematic review. Supportive Care in Cancer, 32, 337. https://doi.org/10.1007/s00520-024-08544-w

Zhang, L., Liu, Y., & Zhao, H. (2024). Self-concept and psychological distress in pancreatic cancer patients: A cross-sectional study. Journal of Pain and Symptom Management, 67(1), 45–53. https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2023.08.012

ROMATOİD ARTRİT HASTALARI İÇİN KANITA DAYALI KLİNİK TEDAVİ VE BAKIM ÖNERİLERİ

Fatma ERTEN

Uzm. Hem., İstanbul Üniversitesi, İstanbul Hastanesi, Gastroenteroloji Servisi, İstanbul-Türkiye, ORCID: 0009-0009-8380-6213

Semiha AKIN EROĞLU

Prof. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İstanbul-Türkiye ORCID: 0000-0002-1901-2963

Anita KARACA

Dr. Öğr. Üyesi, Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İstanbul-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-6552-4399

Özet

Romatoid artrit (RA) sinovyal inflamasyon ile karakterize, genellikle el ve ayakların küçük eklemlerini simetrik olarak tutan, poliartiküler şişlik ve ağrıya yol açan otoimmün bir hastalıktır. Hastalık, eklem içi ve eklem dışı bulgularla seyredebilir. RA'nın ilaç tedavisi ile tamamen ortadan kaldırılması mümkün değildir; bu nedenle tedavi, hastaların yaşam kalitesini artırmaya yönelik semptomatik yaklaşımları da içermelidir. Tedavinin temel hedefleri eklem hasarını ve sakatlığı önlemek, hastalığa bağlı sistemik belirtileri kontrol altına almak, tam remisyon sağlamak veya en azından 6 ay içinde hastalık aktivitesini belirgin şekilde azaltmaktır. Bu nedenle erken tanı ve tedavi kritik öneme sahiptir. Tedavi planı; hastalık aktivitesi, eşlik eden komorbiditeler ve hasta tercihleri doğrultusunda şekillendirilmelidir. Amerikan Romatoloji Koleji (ACR) ve Avrupa Romatoloji Dernekleri Birliği (EULAR) tarafından geliştirilen derecelendirme sistemine göre tedavi önerileri güçlü, orta ve koşullu olarak sınıflandırılmaktadır. Hastalığın progresyonunu yavaşlatmak amacıyla hastalığı modifiye eden antiromatizmal ilaçlar (DMARD) kullanılmaktadır. Semptomların başlangıcından itibaren ilk 3 ay içinde DMARD tedavisine başlanması güçlü bir öneri olarak vurgulanmaktadır. Farmakolojik tedavinin yanı sıra, RA hastalarında işlevselliği artırmak ve yorgunluğu azaltmak için egzersiz ve fizik tedavi yüksek öneri gücüne sahip yaklaşımlar arasında yer almaktadır. ACR (2024) tarafından eklem koruma teknikleri, ergonomik düzenlemeler, Akdeniz tarzı beslenme, uyku hijyeni, psikososyal müdahaleler (örneğin bilişsel davranışçı terapi, stres yönetimi) ve öz-yönetim programlarının uygulanması önerilmektedir. Ayrıca eklem stresini ve inflamasyonu azaltmak için kilo yönetimi güçlü öneriler arasındadır. EULAR (2018), kronik inflamatuvar artrit hastalarında hemşirelik bakımına ilişkin üç temel ilke (1.Romatoloji hemşireleri sağlık ekibinin ayrılmaz bir parçasıdır; 2.Romatoloji hemşireleri kanıta dayalı bakım sağlar; 3.Hemşirelik uygulamaları hasta ile ortak karar almaya dayanır) ve sekiz öneri geliştirmiştir. RA hastalarında hemşirelik bakımının odak noktaları; tanılama, semptom kontrolü, eğitim ve psikososyal destek olmalıdır. Hastaların hastalığa ve tedaviye uyumunun sağlanması, zorluklarla baş edebilmesi ve semptomların yönetilmesinde hemşirelerin rolü kritik öneme sahiptir. Bu bildiride, romatoid artritli bireyler için güncel kanıta dayalı tedavi ve hemşirelik bakımı uygulamalarının ele alınması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kanıta dayalı uygulama, romatoid artrit, öz yönetim

EVIDENCE-BASED TREATMENT AND CARE RECOMMENDATIONS FOR PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS

Abstract

Rheumatoid arthritis (RA) is an autoimmune disease characterized by synovial inflammation, typically affecting the small joints of the hands and feet symmetrically, and causing polyarticular swelling and pain. The disease may present with both articular and extra-articular manifestations. Complete eradication of RA through pharmacological treatment is not possible; therefore, therapy should also include symptomatic approaches

aimed at improving patients' quality of life. The primary goals of treatment are to prevent joint damage and disability, control systemic manifestations, achieve complete remission, or at least significantly reduce disease activity within approximately six months. Early diagnosis and treatment are therefore of critical importance. Treatment strategies should be individualized based on disease activity, comorbidities, and patient preferences. According to the grading systems developed by the American College of Rheumatology (ACR) and the European League Against Rheumatism (EULAR), treatment recommendations are classified as strong, moderate, or conditional. Disease-modifying antirheumatic drugs (DMARD) are used to slow disease progression, and initiation of DMARD therapy within three months of symptom onset is strongly recommended.

In addition to pharmacological therapy, exercise and physical therapy are strongly recommended to improve functionality and reduce fatigue in RA patients. The ACR (2024) also recommends joint protection techniques, ergonomic adaptations, adherence to a Mediterranean diet, sleep hygiene, psychosocial interventions (such as cognitive behavioral therapy and stress management), and self-management programs. Weight management is strongly advised to reduce joint stress and inflammation.

EULAR (2018) has outlined three overarching principles for nursing care in chronic inflammatory arthritis: (1) Rheumatology nurses are integral members of the healthcare team; (2) Rheumatology nurses provide evidence-based care; and (3) Nursing practice is based on shared decision-making with the patient. Additionally, eight specific recommendations have been developed. Nursing care for RA patients should focus on assessment, symptom control, education, and psychosocial support. Nurses play a crucial role in promoting treatment adherence, helping patients cope with challenges, and managing symptoms effectively. This paper aims to highlight current evidence-based treatment and nursing care practices for individuals with rheumatoid arthritis.

Keywords: Evidence-based practice, rheumatoid arthritis, self-management

Giriş

Romatoid artrit (RA) sinovyal inflamasyon ile karakterize, karşılıklı olarak el ve ayakların küçük eklemlerini tutan, poliartiküler şişlik ve ağrı şeklinde bulgulara neden olan, eklem ve eklem dışı bulguların geliştiği otoimmün hastalıktır (Gravallese & Firestein, 2023). Hastalık karakteristik olarak tendonlarda ve bağlarda gerilmelere, eklemlerde kıkırdak ve kemik harabiyetine yol açarak, tedaviye yanıt alınamaz ise fiziksel işlev kayıplarına neden olmaktadır (Akdemir, 2021). Hastalığın yalnızca eklemlerde sınırlı kalmadığı, sistemik inflamasyona neden olduğu, kas, kalp, karaciğer ve bağırsak gibi organları da etkilediği bilinmektedir (Gravallese & Firestein, 2023; Ovayolu & Ovayolu, 2021). Dünyada RA prevalansı %0,4-1,3 arasında, ülkemizde ise %0,4 oranında bildirilmiştir. Ülkemizde RA prevalansı, Yunanistan ve İtalya gibi diğer Akdeniz ülkeleriyle benzerlik göstermektedir. RA her yaşta görülmekle birlikte, sıklıkla 30-40 ve 50-60 yaşları arasında başlamaktadır (Akdemir, 2021; Emiral Öztürk ve ark., 2019; Ovayolu & Ovayolu, 2021).

Romatoid artrit, eklem hasarına ve sinovyal inflamasyona sebep olan anormal bir immün yanıt tablosudur. Günümüzde RA patogenezi makrofaj fibroblast hipotezi ve T hücre hipotezi ile açıklanmaktadır. İlk olarak sinovyumda eklem lezyonu oluşur (Akdemir, 2021). Normalde sinovya, intima ve subintima ismi verilen az sayıda hücre içeren iki tabakadan meydana gelir. İntima tabakasında bulunan sinovyal hücrelerde hem hipertrofi hem de hiperplazi ortaya çıkar, sonrası T hücrelerinin yoğunlukta olduğu hücre artışı meydana gelir (Ovayolu & Ovayolu, 2021). Hastalığın ilk dönemlerinde bol miktarda bulunan T hücreleri daha sonraki evrelerde azalmaya başlar. Nötrofiller, lenfositler ve makrofajlar lizozomal enzimler salgılar ve fagositoz işlevini yerine getirirler. Bu etkiler sonucu eklem kıkırdağı zarar görerek sinovyal membran kalınlaşır. Sinovyal alanda artmış enflamasyon ve prolifere sinovyal oluşuma "pannus" adı verilir. Pannus, kemik ve kıkırdak yıkımına sebep olur. RA patogenezi evrelerine göre belirtiler ve radyolojik bulgular Tablo 1'de sunulmaktadır (Akdemir, 2021).

Tablo 1. Romatoid artrit patogenezinin evreleri

Evre		Belirti	Bulgular
1	T hücrelerine antijen sunma	Yok	• Yok • X-ray normal
2	T ve B hücre proliferasyonu, sinovyumda anjiyogenez	Halsizlik, sabah tutukluğu	• Küçük eklemlerde, ayrıca bilek ve dizlerde ağrı ya da şişlik • X-ray normal
3	Sinovyal sıvı incelemesinde polimorf nüveli lökositler, sinovyal hücre proliferasyonu	Halsizlik, yorgunluk, sabah tutukluğu, eklem ağrısı, şişlik	• Eklemlerde sıcaklık ve şişme, • Sinovyal ve yumuşak dokularda proliferasyon • X-ray'de yumuşak doku şişliği, nodüller, sınırlı ROM (eklem hareket açıklığı),
4	Pannus invazyonu, kondrosit aktivasyonu, enzim aktivasyonu	Evre 3'teki belirtiler devam eder	• Evre 3'teki bulgular • Bu bulgulara ilave olarak Manyetik Rezonans Görüntüleme'de proliferatif pannus, periartiküler osteopeni
5	Subkondral kemik erozyonu, kıkırdağa pannus invazyonu, ligaman yapılarında tutulum	Evre 3'teki belirtilere ek olarak fonksiyon kayıpları, deformiteler	• Evre 3'teki bulgular. Bu bulgulara ilave olarak eklem dışı tutulum, fleksiyon kontraktürleri, instabilite • X-ray'de eklem aralığında daralma, erozyonlar

Akdemir, N. (2021). İç hastalıkları ve hemşirelik bakımı. Akademisyen Kitabevi.

Romatoid Artrit Belirti ve Bulguları

Romatoid artrit haftalar veya aylar boyunca süren, sinsi başlangıç ve değişken klinik gösterir. RA semptomları, eklem ve eklem dışı bulgular şeklinde ikiye ayrılır (Yamamoto & Okada, 2019).

Eklem bulguları: Hastalığın akut döneminde ateş, halsizlik ve yorgunluk gibi sistemik bulgular, ilerleyen dönemde eklem ve kas şikayetleri gelişebilir (Chauhan et al., 2023). Tutulum ilk olarak ellerden başlayıp sonrası el-ayak eklemlerine ve tüm sinovyal eklemlere yayılır. Eklemlerde inflamasyon bulgusu olarak ısı artışı, hassasiyet ve şişlik görülür (Akdemir, 2021).

Eklem dışı bulgular: ***İç organ nodülleri:*** Birden çok iç organda nodüller görülebilir. Bunlar, akciğer, larinks, sklera ve kalp gibi organlarda sık olarak gözlenir. ***Deri altı nodülleri:*** Romatoid artritli bireylerin yarısından daha azında görülür. Deri altı nodüller genellikle basıncın olduğu yerlerde ortaya çıkar (Akdemir, 2021; Ovayolu & Ovayolu, 2021). ***Felty sendromu:*** Bu sendrom nötropeni ve splenomegali ile karakterizedir, ancak nadiren görülür. ***Kalp tutulumu:*** Kalbin tutulumunda en fazla perikardit, bunun yanı sıra kalpte nodül oluşumu, kalp kapağında ve damarlarda inflamasyon gelişebilir. ***Akciğer tutulumu:*** Romatoid artrit hastalığında akciğer tutulumu yaygın olarak ilk 5 yıl içinde ortaya çıkar. Olguların %10-20'sinde eklem semptomları başlamadan önce akciğer tutulumu gelişebilir (Acer Kasman & Engin Tezcan, 2022). ***Gözlerde tutulum:*** Oküler tutulum oldukça sıktır. Yaygın olarak gözlenen göz bulguları sklerit, periferik korneal ülser ve kuru gözdür. Nodüler sklerit ve nodüler episklerit, çoğunlukla 60 yaş civarında gözlenir (Kırboğa ve ark., 2015). ***Romatoid vaskülit:*** Damar inflamasyonu genellikle ilerlemiş evrede ortaya çıkan bulgudur (Akdemir, 2021; Ovayolu & Ovayolu, 2021).

Romatoid Artrit Hastalığında Tanı

Tanıda C-Reaktif Protein (CRP), tam kan sayımı, anti-nükleer antikor (ANA), romatoid faktör (RF) ve Anti-Sitrülinlenmiş Protein Antikor (Anti-CCP) sıkça kullanılan kan testleridir. CRP ve eritrosit sedimentasyon değeri yükselme eğilimindedir, lökositoz ve anemi saptanabilir. Eklem grafileri RA'lı hastalığı için spesifiktir. Hastalığın ilerlemesiyle birlikte kemik kenarlarında erozyon ve eklem boşluklarında birleşme gelişir. Sinovyal sıvı incelendiğinde hücre sayısının arttığı ve sıvının bulanık olduğu belirlenir (Akdemir, 2021; Durmaz & Ağardan, 2024). RA'in başlangıç döneminde paraneoplastik durumlar, enfeksiyon gibi tabloların dışlanması

gerekir. Hastada 2-4 hafta gibi süreli eklem ağrısı varsa RA tanısından şüphe edilir. Tanı ve hastalık evresinin belirlenmesi amacıyla fizik muayene, laboratuvar bulguları ve radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılır. Fizik muayenede eklemlerde simetrik tutulum, şişlik, hassasiyet ve ısı değişiklikleri açısından değerlendirme yapılır (Cush, 2021; Sarman, 2023).

Romatoid artritli olguları sınıflandırmak amacıyla 1987 yılında geliştirilen Amerikan Romatoloji Koleji sınıflaması uzun yıllar boyunca kullanılmıştır. Bu kriterlerle sıklıkla geç evredeki RF pozitif olguların, RA ile sınıflandırılabileceği görülmüştür. Olguların erken tanınması oldukça zordur (Akdemir, 2021). Yeni sınıflama kriterleri, American College of Rheumatology (ACR) ve European League Aganist Rheumatism (EULAR) tarafından 2010 yılında oluşturulmuştur (Aletaha et al., 2010).

Romatoid Artrit Hastalığında Tedavi

Farmakolojik tedavi

Romatoid artrit hastalığının ilaçlar ile tamamen ortadan kaldırılması mümkün değildir, hastaların yaşam kalitesini arttırmaya yönelik semptomatik tedaviye ihtiyaç vardır (Durmaz & Ağardan, 2024). Bireye RA tanısı konulduktan sonra genel olarak tedavi hedefleri; eklemlerdeki hasarı, sakatlığı ve RA'ya bağlı oluşan sistemik belirtileri önlemek, tam remisyona ulaşmak veya yaklaşık 6 aylık bir zaman içinde hastalık aktivitesini en azından önemli ölçüde azaltmaktır (Lin et al., 2020). RA'nın tedavi seçenekleri arasında non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAİİ), glukokortikoidler, hastalığı modifiye edici antiromatizmal ilaçlar (Disease-Modifying Antirheumatic Drugs [DMARD]), immünsüpresifler, monoklonal antikorlar, nanoteknoloji, gen terapisi, lipozomlar, biyolojik ajanlar, süperparamanyetik demir oksit nanopartiküller ve nonfarmakolojik tedaviler bulunmaktadır (Akdağ & Kırmusaoğlu, 2019; Durmaz & Ağardan, 2024; Lin et al., 2020).

Non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar: Bu gruptaki ilaçlar ağrıyı hafifletmek, inflamasyonu azaltmak için uygulanır (Bullock et al., 2019). NSAİİ analjezik ve antipiretik etkileri nedeniyle sıklıkla her yaş grubunda kullanılır (Akdemir, 2021). NSAİİ hızlı etkili ilaçlardır (naproksen, asetilsalisilik asit, ibuprofen ve etodolak). Bu ilaçlar hastalığın gidişatını değiştirmezler ve çoğunlukla DMARD'lar ile birlikte kullanılırlar. Bu grup ilaçların uzun süreli kullanımı sonrası böbrek fonksiyonları bozulabilir ve gastrointestinal sorunlar görülebilir (Akdemir, 2021; Bullock et al., 2019; Durmaz & Ağardan, 2024).

Glukokortikoidler: Güçlü anti-inflamatuvar, antialerjik, hastalık modifiye edici ve immünsüpresif etkileri nedeniyle inflamatuvar, otoimmün ve alerjik hastalıkların tedavisinde kullanılır. Bu grup ilaçlar prednizolon, hidrokortizon, deksametazon gibi glukokortikoidler olup birkaç yolak üzerinden anti-inflamatuvar etki gösterirler (Durmaz & Ağardan, 2024). Oral veya parenteral yolla uzun süre kullanılmaları durumunda osteoporoz ve kırıklar, kan şekeri regülasyonunun bozulması, adrenal baskılanma, dislipidemi, kilo artışı, cushingoid görünüm, kan basıncı yüksekliği, fırsatçı enfeksiyonlar, gastrointestinal sistem şikayetleri, kardiyovasküler sorunlar ve psikiyatrik bozukluklar gibi yan etkiler görülebilir (Akdeniz ve ark., 2018).

Hastalığı modifiye eden antiromatizmal ilaçlar (DMARD'ler): Günümüzde RA hastalığına ek olarak diğer inflamatuvar hastalıklarda yaygın olarak kullanılır. Bu gruptaki ilaçlardan en önemlileri; metotreksat, sülfasalazin, antimalaryal ilaçlar (hidroksiklorokin ve klorokin) ve leflunomid'tir (Sağlık Bakanlığı ve Ankara Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ortak Raporu, 2019). İlaçlar yavaş etkilidir, hastalık sürecini hafifletme işlevleri vardır fakat bir derecede olsa da kronik inflamasyon devam eder. Hastalık genellikle ilaç kesildikten sonra nüks eder (Lin et al., 2020). DMARD grubunda yer alan ilaçlara altın bileşikler, penisilamin, antimalaryalar ve immünsüpresifler örnek olarak verilebilir (Ovayolu & Ovayolu, 2021).

İmmünsüpresifler: Bu gruptaki ilaçlara örnek olarak azatiopirin, siklofosfamid, metotreksat ve leflunomid verilebilir.

Biyolojik ilaçlar: Biyolojik tedaviler mekanizma olarak hastalığın gelişim aşamasında görev alan genetik veya immün mediyatörlerden birini özgün olarak hedef alırlar. Sık kullanılan başlıca biyolojik ajanlara abatacept, rituksimab, anakinra, anti-tümör nekrozis faktör, infliksimab, etanercept, adalimubab örnek verilebilir (Ovayolu & Ovayolu, 2021; Tekeoğlu & Sağ, 2016).

Nonfarmakolojik tedavi

Romatoid artrit hastaları el ve ayak bilek eklemlerindeki ağrı, tutukluk, sıcaklık ve şişlik semptomlarının yönetimi için farmakolojik tedavilerin yanında geleneksel tıp yöntemlerini kullanırlar. Bazıları; refleksoloji, yoga, reiki, fitoterapi, aromaterapi, akupunktur, masaj, relaksasyon, meditasyon ve homeopatidir (Atan, 2024).

Romatoid Artrit Hastalığı için Geliştirilmiş Klinik Tedavi Rehberleri Doğrultusunda Kanıta Dayalı Öneriler

Romatoid artritte erken tanı ve tedavi kritik öneme sahiptir. Kanıt düzeyleri, ACR ve EULAR'ın derecelendirme sistemine göre güçlü, orta ve koşullu olarak sınıflandırılır (Tablo 2).

Semptomların başlangıcından itibaren 3 ay içinde DMARD tedavisine başlanması şiddetle tavsiye edilen bir öneridir (güçlü öneri) (American College of Rheumatology, 2021; Smolen et al., 2022). DMARD'lar birçok otoimmün hastalığın progresyonunu yavaşlatmak amacıyla kullanılmaktadır. Remisyonu veya düşük hastalık aktivitesini hedefleyen bir tedavi stratejisidir. Bu tedavi geçerliliği kanıtlanmış ölçütler kullanılarak uygulanmalıdır (Smolen et al., 2022). Uygulanacak tedavi planına klinisyen ve hastaların birlikte karar vermesi önerilmektedir (Şekil 1).

Farmakolojik tedavi önerileri

Orta ve yüksek hastalık aktivitesine sahip ve daha önce DMARD kullanmamış hastalarda birinci basamak tedavisi olarak *metotreksat* monoterapisine (hastalığı modifiye eden antiromatizmal ilaç tedavisinde kullanılan ajanlardan biri) başlanması, kanıt değeri yüksek önerilerden (şiddetle tavsiye edilen/güçlü öneri) birisidir (American College of Rheumatology, 2021). Bazı durumlarda düşük hastalık aktivitesine sahip hastalar için hidroksiklorokin ve sülfasalazin gibi konvansiyonel DMARD'lar önerilmektedir (Smolen et al., 2022). Konvansiyonel DMARD'lara yetersiz yanıt veren hastalarda; *biyolojik* DMARD (bDMARD'lar) (TNF inhibitörleri, IL-6 blokerleri gibi) ve hedefe yönelik sentetik DMARD'lar (tsDMARD'lar) (Janus kinaz (JAK) inhibitörleri gibi) önerilmektedir (Smolen et al., 2022). Kısa süreli glukokortikoid kullanımı (<3 ay) kalıcı veya nihai tedaviye başlanana kadar geçici bir süre uygulanan destekleyici tedavi ("köprü tedavisi") olarak başlanabilir, ancak uzun süreli kullanımı kesinlikle önerilmemektedir (American College of Rheumatology, 2021).

Farmakolojik olmayan girişimlere ilişkin öneriler

Romatoid artrit hastalarında işlevselliği iyileştirmek ve yorgunluğu azaltmak için egzersiz ve fizik tedavi öneri gücü yüksek bir yaklaşımdır. Bu hasta grubu için ayrıca eklem koruma teknikleri ve ergonomik uyarlamaların kullanılması önerilmektedir. Akdeniz tarzı beslenme gibi beslenme yaklaşımları, iltihap giderici faydaları nedeniyle bazı hasta gruplarında bazı durumlarda önerilir. RA hastalarında bilişsel davranışçı terapi ve stres yönetimi gibi psikososyal müdahaleler, hastalıkla ve yorgunluk ile başa çıkma becerilerini desteklediği bildirilmektedir. Amerikan Romatoloji Koleji (2024) tarafından öz-yönetim programlarının ağrıyı ve yaşam kalitesini iyileştirdiğine dikkat çekilmiştir (American College of Rheumatology, 2024).

Yaşam tarzı ve bütünleştirici bakıma ilişkin öneriler

Romatoid artrit hastalarında eklem stresini ve iltihabını azaltmak için kilo yönetimi öneri gücü yüksek bir yaklaşımdır (Smolen et al., 2022). Uyku hijyenine yönelik uygulamalar yorgunluk düzeyini hafifletir ve genel sağlığı iyileştirir (American College of Rheumatology, 2024). Akupunktur ve masaj gibi tamamlayıcı tedavilerin aynı hasta grubunda semptomları hafifletebileceği bildirilmekle birlikte, bu tür uygulamaların kanıt değerlerinin sınırlı olduğuna dikkat çekilmektedir (American College of Rheumatology, 2024).

Başlangıç ➔ Romatoid Artrit Tanısı		
Hastalık Aktivitesini ➔ Değerlendir		
Hastalık Aktivitesi ➔ Orta/Yüksek mi?		
Metotreksat (DMARD) Tedavisine ➔ Başla		
Hastalık Aktivitesi ➔3 Ay Sonra Tekrar Değerlendir		
Hastalık Aktivitesi ➔ Remisyon/Düşük Aktivite Var mı?		
Mevcut Tedaviye ➔ Devam Et	VEYA	Tedaviye ➔ Biyolojik Ajanlar/ JAK İnhibitörü Ekle
Farmakolojik Olmayan Destekleyici Yaklaşımlara olan Gereksinim ➔ Değerlendirilir (örn. egzersiz, eğitim, fizik tedavi)		

Şekil 1. American College of Rheumatology - ACR (2021) ve EULAR (2022) yönergelerine dayalı RA yönetim- klinik karar verme şeması

Hastalık aktivitesine göre kanıta dayalı tedavi önerileri

Romatoid artrit için tedavi önerileri hastalık aktivitesi düzeyine, eşlik eden hastalıklara ve hasta tercihlerine göre şekillendirilmelidir (American College of Rheumatology, 2021; Smolen et al., 2022). Hastalık aktivite düzeyine göre tedavi önerileri aşağıda yer almaktadır:

Düşük Hastalık Aktivitesi olan olgular

- *Farmakolojik*: Düşük hastalık aktivitesi olan hastalar için hidroksiklorokin veya sülfasalazin isimli ilaçlar şartlı olarak önerilmektedir (Smolen et al., 2022). Hastalığın ilerlemesi/şiddetlenmesi açısından risk mevcut ise metotreksat tedavisine başlanabilir (American College of Rheumatology, 2021).
- *Farmakolojik Olmayan Girişimler*: Amerikan Romatoloji Koleji tarafından (2024) aerobik ve direnç egzersizlerinin, eklem korumaya yönelik mesleki terapisine ve öz yönetim programlarına katılımın teşvik edilmesi önerilmektedir (American College of Rheumatology, 2024).
- *Yaşam Tarzı*: Amerikan Romatoloji Koleji tarafından (2024) RA hastaları için kilo yönetimi ve uyku hijyeni önerilmektedir (American College of Rheumatology, 2024).

Orta Hastalık Aktivitesi olan olgular

- *Farmakolojik*: Hastalık aktivitesi orta olan RA hastalarında ise birinci basamak tedavi olarak metotreksat monoterapisi öneri gücü yüksek bir yaklaşımdır (American College of Rheumatology, 2021). Tedaviye yetersiz yanıt varsa kombine DMARD tedavisine başlanması düşünülmelidir.
- *Farmakolojik Olmayan Girişimler*: Bu grup hastalar için bu kapsamda özellikle yapılandırılmış egzersiz programları, mesleki terapi ve bilişsel davranışçı terapi gibi psikososyal müdahaleler önerilmektedir (American College of Rheumatology, 2024).
- *Yaşam Tarzı:* Akdeniz tarzı beslenme ve kilo kontrol stratejileri uygulanmalıdır (American College of Rheumatology, 2024).

Yüksek Hastalık Aktivitesi olan olgular

- *Farmakolojik*: Metotreksat tedavisine derhal başlanması önerilmektedir. Bu tedaviye rağmen 3 ay sonra yetersiz yanıt alınırsa, biyolojik bir DMARD ajanı (örneğin, TNF inhibitörü) veya JAK inhibitörü eklenmesi düşünülebilir (Smolen et al., 2022). Kısa süreli glukokortikoid tedavisi "köprü tedavisi" olarak kullanılabilir (<3 ay) (American College of Rheumatology, 2021).
- *Farmakolojik Olmayan Girişimler:* Bu grup hastalar için bu kapsamda yoğun fizik tedavi, mesleki terapiye ve hasta eğitim programlarına başlanmalıdır (American College of Rheumatology, 2024).
- *Yaşam Tarzı:* Agresif kilo yönetimi, uyku kalitesinin geliştirilmesine yönelik girişimler ve stres azaltma stratejileri önerilir (American College of Rheumatology, 2024).

Tablo 2. Romatoid Artrit Hastaları için ACR ve EULAR tarafından farmakolojik ve farmakolojik olmayan girişimlerin kanıt düzeyine derecelendirilmesi

Farmakolojik Tedavi	**Kanıt Düzeyi**	**Kaynak**
• Metotreksat monoterapisi	Güçlü kanıt	American College of Rheumatology, 2021
• Düşük hastalık aktivitesi için hidroksiklorokin veya sülfasalazin	Koşullu kanıt	Smolen et al., 2022
• Yetersiz yanıt için biyolojik DMARD'lar ve JAK inhibitörleri	Güçlü kanıt	Smolen et al., 2022
• Kısa süreli glukokortikoid kullanımı (<3 ay)	Orta düzeyde kanıt; uzun süreli kullanım kesinlikle önerilmez	American College of Rheumatology, 2021
Farmakolojik Olmayan Girişimler	**Kanıt Düzeyi**	**Kaynak**
• Aerobik ve direnç egzersizi	Güçlü kanıt	American College of Rheumatology, 2024
• Su egzersizi, yoga, tai-chi	Orta düzeyde kanıt	American College of Rheumatology, 2024
• Mesleki terapi	Güçlü kanıt	American College of Rheumatology, 2024
• Akdeniz diyeti	Koşullu kanıt	American College of Rheumatology, 2024
• Bilişsel Davranışçı Terapi	Orta düzeyde kanıt	American College of Rheumatology (ACR), 2024
Yaşam Tarzı ve Bütünleştirici Bakım Girişimleri	**Kanıt Düzeyi**	**Kaynak**
• Kilo yönetimi	Güçlü kanıt	Smolen et al., 2022
• Uyku hijyeni	Orta düzeyde kanıt	American College of Rheumatology, 2024
• Akupunktur ve masaj	Düşük ile Orta düzeyde kanıt	American College of Rheumatology, 2024

Romatoid Artrit Hastalığında Hemşirelik Bakımı

Romatoid artritli bireylerde hastalık gidişatının iyileşmesi ve remisyonun sağlanmasında tedavinin yanı sıra hemşirelik bakımının da etkin rol oynadığı bilinmektedir (Akdemir, 2021; Kalav & Bektaş, 2018). RA'lı hastaların hemşirelik bakımında amaç yaşam kalitesini arttırmak ve sağlıklı yaşamı desteklemektir (Ovayolu & Ovayolu, 2021). RA'da hemşirelik yönetiminin amaçları; ağrıyı hafifletmek, tutulan eklem bölgelerinde minimum düzeyde işlev kaybı olması, tedaviye uyumun sağlanması, olası en üst seviyede öz bakım aktivitelerinin gerçekleştirilmesi ve olumlu beden imajının sürdürülmesidir (Akdemir, 2021; Kalav & Bektaş, 2018).

Romatoid artrit hastalığında ilaca uyum da oldukça önemlidir. İlaç tedavisine uyum için reçete edilen ilaçlar açıklanır, eğitimde ilaçların ne zaman kullanılmaya başlanılacağı, nasıl kullanılacağı, dikkat edilmesi

gerekenler, ne kadar süre devam edileceği ve ne zaman sonlandırılacağı konularına yer verilir (Dağ, 2022). Kronik inflamatuvar artrit, RA, ankilozan spondilit ve psoriatik artrit gibi sistemik otoimmün hastalıklar spektrumunun bir yansımasıdır ve fiziksel fonksiyon ile yaşam kalitesini ciddi şekilde bozabilir (Tsiamalou & Brotis, 2020). EULAR (2012 yılında kronik inflamatuvar artritin tedavisinde hemşirelerin rolüne ilişkin kanıta dayalı uygulamaları ve uzman görüşlerini ele alarak 10 maddelik bir öneri yayınlamıştır (van Eijk-Hustings et al., 2012). Kronik inflamatuvar artrit EULAR tarafından 2018 yılında kronik inflamatuvar tedavi ve hemşirelik bakımıyla ilgili olarak 3 kapsamlı ilke ve 8 öneri maddesi düzenlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. EULAR hemşirelik bakımı ilkeleri ve önerileri

İlkeler
1. Romatoloji hemşireleri sağlık ekibinin ayrılmaz bir parçasıdır
2. Romatoloji hemşireleri kanıta dayalı bakım sağlar
3. Hemşirelik uygulamaları hasta ile ortak karar almaya dayanır
Öneriler
1. Hastalık ve tedavi hakkında hasta eğitimi sağlama
2. Öz-yönetim stratejilerini destekleme
3. Hastalık aktivitesi ve tedavi uyumunu izleme
4. Psikososyal destek sunma
5. Yaşam tarzı değişikliklerini teşvik etme (diyet, egzersiz)
6. Multidisipliner bakıma erişimi kolaylaştırma
7. Eklem koruma ve ergonomik düzenlemeleri önerme
8. Yorgunluk ve ağrı yönetimi

Bech, B., Primdahl, J., van Tubergen, A., Voshaar, M., Zangi, H. A., Barbosa, L., Boström, C., Boteva, B., Carubbi, F., Fayet, F., Ferreira, R. J. O., Hoeper, K., Kocher, A., Kukkurainen, M. L., Lion, V., Minnock, P., Moretti, A., Ndosi, M., Pavic Nikolic, M., Schirmer, M., … van Eijk-Hustings, Y. (2020). 2018 update of the EULAR recommendations for the role of the nurse in the management of chronic inflammatory arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases, 79*(1), 61–68.

Hemşirenin romatizmal hastalık yönetiminde rolü, hastalarda öz yönetim becerilerinin desteklenmesine odaklanır. Hasta eğitimi ve danışmanlığı, multidisipliner ekip ile iş birliği ve hasta bakımı önde gelen hemşire temelli klinik uygulamalar arasında olup EULAR önerileri doğrultusunda güncellenmiştir (Bech et al., 2020; Tsiamalou & Brotis, 2020). EULAR (2012) tavsiyeleri, hemşirelerin romatoloji uzmanlığı konusunda bilgi düzeyi ve eğitiminin hasta bakımıyla ilgili ileri hemşirelik bakımının geliştirilmesinde anahtar faktör olduğu, hasta ve ailelerinin profesyonel hemşirelik bakımına erişimi romatizmal hastalıklarda öz yönetimi kolaylaştırdığı ve bakımdan memnuniyeti arttırdığı bildirilmiştir (Bednarek et al., 2023).

Güncellenmiş klinik hemşirelik bakım kılavuzları

Romatoid artrit hastalarında hemşirelik bakımı; tanılama, semptom kontrolü, eğitim ve psikososyal desteği içerecek bütüncül yaklaşıma odaklanmalıdır (Tablo 4) (American College of Rheumatology, 2021; Bartels, 2024; Belleza, 2024; Curran, 2025; Wagner, 2025).

Tablo 4. Romatoid artrit hastalarında hemşirelik bakımı odak alanları

Odak Alanı	Açıklama
Tanılama	Semptomlar ve fonksiyonların kapsamlı değerlendirilmesi
Semptom Kontrolü	Ağrı, yorgunluk ve inflamasyon yönetimi
Eğitim	Hastalık süreci, ilaç uyumu, yaşam tarzı
Psikososyal Destek	Başa çıkma stratejileri, stres yönetimi

European League Against Rheumatism (EULAR). (2018). EULAR recommendations for the role of the nurse in the management of chronic inflammatory arthritis. Retrieved from https://europepmc.org/article/MED/31300458

Hemşirelik tanılaması

Romatoid artritli hastalarda bakıma yönelik girişimleri planlamak için hemşirelik sürecinin ilk aşaması olan tanılama kısmına ayrıntılı ve sistematik olarak sağlık öyküsü ile başlanır. Sağlık öyküsünde sabah tutukluğu, ağrı, eklem hasarı, huzursuzluk, uyku, yorgunluk, ilaç tedavisi, egzersiz, giyinme, hijyen, deri bakımı, boşaltım, beslenme, psiko-sosyal durum, cinsel yaşam, beden algısı, iş, ulaşım, barınma, aile ve sosyal destek durumu, boş zaman aktiviteleri sorgulanır (Tan & Çandaroğlu, 2024). Ağrı özellikleri (yer, yoğunluk, süre) ve sabah tutukluğu gibi semptomların varlığı değerlendirilmelidir. Sağlık geçmişi, eşlik eden hastalıklar ve önceki tedavilere yanıt incelenmelidir (American College of Rheumatology, 2021).

Kas iskelet sistemine odaklanan fiziksel değerlendirme yapılır. Eklemler nodül, deformite ve ödem açısından değerlendirilir ve eklemlerde ağrı, tutukluluk varlığı sorgulanır. Fizik muayenede eklem şişliği, hassasiyet, hareket açıklığı ve fonksiyonel durum değerlendirilmelidir (Wagner, 2025). RA'da eklem dışı belirtiler mutlaka göz önünde bulundurulur. Ev ortamının hasta için uygunluğu hakkında birey ve ailesinden bilgi alınır (Akdemir, 2021). RA'lı bireylerde fiziksel tanılama yanında psikolojik durum da yakından değerlendirilir. Psikososyal tanılamada iletişim becerisi etkin kullanılarak bireyin hastalığı kabullenme, duygu durumu (depresyon, anksiyete, emosyonel rijidite gibi), gelişme durumu, destek sistemlerini çözümleme ve baş etme davranışları sorgulanır. Hastalardan öykü, fizik muayene ve gözlemler sonrası hemşirelik tanıları konulur (Akdemir, 2021; Basit, 2020; Kalav & Bektaş, 2018).

Romatoid artritli hastalarda öncelikli hemşirelik tanıları

- Akut ağrı
- Fiziksel mobilitede bozulma
- Yorgunluk
- Anksiyete
- Bilgi eksikliği
- Düşme riski
- Aktivite intoleransı
- Beden imajının bozulması (Akdemir, 2021; American College of Rheumatology, 2021; Bartels, 2024; Belleza, 2024; Curran, 2025; Ovayolu & Ovayolu, 2021; Wagner, 2025).

Hemşirelik tanısı: **Eklem iltihabı ve doku hasarıyla ilişkili kronik ağrı**

Amaç: Ağrı şiddetini azaltmak

Akut ağrıya yönelik öz bakım davranışları:

- Ağrı şiddeti, yeri ve süresi belirlenir, kaydedilir. Ağrıyı arttıran ve azaltan faktörler belirlenir (Ovayolu & Ovayolu, 2021).
- Ağrıyı azaltmaya yönelik girişimler planlanır (sıcak veya soğuk uygulama, pozisyon değişikliği, masaj, dinlenme, dikkati farklı yöne çekme, destekleyici yastık, gevşeme teknikleri).
- Hasta bireye akut inflamasyon döneminde soğuk uygulama önerilir (Akdemir, 2021).

- Analjezikler, anti-inflamatuvarlar ve yavaş etkili antiromatizmal ilaçlar verilir.
- Reçete edilen ağrı kesiciler ve DMARD'lar planlandığı gibi uygulanmalıdır (American College of Rheumatology, 2021).
- Rahatlama amacıyla sıcak/soğuk terapi uygulanmalıdır (Belleza, 2024).
- Gevşeme teknikleri ve doğru pozisyonlama yöntemleri öğretilmelidir (Akdemir, 2021; American College of Rheumatology, 2021; Ovayolu & Ovayolu, 2021).

Hemşirelik tanısı: **Hastanın hareket kısıtlılığı ve eklemde sertlik ile bulgulanan hastalık ile ilişkili fiziksel mobilitede bozulma**

Amaç: Hastaların optimal düzeyde hareket durumunu sürdürmek

Fiziksel mobiliteye yönelik öz bakım davranışları:

- Uzun süre aynı pozisyonda kalmaktan kaçınmasının önemi açıklanır. Eklem fonksiyonlarını korumaya yönelik inflamasyonlu eklemler için terapötik egzersiz programları oluşturulur. İnflamasyonlu ve akut ağrılı bir eklemi varsa ağrı düzeyi, ödem, yorgunluk ve zorlanma bulgularını hafifletecek şekilde aktivite planı hazırlanır (Dağ, 2022).
- Eklem hareket açıklığı (range of motion) egzersizleri anlatılır ve uygulaması konusunda hasta teşvik edilir. Travmaları önlemek için tuvalet, banyo, koridor merdiven gibi yerlerde hastaların kullanabileceği tutunma barları yaptırılır, ev zemininde kaygan kilim ve halılar bulundurulmaz (Dağ, 2022).
- Günlük yaşam aktivitelerini desteklemek üzere bağımsızlığın sürdürülmesi için özel olarak tasarlanmış destek araç ve gereçler (yürüteç, koltuk değneği, baston, ayakkabı çekeceği, uzun saplı banyo fırçaları, uygun yemek kapları, yükseltilmiş tuvalet oturakları, bağcıksız ayakkabılar, fermuarsız kıyafetler, kavanoz açacakları gibi) temin edilir. Hastalarda kas atrofisi ve kontraktürü engellemek için egzersiz programları yaptırılarak kas açıklığı sağlanır (Akdemir, 2021).
- Hastanın kendi öz bakım gereksinimlerini ve yetersizliklerini tanımlaması istenir (Ovayolu & Ovayolu, 2021).
- Hareket açıklığı egzersizleri ve fizyoterapi için hasta teşvik edilmelidir (Curran, 2025).
- Hastalar yardımcı cihazların (ateller, yürüteçler) kullanımı konusunda teşvik edilmelidir (Bartels, 2024).

Hemşirelik tanısı: **Hastaların ifadesi ile bulgulanan hastalık ile ilişki yorgunluk**

Amaç: Hastaların yorgunluk düzeyini azaltmak

Yorgunluğa yönelik öz bakım davranışları:

- Hastalığın alevlenme dönemlerinde mümkün olduğunca istirahat sağlanır, aşırı aktivitelerden kaçınılır (Akdemir, 2021).
- Yorgunluk düzeyi yorgunluk skalası ile değerlendirilir.
- Hasta bireye yorgunluk yönetimi konusunda bilgilendirilir, hastalık ile yorgunluk arasındaki bağlantı anlatılır, rahatlatıcı tedbirler açıklanır ve uygulaması yönünden teşvik edilir.
- Hastanın dinlenme ve çalışma dengesi sağlanmalı, uzun süre aynı pozisyonda kalmaması gerektiği açıklanır.
- Yorgunluğu önlemek için dinlenme süreleri planlanmalıdır (American College of Rheumatology, 2021).

Hemşirelik tanısı: **Hastanın ifadesi ile bulgulanan hastalık prognozu ile ilişkili anksiyete**

Amaç: Hastaların anksiyete düzeyini azaltmak

Anksiyeteye yönelik öz bakım davranışları:

- Hasta bireyin uyumsuz davranışları olup olmadığı gözlemlenir ve baş etme sürecinde olumlu davranışlar sergilemesi konusunda desteklenir.
- RA'lı birey hastalık sürecine ait kaygıları ve geleceğe yönelik beklentilerini ifade etmesi için teşvik edilir.
- Hastanın yanı sıra ailesinin endişe ve sorularına da yer verilir, soru işaretleri giderilir (Akdemir, 2021; Ovayolu & Ovayolu, 2021). Hastadan duygu ve düşüncelerini ifade etmesi istenir.

Hemşirelik tanısı: **Hastanın ifadesi ile bulgulanan hastalık yönetimi konusunda bilgi eksikliği**

Amaç: Hastanın bilgi eksikliğini gidermek

Bilgi eksikliğine yönelik öz-bakım davranışları:

- Hastanın verilen tedavi programına uyum durumu değerlendirilir, olası etkiler izlenir.
- İlaçlara bağlı yan etkiler geliştiyse bunlar yakından takip edilir ve girişimler planlanır. Hasta bireyin beslenme düzeninin dengeli olması, ilaçların dışında bol sıvı alması, asitli yiyecekler tüketmemesi ve bol sebze meyve tüketmesi konusunda teşvik edilir.

Psiksosyal Bakım

- Beden imajı ile ilgili endişelerin giderilmesi konusunda hastalara duygusal destek sağlanmalıdır (Bartels, 2024).
- Hastalar danışmanlık almaları veya destek gruplarına katılmaları konusunda yönlendirilmelidir (Wagner, 2025).
- Stres yönetimi stratejileri öğretilmelidir (Belleza, 2024).

Taburcu Planlaması ve Evde Bakım

- İlaç rejimi ve takip randevuları hakkında yazılı eğitim kitapçıkları geliştirilmelidir (American College of Rheumatology, 2021).
- Güvenli egzersiz rutinleri ve eklem koruma teknikleri konusunda eğitim verilmelidir (Curran, 2025).
- Diyet önerileri (Akdeniz tarzı diyet) ve alevlenme belirtileri konusunda eğitim verilmelidir (Belleza, 2024).
- Ağrı düzeyi, hareketlilik durumu, uygulanan girişimler ve hastanın uygulanan girişimlere yanıtı kaydedilmelidir (Wagner, 2025).
- Hastanın verilen eğitimin içeriğini ne kadar anladığı eğitim sonrası değerlendirilmeli ve kayıt edilmelidir (American College of Rheumatology, 2021).

Romatoid Artrit Hastaları için Eğitim

Romatoid artrit tedavisi alan hastalarda tedavi uyumunu, öz yönetimi ve genel sonuçları iyileştirmek sürecinde etkili hasta eğitimi büyük önem taşımaktadır. Hasta eğitiminde yer verilmesi gereken temel noktalar şu şekilde özetlenebilir (American College of Rheumatology, 2021; Smolen et al., 2022):

İlaç uyumu

- Hastalığın ilerlemesini önlemek için DMARD'ları ve biyolojik ilaçlarının reçete edildiği şekilde kullanılmasının önemi açıklanmalıdır (American College of Rheumatology, 2021).
- Hastalara metotreksat, biyolojik ilaçlar ve JAK inhibitörleri ile ilişkili olası yan etkiler açıklanmalı ve izlemin önemi tartışılmalıdır (Smolen et al., 2022).

Yaşam tarzı değişiklikleri

- Hastalığın eklemler üzerindeki hasarını azaltmak ve tedaviye yanıtı iyileştirmek için RA hastaları kilo yönetimi konusunda teşvik edilmelidir (Smolen et al., 2022).
- İltihabı ve ilaç ile ilişkili riskleri azaltmak için sigaranın bırakılması teşvik edilmeli ve alkol alımı sınırlanmalıdır (American College of Rheumatology, 2021).

Güvenli egzersiz alışkanlıkları

- Eklem sağlığı için uygun aerobik ve direnç egzersizleri önerilmelidir (American College of Rheumatology, 2024).
- Hastalara alevlenmeler sırasında aşırı efordan kaçınmaları gerektiği açıklanır ve hastalar güvenli rutinler için fizyoterapistlerden danışmanlık almaları konusunda cesaretlendirilir.

Beslenme önerileri

- Meyve, sebze, tam tahıllar ve omega-3 yağ asitleri açısından zengin Akdeniz tarzı bir diyet önerilir (American College of Rheumatology, 2024).
- Hastalar tıbbi olarak önerilmeyen ve etkisi kanıtlanmamış eliminasyon diyetleri veya takviyeleri kullanmamaları konusunda uyarılmalıdır.

Öz yönetim stratejileri

- Kronik Hastalık Öz Yönetim Programı gibi öz yönetim programlarına katılım konusunda hastalar teşvik edilir.
- Günlük işlevlerin sürdürülmesi için eklem koruma teknikleri ve enerji tasarrufu stratejileri öğretilir (American College of Rheumatology, 2024).

Romatoid artritli bireylerin hastalığa ve tedaviye uyum sağlaması, zorluklarla baş edebilmesi, olan veya olası semptomların yönetilmesinde hemşirelerin rolü büyüktür. RA'lı bireylerde hasta eğitimi oldukça önemlidir. RA'lı hastalara tanı süresince kişisel özelliklerine uygun hasta eğitim planı yapılmalıdır. RA tanısının bireyin yaşam şekli üzerindeki etkileri, tedavi şekilleri, semptomlar ve hastalık hakkında bilgisi değerlendirilir. Hastaların tedaviye uyumu, beklentileri ve inançları, çalışma durumu, anksiyetesi, sosyal destek gibi konular sorgulanır (Akdemir, 2021; Kalav & Bektaş, 2018; Ovayolu & Ovayolu, 2021). Hastalığı kontrol altına alma mekanizmaları ve destek sistemleri birlikte değerlendirilir. Daha önceden RA tanısı konmuş bireylerde deformitelere bağlı fonksiyonel değişimler ve tedaviyi tolere etme düzeyi değerlendirilir (Akdemir, 2021; Kalav & Bektaş, 2018).

Eğitimin içeriğinde RA süreci (belirtiler, etiyoloji, tanı testleri), artrit patolojisi, artrit tedavisi (yan etkileri, kullanım şekli, ilaç etkileri, dikkat edilecek noktalar), fiziksel aktivitenin faydaları, egzersiz programının önemi, eklem dışı semptomlar, ağrı yönetimi, eklemlerin korunması (nelere dikkat edileceği), gevşeme tekniklerinin önemi (ne olduğu ve etki mekanizmaları) ve uygulanması, yürüme aktiviteleri, stres ile baş etme, negatif düşünceleri değiştirme, kilo yönetimi, akut inflamasyon varlığında soğuk uygulama yapılması, tutulan eklemlerin dinlendirilmesi, relaksasyon teknikleri, yorgunluk yönetimi, tamamlayıcı tedaviler ve sağlıklı beslenme konularına yer verilir (Akdemir, 2021; Kalav & Bektaş, 2018; Ovayolu & Ovayolu, 2021).

Hastalara öz bakımını tek başlarına yapmalarını destekleyecek yardımcı araç-gereçler ile alakalı eğitim verilir. Ayaklara ve sırta ulaşmayı kolaylaştıran uzun tutamaçlı banyo sünger veya lifi, uzun saplı kalın saç fırçası, uzun tutamaçlı kerata, kavanoz kapak açıcıları vb. yardımcı araç-gereçler ile hastanın bağımsızlık durumu desteklenir. Romatoid artritli hastalarda hemşire liderliğinde verilen bakım uygulamaları hakkında bazı çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Tuna ve Örsal (2021) hemşire liderliğinde RA'lı hastalara verilen bakımın etkinliğini sistematik derlemede incelemişler ve hemşire liderliğinde verilen bakımın beklenen tedavi sonuçlarını karşılamakta olup hastalar için oldukça güvenli olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Tuna & Örsal, 2021). Fusama et al'un (2023) yaptıkları bir çalışmada RA'lı hastalar için hemşirelerin çoğunun psikolojik

destek ve hasta odaklı bakımı gerekli gördüğünü, ancak bunların düşük oranda uygulandığını bildirmişlerdir (Fusama et al., 2023). Sweeney et al. (2021) RA'nın başlangıç evresindeki hastalara verilen hemşire liderliğindeki bakımın hastalar yönünden perspektifini incelemiştir. Hastaların hemşire liderliğindeki bakımı destekledikleri, bakımın profesyonel olduğunu ve güven duyduklarını bildirmişlerdir (Sweeney et al., 2021).

Sonuç

Tam olarak aydınlatılamayan patofizyolojik mekanizmaya dayanan, karmaşıklığı nedeniyle RA yönetimi multidisipliner yaklaşımı gerektirir. RA, kronik olması ve oluşturduğu etkiler nedeniyle hastalığın başlangıcından itibaren hastaların emosyonel, sosyal ve fiziksel fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir. RA hastalarında fonksiyonel yetersizlik gelişmeye başlamaktadır. Sabah sertliği, ağrı, eklemlerde hareket kısıtlılığı, şişlik ve yorgunluk gibi RA'da görülebilen semptomlar hastaların fonksiyonel durumunu ve yaşam kalitelerini farklı derecede etkilemektedir. RA hastalarında hemşirelik bakımının odak noktaları; tanılama, semptom kontrolü, eğitim ve psikososyal destek olmalıdır. Hastaların hastalığa ve tedaviye uyumunun sağlanması, zorluklarla baş edebilmesi ve semptomların yönetilmesinde hemşirelerin rolü kritik öneme sahiptir.

Kaynaklar

Acer Kasman, S., & Engin Tezcan, M. (2022). Romatoid artritte akciğer tomografisi bulguları ve klinik özelliklerle ilişkileri. *Ulusal Romatoloji Dergisi*, *14*(1), 23-28. https://doi.org/10.4274/raed.galenos.2022.92400.

Akdağ, H., & Kırmusaoğlu, S. (2019). Romatoid artrit tedavisinde uygulanan güncel yaklaşımlar. *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *2*(2), 197-206. https://doi.org/10.46373/hafebid.526525.

Akdemir, N. (2021). *İç hastalıkları ve hemşirelik bakımı*. Akademisyen Kitabevi.

Akdeniz, S. Y., Pişkinpaşa, H., Esen, A., Karakaya, P., Doğanşen Çiftçi, S., Okuturlar, Y., & Mert, M. (2018). Glukokortikoid kullanan hastanın yönetimi. *Klinik Tıp Aile Hekimliği Dergisi*, *10*(1), 30-34.

Aletaha, D., Neogi, T., Silman, A. J., Funovits, J., Felson, D. T., Bingham, C. O., 3rd, Birnbaum, N. S., Burmester, G. R., Bykerk, V. P., Cohen, M. D., Combe, B., Costenbader, K. H., Dougados, M., Emery, P., Ferraccioli, G., Hazes, J. M., Hobbs, K., Huizinga, T. W., Kavanaugh, A., Kay, J., … Hawker, G. (2010). 2010 rheumatoid arthritis classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *69*(9), 1580–1588. https://doi.org/10.1136/ard.2010.138461

American College of Rheumatology. (2021). 2021 American College of Rheumatology guideline for the treatment of rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatology, 73*(7), 1108–1123. https://doi.org/10.1002/art.41752

American College of Rheumatology. (2024). *Non-pharmacologic interventions for rheumatoid arthritis.* Retrieved from https://rheumnow.com/sites/default/files/2024-02/Non-Pharmacologic%20Interventions%20for%20Rheumatoid%20Arthritis.pdf

Atan, G. (2024). Romatoid artritli hasta bakımında geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarının etkisi. *Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4*(1), 49-57.

Bartels, E. (2024). Rheumatoid arthritis: Nursing diagnosis & interventions. *Nurse.com.* Retrieved from https://www.nurse.com/clinical-guides/rheumatoid-arthritis/

Basit, G. (2020). Bakımın rehberi: Hemşirelik süreci. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2), 77-90.

Bech, B., Primdahl, J., van Tubergen, A., Voshaar, M., Zangi, H. A., Barbosa, L., Boström, C., Boteva, B., Carubbi, F., Fayet, F., Ferreira, R. J. O., Hoeper, K., Kocher, A., Kukkurainen, M. L., Lion, V., Minnock, P., Moretti, A., Ndosi, M., Pavic Nikolic, M., Schirmer, M., … van Eijk-Hustings, Y. (2020). 2018 update of the EULAR recommendations for the role of the nurse in the management of chronic inflammatory arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *79*(1), 61–68. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215458

Bednarek, A., Klepacz, R., & Bodys-Cupak, I. E. (2023). The role of the nurse in the care and management of patients with rheumatic diseases arising from the current eular recommendations: A Literature review. *Healthcare, 11*(17), 24-34. https://doi.org/10.3390/healthcare11172434.

Belleza, M. (2024). Rheumatoid arthritis nursing care management and study guide. *NursesLabs.* Retrieved from https://nurseslabs.com/rheumatoid-arthritis/

Bullock, J., Rizvi, S. A. A., Saleh, A. M., Ahmed, S. S., Do, D., Ansari, R. A., & Ahmed, J. (2019). Rheumatoid arthritis: A brief overview of the treatment. *Medical Principles and Practice, 27*(6), 501–507. https://doi.org/10.1159/000493390.

Chauhan, K., Jandu, J.S., Brent, L.H., Al-Dhahir, M.A. (Mayıs, 2023). Rheumatoid arthritis. *StatPearls.* Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28723028/

Cush, J.J. (2021). Rheumatoid arthritis: Early diagnosis and treatment. *Medical Clinics of North America, 105*(2), 355-365. https://doi.org/10.1016/j.mcna.2020.10.006.

Curran, A. (2025). Rheumatoid arthritis nursing diagnosis & care plan. *NurseStudy.Net.* Retrieved from https://nursestudy.net/rheumatoid-arthritis-nursing-diagnosis/

Dağ, A. (2022). Romatolojide kullanılan biyolojik tedaviler ve hemşirelik bakımı. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, *4*(1), 45-52. https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.1081310

Durmaz, N., & Ağardan, B. M. (2024). Romatoid artrit tedavisinde hedeflendirilmiş ilaç taşıyıcı sistemlere genel bakış. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 48*(1), 259-273. https://doi.org/10.33483/jfpau.1300942

Emiral Öztürk, G., Ünal, E., Işıktekin Atalay, B., Arslantaş, D., Ünsal, A., & Korkmaz, C. (2019). Bir üniversite hastanesinde romatoid artrit tanılı hastaların umutsuzluk düzeylerinin ve yaşam kalitelerinin belirlenmesi. *Medical Research Reports, 2*(1), 18-22.

European League Against Rheumatism (EULAR). (2018). EULAR recommendations for the role of the nurse in the management of chronic inflammatory arthritis. Retrieved from https://europepmc.org/article/MED/31300458

Fusama, M., Motonaga, T., Kuroe, Y., & Nakahara, H. (2023). Psychological support and patient-centered care for patients with rheumatoid arthritis: Nurses' opinions and practice in Japan. The *International Journal of Rheumatic Diseases*, *26*(9), 1779-1787. https://doi.org/10.1111/1756-185X.14828.

Gravallese, E. M., & Firestein, G. S. (2023). Rheumatoid Arthritis - Common Origins, Divergent Mechanisms. *New England Journal of Medicine*, *388*(6), 529–542. https://doi.org/10.1056/NEJMra2103726

Kalav, S., & Bektaş, H. (2018). Romatoid artrit semptom yönetiminde hemşirelerin rolleri. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 34*(2), 112-130.

Kırboğa, K., Uçar, M., Sarp, Ü., & Arıcı, M. K. (2015). Romatizmal hastalıklarda göz tutulumu. *Bozok Tıp Dergisi, 5*(2), 51-5.

Lin, Y.J., Anzaghe, M., & Schüike, S. (2020). Update on the pathomechanism, diagnosis, and treatment options for rheumatoid arthritis. *Cells, 9*(4), 880. https://doi.org/10.3390/cells9040880.

Ovayolu, N., & Ovayolu, M. (2021). *Temel iç hastalıkları hemşireliği*. Nobel Tıp Kitabevi.

Sarman, Ü. (2023). *Hemşirelik ve ebelik alanında akademik çalışmalar-I*. Artikel Akademi.

Smolen, J. S., Landewé, R. B. M., Bijlsma, J. W. J., Burmester, G. R., Dougados, M., Kerschbaumer, A., ... & van der Heijde, D. (2022). EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis with synthetic and biological disease-modifying antirheumatic drugs: 2022 update. *Annals of the Rheumatic Diseases, 82*(1), 3–18. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-223356

Sweeney, A.T., McCabe, C., Flurey, C.A., Robson, J.C., Berry, A., Richards, P., & Ndosi, M. (2021). The patient perspective of nurse-led care in early rheumatoid arthritis: A systematic review of qualitative studies with thematic analysis. *Journal of Clinical Nursing, 30*(1-2), 145-160. https://doi.org/10.1111/jocn.15531.

Tan, F., & Çandaroğlu, S. (2024). Romatoloji ve romatoloji hemşireliği. *Türkiye Romatizma Araştırma ve Savaş Derneği*. Retrieved from https://trasd.org.tr/romatoloji-ve-romatoloji-hemsireligi

T.C. Sağlık Bakanlığı ve Ankara Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ortak Raporu 2019. Romatoid artrit tedavisinde kullanılan hastalık modifiye edici sentetik ve biyolojik antiromatizmal ilaçlar konulu sağlık teknolojisi değerlendirme raporu. Retrieved from https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/36630/0/romatoidartritstd20200224pdf.pdf.

Tekeoğlu, İ., & Sağ, M. S. (2016). Rituksimab. *Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, 9*(2), 11-19.

Tsiamalou, P., & Brotis, A. G. (2020). Guidelines on the role of nursing in patients with chronic inflammatory arthritis: Do we "agree II"? *Mediterranean Journal of Rheumatology, 31*(3), 306-310. https://doi.org/10.31138/mjr.31.3.306

Tuna, H. İ., & Örsal, Ö. (2021). Hemşire liderliğinde romatoid artritli hastalara verilen bakımın etkinliği (sistematik derleme). *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 10*(1), 144-152. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.712618.

Wagner, M. (2025). Rheumatoid arthritis: Nursing diagnoses, care plans, assessment & interventions. *NurseTogether.* Retrieved from https://www.nursetogether.com/rheumatoid-arthritis-nursing-diagnosis-care-plan/

van Eijk-Hustings, Y., van Tubergen, A., Boström, C., Braychenko, E., Buss, B., Felix, J., Firth, J., Hammond, A., Harston, B., Hernandez, C., Huzjak, M., Korandová, J., Kukkurainen, M. L., Landewé, R., Mezieres, M., Milincovic, M., Moretti, A., Oliver, S., Primdahl, J., Scholte-Voshaar, M., … EULAR. (2012). EULAR recommendations for the role of the nurse in the management of chronic inflammatory arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *71*(1), 13–19. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2011-200185

Yamamoto, K., & Okada, Y. (2019). Shared genetic factors and their causality in autoimmune diseases. *Annals of the Rheumatic Diseases, 78*(11), 1449-1451. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215099.

AMELİYATHANE HEMŞİRELİĞİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

Beyzanur KIZILOĞLU AĞGÜL

Uzman Hemşire, PhD, Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Erzurum-Türkiye (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-9329-9360

Özet

Ameliyathane; cerrahlar, anestezistler, hemşireler ve diğer sağlık profesyonelleri arasında kesintisiz koordinasyon gerektiren, hasta güvenliğinin doğrudan etkilendiği yüksek riskli ve karmaşık bir sağlık bakım ortamıdır. Cerrahi süreçlerde meydana gelebilecek intraoperatif hatalar, iletişim aksaklıkları ve karar verme sürecindeki gecikmeler hasta sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, sağlık hizmetlerinin birçok alanında olduğu gibi ameliyathane hemşireliği uygulamalarında da önemli değişimlere yol açmaktadır. Cerrahi süreçlerin karmaşık yapısı, hasta güvenliğinin ön planda tutulması ve bakım kalitesinin artırılması gerekliliği yapay zekâ destekli sistemlerin kullanımını giderek daha önemli hale getirmiştir. Bu derleme, ameliyathane hemşireliğinde yapay zekâ kullanım alanlarını ve hemşirelik bakımına etkilerini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Yapay zekâ; klinik karar destek sistemleri, erken uyarı mekanizmaları ve robotik uygulamalar aracılığıyla hemşirelik bakımını desteklemektedir. Ayrıca yapay zekâ destekli uygulamaların ağrı kontrolünü iyileştirdiği, komplikasyonların erken saptanmasını kolaylaştırdığı, hasta güvenliğini artırdığı ve bakım süreçlerini daha bireyselleştirilmiş hale getirdiği bildirilmektedir. Sonuç olarak yapay zekâ, ameliyathane hemşireliğinde bakım kalitesini artıran, hasta güvenliğini destekleyen ve hemşirelik uygulamalarını güçlendiren önemli bir destek aracı olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ameliyathane hemşireliği, hasta güvenliği, perioperatif bakım, yapay zekâ.

Abstract

The operating room is a high-risk and complex healthcare environment requiring seamless coordination among surgeons, anesthesiologists, nurses, and other healthcare professionals, directly impacting patient safety. Intraoperative errors, communication breakdowns, and delays in decision-making during surgical procedures can negatively affect patient outcomes. Advances in artificial intelligence technologies are leading to significant changes in operating room nursing practices, as in many areas of healthcare. The complex nature of surgical processes, the need to prioritize patient safety, and the necessity of improving the quality of care have made the use of AI-supported systems increasingly important. This review was prepared to examine the areas of AI application in operating room nursing and its effects on nursing care. Artificial intelligence supports nursing care through clinical decision support systems, early warning mechanisms, and robotic applications. Furthermore, AI-supported applications are reported to improve pain control, facilitate early detection of complications, increase patient safety, and make care processes more individualized. In conclusion, artificial intelligence is considered an important supporting tool in operating room nursing, enhancing the quality of care, promoting patient safety, and strengthening nursing practices.

Keywords: Artificial intelligence, operating room nursing, patient safety, perioperative care.

Giriş

Yapay zekâ kullanımı birçok alanda olduğu gibi sağlık sektöründe de giderek artmaktadır. Yapay zekânın yaygınlaşmasıyla birlikte bu alana ilişkin bilgi, beceri ve uygulama gereksinimi de artmaktadır. Sağlık sistemi içindeki personel sayısı ve mesleki rolleri dikkate alındığında bu süreçten en fazla etkilenecek gruplardan birinin hemşireler olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle yapay zekâ teknolojilerinin etkili biçimde entegre edilmesi ve kullanılması için hemşirelerin bilgi, tutum ve gereksinimlerinin belirlenmesi önemlidir (Kahraman ve ark., 2025).

Yapay zekânın hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu; klinik uygulama, eğitim ve araştırma alanlarında önemli sonuçlar doğurmaktadır. Klinik açıdan yapay zekâ teknolojileri, tanı doğruluğunu artırma, tedavi

müdahalelerini kişiselleştirme ve klinik iş akışlarını kolaylaştırma yoluyla hasta bakımını geliştirme potansiyeline sahiptir. Operasyonel açıdan ise idari görevlerin yapay zekâ destekli otomasyonu ve kaynak tahsisinin optimize edilmesi hemşirelik personelinin iş yükünü azaltabilir, tükenmişliği hafifletebilir ve iş doyumunu artırabilir (Hassanein ve ark., 2025).

Yapay zekânın sağlık hizmetlerine entegrasyonu, perioperatif hemşirelik dâhil olmak üzere birçok alanı yeniden şekillendirmektedir. Perioperatif ortamın giderek karmaşık hâle gelmesiyle birlikte yapay zekâ; hasta güvenliğini artırma, klinik karar verme süreçlerini destekleme ve iş akışı verimliliğini geliştirme açısından önemli araçlar sunmaktadır (Pal, 2025). Ameliyathane hemşireliği açısından bakıldığında yapay zekâ teknolojileri ameliyat öncesi hazırlıkların kişiselleştirilmesi, ameliyat sırasındaki süreçlerin gerçek zamanlı izlenmesi ve ameliyat sonrası bakım kalitesinin artırılması gibi alanlarla ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte şeffaflık eksikliği, algoritmik önyargılar ve veri güvenliği gibi etik ve teknik sorunlar nedeniyle bu teknolojilerin etik, teknik ve mesleki boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Öztürk & Görücü, 2026). Bu doğrultuda bu bildiride ameliyathane hemşireliğinde yapay zekâ kullanım alanlarının, olası katkılarının ve hemşirelik rolüne etkilerinin literatür doğrultusunda ele alınması amaçlanmıştır.

1.Yapay Zekâ Kavramı ve Sağlık Alanındaki Kullanımı

Yapay zekâ tahmin, kümeleme, sınıflandırma ve karar verme gibi insan bilişsel işlevlerini taklit eden algoritmaları ifade etmekte olup çeşitli alt alanları içermektedir. Bu alt alanlardan biri olan makine öğrenimi algoritmaların insan tarafından önceden tanımlanmış kurallar yerine verilerden örüntüler öğrenmesine dayanmaktadır. Makine öğrenimi algoritmaların bilinen sonuçlara sahip etiketli verilerle eğitildiği denetimli öğrenme ya da etiketlenmemiş verilerin sınıflandırıldığı denetimsiz öğrenme şeklinde uygulanabilmektedir. Derin öğrenme ise ham ve yapılandırılmamış verilerdeki gizli özellikleri ya da karmaşık ilişkileri belirlemek için çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanan bir makine öğrenimi alt dalıdır (Harris & Matthews, 2024). Sağlık alanında yapay zekâ sistemleri veri analitiği, klinik karar verme ve tanı süreçlerini desteklemek amacıyla kullanılabilmektedir (Topaz & Pruinelli, 2017).

2. Ameliyathane Ortamı ve Ameliyathane Hemşiresinin Rolü

2.1. Ameliyathane Ortamı ve Hasta Güvenliği

Ameliyathaneler cerrahi girişimlerin gerçekleştirildiği ve sterilitenin büyük önem taşıdığı özel hastane birimleridir. Cerrahlar, anestezistler, hemşireler, teknisyenler ve eczacılardan oluşan multidisipliner yapıya sahip olan ameliyathanelerde bilgi teknolojilerindeki gelişmeler doğrultusunda hastalara yeni yaklaşımlarla hizmetler sunulmaktadır (Ergin ve ark., 2023). Cerrahi bakım dünya genelinde sağlık hizmetlerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ameliyathanede cerrahi girişim öncesinde, sırasında ve sonrasında hasta güvenliğini sağlamaya yönelik uygulanan çeşitli önlemler evrensel olarak kabul edilmektedir. Buna rağmen hatalar ya da ramak kala olaylar yaşanabilmektedir. Ameliyathane hemşireleri hasta güvenliğini ve bakım kalitesini etkileyebilecek faktörlerin belirlenmesinde önemli bir role sahiptir (Chellam Singh & Arulappan, 2023).

2.2. Ameliyathane Hemşiresinin Rolü

Nitelikli hemşireler ameliyat öncesi, ameliyat sırası ve ameliyat sonrası süreçlerde ameliyathanede önemli roller üstlenmektedir. Mathenge (2020) ameliyathane hemşirelerinin ameliyat öncesi, sırası ve sonrasında steril, güvenli ve etkili bir ortamın sağlanmasında önemli rol oynadığını belirtmektedir. Bu süreçte hemşireler hastanın hazırlanması, kayıtların ve yaşam bulgularının kontrolü, ameliyat odasının işlem öncesi hazırlanması ve cerrahi ekibin gereksinimlerinin karşılanması gibi sorumluluklar üstlenmektedir. Ayrıca hemşirelerin olası komplikasyonları öngörebilmesi, değişen koşullara uyum sağlayabilmesi ve gerektiğinde inisiyatif alabilmesi önemli görülmektedir.

19 Nisan 2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan Hemşirelik Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te ameliyathane hemşiresinin görev, yetki ve sorumlulukları steril (scrub) hemşire ve dolaşan (sirküle) hemşire olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Steril hemşire; ameliyat sırasında steril alan içinde çalışmakta, aseptik teknikleri uygulamakta, kontaminasyonu önlemeye yönelik gerekli önlemleri almakta ve ameliyathanede hasta güvenliğine yönelik uygulamalara katkı sağlamaktadır. Ayrıca ameliyat

öncesinde alet ve malzeme hazırlığı yapmakta, cerrahi işlem süresince gerekli steril alet ve malzemelerin hazırlanmasını ve kullanımını sağlamakta, işlem sonrası alet, kompres ve tampon sayımını dolaşan hemşire ile birlikte yapmakta ve ameliyat sırasında alınan doku örneklerini güvenli biçimde dolaşan hemşireye teslim etmektedir. Dolaşan hemşire ise ameliyathanedeki hastanın hemşirelik bakımından sorumlu olup ameliyat öncesi, sırası ve sonrasında cerrahi ekibin malzeme gereksinimlerini karşılamaktadır. Hastanın kimliğini doğrulayarak hasta bilgilerini gözden geçirmekte, ameliyat masasına alınmasına, uygun pozisyon verilmesine ve güvenliğinin sağlanmasına yardım etmektedir. Ayrıca hasta mahremiyetini korumakta ve hasta güvenliği için gerekli uygulamaları yerine getirmektedir. Cerrahi işlem süresince odada kalarak ihtiyaca yönelik destek vermekte, gerekli tıbbi malzemeyi temin etmekte, cerrahi doku örneklerinin uygun şekilde hazırlanması, etiketlenmesi, kayıt edilmesi ve laboratuvara gönderilmesini sağlamakta; işlem sonrasında hastayı ilgili ünite hemşiresine yazılı ve sözlü olarak teslim etmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2011). Bu görev ve sorumluluklar ameliyathane hemşireliğinin hasta güvenliği, aseptik tekniklerin sürdürülmesi, cerrahi ekip gereksinimlerinin karşılanması, malzeme yönetimi ve hasta devir teslimi gibi çok yönlü uygulamaları içerdiğini göstermektedir.

3. Ameliyathane Hemşireliğinde Yapay Zekânın Kullanım Alanları

Ameliyathane ortamında sağlık kayıtları ve fizyolojik izlemin dijitalleşmesiyle birlikte perioperatif tıp veri açısından daha zengin hâle gelmekte; bu durum yapay zekânın giderek büyüyen veri kümeleri üzerinde tahmine dayalı gelişmiş analizler yapabilmesine olanak sağlamaktadır (Harris & Matthews, 2024). Yapay zekâ ile entegre robot teknolojileri de giderek gelişmiş olup son yıllarda robot destekli cerrahi uygulamaları önem kazanmıştır. Cerrahi işlemler sırasında güvenliğin sağlanması, olumlu klinik gelişmelerin desteklenmesi ve enfeksiyon olasılığının azaltılması gibi nedenlerle robot destekli cerrahinin hastanelerde kullanımı daha cazip hâle gelmiştir. Bu bağlamda robotlar hem cerrahi işlemlerde hem de ameliyathane ortamında destekleyici bir rol üstlenmektedir (Ergin ve ark., 2023).

Literatürde yapay zekânın ameliyathane ve perioperatif bakım süreçlerinde kullanımına ilişkin farklı çalışmalar bulunmaktadır. Yapay zekâ ve hassas hemşireliğin perioperatif ve ameliyathane ortamlarına entegrasyonunu inceleyen kapsamlı bir çalışmada 72 çalışma değerlendirilmiştir. İncelemede yapay zekâ uygulamalarının; perioperatif risk sınıflandırması, gerçek zamanlı intraoperatif izlem ve karar destek, bilgisayar görüşüne dayalı iş akışı ve sterilite takibi, otomatik dokümantasyon, robotik destek ve postoperatif uzaktan izlem gibi alanlarda kullanılabildiği belirtilmiştir. Bulgular yapay zekânın erken komplikasyonların belirlenmesi, iş akışı verimliliğinin artırılması ve hemşirelik karar verme süreçlerinin desteklenmesi açısından potansiyel yararlar sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte incelenen çalışmaların çoğunun pilot ya da gözlemsel nitelikte olması nedeniyle geniş ölçekli klinik doğrulamalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Gong ve ark., 2026).

Yapay zekânın ameliyathane ortamındaki önemli kullanım alanlarından biri intraoperatif süreçlerin izlenmesi ve cerrahi iş akışının değerlendirilmesidir. Hashimoto ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada laparoskopik tüp mide ameliyatlarında operatif adımların belirlenmesi amacıyla yapay zekâ algoritmaları geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmada 88 ameliyat videosu incelenmiş olup videolar port yerleştirme, karaciğer retraksiyonu, karaciğer biyopsisi, gastrokolik ligament diseksiyonu, midenin zımbalanması, örnek torbalama ve zımba hattının son muayenesi olmak üzere yedi adıma ayrılmıştır. Videoların analizinde derin sinir ağları kullanılmış ve yapay zekânın ameliyat adımlarını belirleme doğruluğunun ortalama %82 ± %4 olduğu, en yüksek %85,6'ya ulaştığı bildirilmiştir. Araştırma sonucunda yapay zekânın cerrahi videolardan kantitatif cerrahi veri çıkarabildiği ve ameliyat videolarının intraoperatif klinik karar destek sistemleri, risk tahmini veya sonuç araştırmaları için veri kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Ameliyathanede yapay zekâ tabanlı teknolojiler, cerrahi süreçlerin izlenmesinin yanı sıra kontaminasyon riskini azaltmaya yönelik temassız kontrol sistemlerinde de kullanılabilmektedir. Cho ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ameliyathane ortamında temassız arayüzlerde el hareketlerini tanıma doğruluğunu artırmak amacıyla kişiselleştirilmiş sınıflandırıcıya sahip Leap Motion™ teknolojisi kullanılmıştır. Çalışmada beş farklı jest türü destek vektör makinesi ve Naive Bayes sınıflandırıcıları ile değerlendirilmiş; genel doğruluk oranları sırasıyla %99,58 ± 0,06 ve %98,74 ± 3,64 olarak bildirilmiştir. Araştırmada el hareketlerini tanıma özelliğine sahip temassız arayüzlerin ameliyathane kontrol sistemlerini geliştirmek ve cerrahi işlemler sırasında kontaminasyon riskini azaltmak amacıyla geliştirildiği belirtilmiştir.

Robot destekli cerrahi ve bilgisayar destekli cerrahi uygulamaları da yapay zekânın ameliyathane ortamındaki kullanım alanları arasında yer almaktadır. Bilgisayar destekli ortopedik cerrahiye yönelik yapılan bir çalışmada derinlik görüntüleme ve derin öğrenmeye dayalı otomatik, işaretleyici gerektirmeyen bir kayıt ve izleme yöntemi önerilmiştir. Çalışmada derin sinir ağları kullanılarak cerrahi hedefin lokalize edilmesi, hedef alanın segmentasyonu ve kemiğin yüzey geometrisinin çıkarılması sağlanmıştır. Ex vivo kadavra diz deneylerinde yöntemin ortalama 2,74 mm öteleme hatası ve 6,66° dönme hatası gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmada bu yöntemin perkütan işaretleyicilere olan ihtiyacı azaltarak invazivliği düşürebileceği ve cerrahi iş akışının daha verimli hâle gelmesine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir (Liu & Baena, 2020). Benzer şekilde Kassahun ve ark.'nın robotik cerrahi alanına yönelik incelemesinde cerrahide makine öğrenimi yöntemlerini kullanan çalışmaların giderek arttığı; özellikle cerrahi beceri ve yetkinliğin anlaşılması, modellenmesi ve cerrahi iş akışının çıkarılması konularında makine öğrenimine yönelik ilginin arttığı bildirilmiştir. Ayrıca makine öğreniminin büyük miktarda verinin işlenmesi, yorumlanması ve gerçek zamanlı karar vermeyi desteklemesi nedeniyle cerrahi ve girişimsel tedavilerde önemli rol oynayabileceği ifade edilmiştir (Kassahun ve ark., 2016).

Yapay zekâ uygulamaları yalnızca ameliyat sırası süreçlerle sınırlı kalmamakta ameliyat sonrası bakım, devir teslim ve ağrı yönetimi gibi alanlarda da değerlendirilmektedir. Ameliyat sonrası hemşirelik devir teslimlerinde yapay zekânın potansiyel kullanımını inceleyen nitel bir çalışmada ameliyat sonrası hastayı devralan hemşireler açısından durumsal farkındalık ve öngörücü rehberliğin hasta güvenliği için önemli olduğu belirtilmiştir. Çalışmada 11 hemşire ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve yapay zekânın ameliyat sonrası hemşirelik bakımını desteklemedeki olası rolleri tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları uygun şekilde tasarlanmış yapay zekâ araçlarının hastaya özgü yüksek riskleri belirleyerek ve bu risklere ilişkin tartışmayı başlatarak ameliyat sonrası hemşirelik devir teslim iletişimini kolaylaştırabileceğini göstermektedir (King ve ark., 2023). Ameliyat sonrası bakım kapsamında ele alınan bir diğer alan ise ağrı yönetimidir. Wang ve ark. (2023) tarafından yapılan retrospektif gözlemsel çalışmada yapay zekâ destekli hasta kontrollü analjezi uygulaması kapsamında ameliyat sonrası ağrı yönetiminin kalitesini değerlendirmek amacıyla analjezi kalite indeksi geliştirilmiştir. Çalışmaya 2014-2021 yılları arasında toplam 14.747 hasta dâhil edilmiştir. Araştırmada orta-şiddetli ağrı insidansının kontrol grubunda %26,3, deney grubunda ise %21,7 olduğu; iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, geleneksel ameliyat sonrası ağrı yönetimiyle karşılaştırıldığında analjezi kalite indeksinin orta-şiddetli ağrı insidansını azalttığı ve ameliyat sonrası ağrı yönetiminin kalitesini artırmaya katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Ameliyathanelerde yapay zekâ destekli teknolojilerin uygulanması teknolojik altyapının yanı sıra değişim yönetimi stratejilerinin de dikkate alınmasını gerektirmektedir. Smith ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada ameliyathanelerde yapay zekâ destekli yeni teknolojilerin uygulanmasına yönelik değişim yönetimi stratejileri ele alınmış ve gelecekteki uygulamalarda kullanılmak üzere her kurumun ve projenin ihtiyaçlarına ve özelliklerine göre özelleştirilebilen yeni bir değişim yönetimi modeli geliştirilmiştir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde yapay zekâ destekli teknolojilerin ameliyathane ve perioperatif bakım süreçlerinde intraoperatif izlem, cerrahi iş akışı, temassız kontrol sistemleri, robotik ve bilgisayar destekli cerrahi uygulamaları, ameliyat sonrası devir teslim ve ağrı yönetimi gibi farklı alanlarda kullanılabildiği görülmektedir.

4. Ameliyathane Hemşirelerinin Yapay Zekâya Yönelik Görüşleri ve Eğitim Gereksinimi

Ameliyathane hemşirelerinin yapay zekâya ilişkin bilgi ve görüşlerini inceleyen tanımlayıcı kesitsel bir çalışmada hemşirelerin yapay zekâ konusundaki bilgi düzeylerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak sosyal medyanın güvenilir bir bilgi kaynağı olarak değerlendirilmemesine rağmen yapay zekâya ilişkin en sık başvurulan kaynak olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmada hemşirelerin birçoğunun yapay zekânın iş yükünü azaltabileceği ve hasta bakım kalitesini artırabileceği yönünde olumlu görüşlere sahip oldukları bildirilmiştir (Durukan ve ark., 2026).

Ameliyathane hemşirelerinin yapay zekâya ilişkin farkındalıkları bulunmakla birlikte, güvenilir bilgiye ulaşabilmeleri için eğitime gereksinim duydukları görülmektedir. Bu doğrultuda hemşirelere yapay zekâ konusunda eğitim verilmesi ve teknolojinin mesleki rollerini destekleyecek biçimde entegre edilmesi önemlidir (Durukan ve ark., 2026). Ergin ve ark.'nın ameliyathane hemşireleri üzerinde yürüttüğü çalışmada, yapay zekâ ve robotik hemşireliğe yönelik verilen eğitimin hemşirelerin bilgi düzeylerini artırdığı; ancak aynı

zamanda bu teknolojilere ilişkin kaygı düzeylerinde de artışa neden olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ameliyathane hemşirelerinin robotik cerrahiye ilişkin mevcut bilgi, eğitim programları ve öğrenme fırsatları açısından sınırlılıklar yaşadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar ameliyathane hemşirelerinin yapay zekâ teknolojileri ve robotik hemşirelik konusunda desteklenmesi, eğitim olanaklarının artırılması ve gelecekteki teknolojileri aktif şekilde kullanabilecek yeterliliğe ulaştırılması gerektiğini göstermektedir (Ergin ve ark., 2023).

5. Yapay Zekâ Sürecinde Hemşirenin Değişen Rolü

Yapay zekâ ve makine öğrenimi, cerrahi hemşireliğin gelişiminde önemli bir rol oynamakta ve ameliyathane hemşirelerine tıbbi teknolojileri benimseme ve bu teknolojilere katkı sunma açısından önemli bir fırsat sağlamaktadır. Makine öğrenimi, ameliyathane hemşirelerinin öngörüye dayalı çalışmalarını destekleyebilecek ve klinik sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlayabilecek güçlü bir araç olma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte bu teknolojilerin hemşirelik iş akışına, ameliyathane ortamına ve hastaların cerrahi deneyimlerinin özelliklerine daha iyi uyarlanması, teknolojinin daha etkin kullanılmasını sağlayabilir. Ameliyathane hemşireleri cerrahi hemşireliğin mesleki gelişimini destekleyebilecek yapay zekâ uygulama araştırmalarına katkı sunma ve aktif olarak katılma açısından uygun bir konumdadır. Ameliyat içi cerrahi teknolojiler hastanelerde hasta bakımına yönelik gelişme ve yenilikler sunmaya devam ettikçe cerrahi iş akışlarının ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesinde hemşirelik bilgisinden yararlanılması giderek daha önemli hâle gelmektedir. Hemşirelerin yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasına katkı sunabilecek konumda olması, ameliyathane hemşireliği açısından geleceğe yönelik önemli fırsatlar oluşturmaktadır (Irani & Chu, 2022).

Hemşirelerin bu teknolojilerin kullanıldığı ameliyatlarda hastaya bakım verebilmeleri için hem teknolojiler hem de hazırlık süreci hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca hemşirelerden sürekli gelişen bu teknolojiye ilişkin bilgi ve becerilerini güncel tutmaları beklenmektedir. Bu nedenle hemşirelerin değişen dünyanın gereksinimlerini karşılayabilmek için değişim ve dönüşüm sürecine uyum sağlamaları önemlidir (Ergin ve ark., 2023). Yeni yapay zekâ teknolojilerinin günümüzde hemşireler tarafından yürütülen bazı görevleri üstlenmesiyle hemşirelik mesleğinin etkilenmesi beklenmektedir. Teknoloji hemşirelerin hasta bakımını sunma biçiminde değişime yol açacak olsa da hemşirelere duyulan ihtiyaç devam edecektir. Hemşirelik deneyimi, bilgi ve becerileri; bilgiyi değerlendirme ve işleme konusunda yeni yaklaşımların öğrenilmesine evrilecektir. Bu süreçte hemşireler yapay zekâ teknolojileri tarafından desteklenen ancak yerini bu teknolojilere bırakmayan, bilgiyi bütünleştiren, sağlık koçluğu yapan ve insani bakım sunan bir profesyonel olarak varlığını sürdürecektir (Robert, 2019).

Sonuç ve Öneriler

Literatürde ameliyathane hemşireliğinde yapay zekâ kullanımına ilişkin doğrudan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte mevcut çalışmalar yapay zekânın ameliyathane ve perioperatif bakım süreçlerinde farklı uygulama alanlarına sahip olduğunu göstermektedir. İncelenen literatürde yapay zekâ uygulamaları; intraoperatif süreçlerin izlenmesi, cerrahi iş akışının değerlendirilmesi, temassız kontrol sistemleri, robotik ve bilgisayar destekli cerrahi uygulamaları, ameliyat sonrası devir teslim iletişimi ve ağrı yönetimi gibi alanlarla ilişkilendirilmektedir.

Bununla birlikte yapay zekâ destekli teknolojilerin ameliyathane ortamına entegrasyonunda etik, teknik ve mesleki boyutların birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Şeffaflık eksikliği, algoritmik önyargılar, veri güvenliği, teknolojik altyapı ve değişim yönetimi stratejileri bu süreçte dikkate alınması gereken başlıca konular arasında yer almaktadır. Ameliyathane hemşirelerinin yapay zekâya ilişkin farkındalıkları bulunmakla birlikte güvenilir bilgiye erişebilmeleri ve bu teknolojileri mesleki rollerini destekleyecek biçimde kullanabilmeleri için eğitimle desteklenmeleri önerilmektedir. Yapay zekâ ameliyathane hemşiresinin yerini alan bir uygulama olarak değil; hemşirelik bilgisini, klinik muhakemeyi, bakım süreçlerini ve hasta güvenliğini destekleyen tamamlayıcı bir teknoloji olarak değerlendirilmelidir.

Teşekkür ve Bilgilendirme Notu

Bu çalışma derleme niteliğinde hazırlanmış olup herhangi bir finansal destek alınmamıştır. Yazar, çalışmaya ilişkin herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir. Derleme türünde olması nedeniyle çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynaklar

Chellam Singh, B. & Arulappan, J. (2023). Operating room nurses' understanding of their roles and responsibilities for patient care and safety measures in intraoperative practice. *SAGE Open Nursing*, 9, 23779608231186247. DOI: 10.1177/23779608231186247

Cho, Y., Lee, A., Park, J., Ko, B. & Kim, N. (2018). Enhancement of gesture recognition for contactless interface using a personalized classifier in the operating room. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 161, 39-44. DOI: 10.1016/j.cmpb.2018.04.003

Durukan, N., Görücü, R. & Ayoğlu, T. (2026). Knowledge and opinions of operating room nurses about artificial intelligence: A descriptive cross-sectional study. *Journal of Clinical Nursing*, 35(3), 1350-1360. DOI: 10.1111/jocn.70108

Ergin, E., Karaarslan, D., Şahan, S. & Bingöl, Ü. (2023). Can artificial intelligence and robotic nurses replace operating room nurses? The quasi-experimental research. *Journal of Robotic Surgery*, 17(4), 1847-1855. DOI: 10.1007/s11701-023-01592-0

Gong, L., Zhao, X. & Zong, H. (2026). Artificial intelligence and precision nursing in the operating room: Transforming perioperative safety and surgical outcomes. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 14, 1749600. DOI: 10.3389/fbioe.2026.1749600

Harris, J. & Matthews, J. (2024). Artificial intelligence: Predicting perioperative problems. *British Journal of Hospital Medicine*, 85(8), 1-4. DOI: 10.12968/hmed.2024.0262

Hashimoto, D. A., Rosman, G., Witkowski, E. R., Stafford, C., Navarette-Welton, A. J., Rattner, D. W., Lillemoe, K. D., Rus, D. L. & Meireles, O. R. (2019). Computer vision analysis of intraoperative video: Automated recognition of operative steps in laparoscopic sleeve gastrectomy. *Annals of Surgery*, 270(3), 414-421. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003460

Hassanein, S., El Arab, R. A., Abdrbo, A., Abu-Mahfouz, M. S., Gaballah, M. K. F., Seweid, M. M., ... & Alzghoul, H. (2025). Artificial intelligence in nursing: An integrative review of clinical and operational impacts. *Frontiers in Digital Health*, 7, 1552372. DOI: 10.3389/fdgth.2025.1552372

Irani, C. S. & Chu, C. H. (2022). Evolving with technology: Machine learning as an opportunity for operating room nurses to improve surgical care—A commentary. *Journal of Nursing Management*, 30(8), 3802-3805. DOI: 10.1111/jonm.13736

Kahraman, H., Akutay, S., Yüceler Kaçmaz, H. & Taşci, S. (2025). Artificial intelligence literacy levels of perioperative nurses: The case of Türkiye. *Nursing & Health Sciences*, 27(1), e70059. DOI: 10.1111/nhs.70059

Kassahun, Y., Yu, B., Tibebu, A. T., Stoyanov, D., Giannarou, S., Metzen, J. H. & Vander Poorten, E. (2016). Surgical robotics beyond enhanced dexterity instrumentation: A survey of machine learning techniques and their role in intelligent and autonomous surgical actions. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 11(4), 553-568.

King, C. R., Shambe, A. & Abraham, J. (2023). Potential uses of AI for perioperative nursing handoffs: A qualitative study. *JAMIA Open*, 6(1), ooad015. DOI: 10.1093/jamiaopen/ooad015

Liu, H. & Baena, F. R. Y. (2020). Automatic markerless registration and tracking of the bone for computer-assisted orthopaedic surgery. *IEEE Access*, 8, 42010-42020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2977072

Mathenge, C. (2020). The importance of the perioperative nurse. *Community Eye Health*, 33(110), 44.

Pal, A. D. (2025). Use of artificial intelligence in perioperative care. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 40(4), 1063-1064. DOI: 10.1016/j.jopan.2025.06.002

Robert, N. (2019). How artificial intelligence is changing nursing. *Nursing Management*, 50(9), 30-39. DOI: 10.1097/01.NUMA.0000578988.56622.21

Smith, T. G., Norasi, H., Herbst, K. M., Kendrick, M. L., Curry, T. B., Grantcharov, T. P., Palter, V. N., Hallbeck, M. S. & Cleary, S. P. (2022). Creating a practical transformational change management model for novel artificial intelligence-enabled technology implementation in the operating room. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes*, 6(6), 584-596. DOI: 10.1016/j.mayocpiqo.2022.09.004

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2011). Hemşirelik Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. *Resmî Gazete*, 27910, 19 Nisan 2011. Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/04/20110419-5.htm

Topaz, M. & Pruinelli, L. (2017). Big data and nursing: Implications for the future. *Studies in Health Technology and Informatics*, 232, 165-171. DOI: 10.3233/978-1-61499-738-2-165

Öztürk, S. & Görücü, R. (2026). Artificial intelligence applications in operating room nursing: Current practices and future perspectives. *Northern Journal of Health Sciences*, 2(1), 25-33.

Wang, D., Guo, Y., Yin, Q., Cao, H., Chen, X., Qian, H., ... & Zhang, J. (2023). Analgesia quality index improves the quality of postoperative pain management: A retrospective observational study of 14,747 patients between 2014 and 2021. *BMC Anesthesiology*, 23, 281. DOI: 10.1186/s12871-023-02240-8

TOPLUMUN SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂYA YÖNELİK SOSYAL ALGISI VE BELİRLEYECİLERİ: TÜRKİYE' DE KESİTSEL BİR ARAŞTIRMA

Birgül YABANA KİREMİT

Arş.Gör.Dr. Ondokuz Mayıs University, Faculty of Health Sciences, Department of Healthcare Management, Samsun-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0001-7729-5685

Özet

Bu çalışma, Türkiye genelinde toplumun sağlık hizmetlerinde yapay zekâya (YZ) yönelik sosyal algısını ve bu algıyı etkileyen belirleyicileri incelemek amacıyla gerçekleştirilmiş kesitsel bir araştırmadır. Araştırma verileri çevrim içi anket yöntemiyle toplanmış olup toplam 237 katılımcı analize dâhil edilmiştir.

Katılımcıların %69,6'sı kadın olup yaş ortalaması 31,9'dur. Katılımcıların %11'i lise ve altı, %46,8'i lisans mezunudur. Katılımcıların %64,6'sı günde 3 saat üzerinde internet kullanım süresinin olduğunu, %84'ü YZ araçlarını kullandığını belirtirken, en çok ChatGPT benzeri metin üretim araçları (%65,8) ve Sağlık uygulamaları (eNabız, MHRS vb.) (%23,2)'nı kullandığını belirtmiştir. Katılımcıların YZ'ye yönelik güven düzeyinin sınırlı olduğu, %52,7'sinin kararsız ve %17,7'sinin güvensiz olduğu görülmüştür. Katılımcıların %56,9'u YZ'nin hekimlere yardımcı olabileceğini düşünürken, %38,4'ü hata riskini azaltabileceğine inanmaktadır. Genel YZ algı puanı olumlu düzeydedir ($\bar{X}$=73,51±19,63). Cinsiyete göre yapılan analizde, kadınların YZ algı puanlarının ($\bar{X}$=75,82±17,32) erkeklere ($\bar{X}$=68,21±23,38) kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (t=2,481; p=0,015). Eğitim düzeyine göre yapılan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur (F(3,233)=5,282; p=0,002). Post-hoc analizler (Games-Howell), bu farkın lise ve altı grup ile lisans (p=0,015) ve lisansüstü (p=0,043) grupları arasında olduğunu göstermiştir. Katılımcıların gelir düzeylerine göre YZ'ye yönelik genel algı puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan ANOVA analiz sonucunda ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [F(3,233)=1,238; p>0,05]. Çalışmada kullanılan Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekânın Sosyal Algısı Ölçeğinin güvenirliği yüksek bulunmuştur (Cronbach α=0,967)

Sonuç olarak, toplumun YZ'ye yönelik algısı genel olarak olumlu olmakla birlikte, güven düzeyinin sınırlı olduğu ve algının özellikle eğitim düzeyi ve cinsiyete göre farklılaştığı görülmektedir. Buna karşın gelir düzeyinin anlamlı bir belirleyici olmadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgular, YZ'nin sağlık hizmetlerine entegrasyonunda toplumsal güvenin artırılmasına yönelik stratejilerin önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimler: Yapay Zekâ, Sağlık Hizmetleri, Sosyal Algı, Tutum

SOCIAL PERCEPTION of ARTIFICIAL INTELLIGENCE in HEALTHCARE SERVICES and ITS DETERMINANTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY IN TÜRKİYE

Abstract

This study aimed to examine the social perception of artificial intelligence (AI) in healthcare services and its determining factors among the general population in Türkiye using a cross-sectional design. Data were collected through an online survey, and a total of 237 participants were included in the analysis.

Of the participants, 69.6% were female, with a mean age of 31.9 years. Regarding educational level, 11% had a high school education or below, while 46.8% held a bachelor's degree. Most participants (64.6%) reported using the internet for more than 3 hours per day, and 84% indicated that they use AI tools. The most used tools were text-generation systems such as ChatGPT (65.8%) and healthcare applications (e.g., e-Nabız, MHRS) (23.2%).

Participants' level of trust in AI was found to be limited, with 52.7% reporting uncertainty and 17.7% expressing distrust. While 56.9% believed that AI could assist physicians, only 38.4% thought it could reduce medical errors. The overall AI perception score was positive ($\bar{x}$=73.51±19.63). Independent samples t-test results showed that females had significantly higher AI perception scores than males (75.82±17.32 vs.

68.21±23.38; t=2.481, p=0.015). One-way ANOVA indicated a significant difference across education levels (F(3.233)=5.282, p=0.002), and Games-Howell post-hoc analysis revealed that this difference was primarily between the high school or below group and the bachelor's (p=0.015) and postgraduate groups (p=0.043). In contrast, no significant differences were found based on income level (F(3.233)=1.238, p>0.05). The reliability of the scale used in the study was high (Cronbach's α=0.967).

In conclusion, although the overall perception of AI in healthcare is positive, the level of trust remains limited, and perceptions vary significantly by gender and education level. Income level, however, does not appear to be a significant determinant. These findings highlight the importance of developing strategies to enhance public trust in the integration of AI into healthcare systems.

Keywords: Artificial Intelligence, Healthcare Services, Social Perception, Attitude

GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ), büyük veri kümelerinden öğrenerek insan benzeri karar verme ve problem çözme süreçlerini gerçekleştirebilen bilgisayar sistemlerini ifade etmektedir. Son yıllarda hesaplama gücündeki artış, veri işleme kapasitesinin gelişmesi ve gelişmiş algoritmaların (makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme gibi) yaygınlaşmasıyla birlikte yapay zekâ sağlık alanında önemli bir dönüşüm aracı haline gelmiştir. Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamaları; hastalık risklerinin öngörülmesi, klinik karar destek sistemleri, tıbbi görüntülerin değerlendirilmesi, ilaç geliştirme süreçleri ve hasta bakımının iyileştirilmesi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Jiang vd., 2017; Topol 2019).

Sağlık hizmetlerinde yapay zekânın kullanımının artmasının temel nedenleri arasında artan sağlık hizmeti talebi, kronik hastalık yükündeki artış ve sağlık sistemlerinde maliyet etkin çözümlere duyulan ihtiyaç, sağlık verilerinin büyük hacimlere ulaşması, tanısal doğruluğun artırılma gereksinimi, sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan sorunlar ve sağlık sistemlerinde verimlilik ihtiyacı yer almaktadır. Özellikle radyoloji, patoloji ve kardiyoloji gibi alanlarda yapay zekâ destekli sistemlerin uzmanlarla benzer düzeyde performans gösterebildiği ve bazı durumlarda hata oranlarını azaltabildiği bildirilmektedir (Esteva vd., 2017; Hannun vd., 2018).

Bununla birlikte sağlık hizmetlerinde yapay zekânın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi yalnızca teknik performansına bağlı değildir. Toplumun bu teknolojilere yönelik tutumu, güven düzeyi ve kabulü de uygulamaların sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Teknoloji Kabul Modeli ve yeniliklerin yayılımı kuramı gibi yaklaşımlar, bireylerin yeni teknolojileri benimsemelerinde algılanan yarar ve güvenin belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır (Venkatesh vd., 2003). Özellikle sağlık alanında alınan kararların bireylerin yaşamını doğrudan etkileyebilmesi nedeniyle yapay zekâ sistemlerine duyulan güven daha da önemli hale gelmektedir. Çalışmalar, bireylerin sağlık hizmetlerinde YZ kullanımına karşı genel olarak olum tutum sergilediği fakat bazı endişeler taşıdığını göstermektedir. YZ'nın tanı doğruluğunu artırma, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırma ve sağlık profesyonellerinin iş yükünü azaltma avantajlarının yanında veri gizliliği, etik sorunlar, algoritmik önyargılar ve insan denetiminin azalması toplumda endişeye sebep olmaktadır (Longoni vd., 2019). Üretken yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte toplumun yapay zekâya yönelik farkındalığı artmış olsa da bu teknolojilere duyulan güvenin aynı hızda gelişmediği görülmektedir. Isaksen ve arkadaşları (2025), ChatGPT gibi sistemlerle etkileşim kuran bireylerin sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik daha olumlu algılar geliştirdiğini ancak güven konusundaki çekincelerin devam ettiğini bildirmiştir.

Türkiye'de dijital sağlık dönüşümü kapsamında e-Nabız, Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) ve benzeri uygulamaların yaygınlaşması bireylerin sağlık teknolojileriyle etkileşimini artırmıştır. Buna rağmen sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik toplumsal algıyı ve bu algıyı etkileyen faktörleri inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle yaş, eğitim düzeyi, teknoloji kullanım deneyimi ve yapay zekâya duyulan güven gibi değişkenlerin sosyal algı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, sağlık politikalarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmanın Amacı ve Modeli

Bu çalışma, toplumun sağlık hizmetlerinde yapay zekâ kullanımına yönelik sosyal algı düzeyini ve bu algıyı etkileyen temel faktörlerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, nicel araştırma yaklaşımına dayalı olup kesitsel ve tanımlayıcı bir çalışmadır. Çalışmada sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algı bağımlı değişken, yaş, internet kullanım süresi, yapay zeka araçlarını kullanım sıklığı, dijital sağlık hizmetlerini kullanım sıklığı, Yapay zekâ destekli teşhis sistemlerine güven, Yapay zekânın, sağlık hizmetlerinde hata riskini azaltması ve doktorlara yardımcı bir araç olmasına yönelik düşünceler bağımsız değişken olarak ele alınmıştır.

Araştırma "Sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algıyı etkileyen faktörler nelerdir?" sorusuna dayanmaktadır.

Evren ve örneklem

Araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan 18 yaş ve üzeri bireyler oluşturmaktadır. Türkiye nüfusunun oldukça geniş ve heterojen bir yapıya sahip olması nedeniyle araştırmada olasılıksız örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolayda örnekleme, araştırmacının zaman, maliyet ve iş gücü açısından ulaşılması en kolay ve gönüllü olan katılımcıları örnekleme dahil ettiği olasılık dışı bir yöntemdir (Büyüköztürk vd., 2018). Örneklem hacmi için Tavşancıl, (2014)'ın 'ölçek çalışmalarında örneklem hacmi her ölçek maddesinin minimum 5 katı olmalıdır' önerisi dikkate alınmış ve çalışmaya 237 kişi dahil edilmiştir. Çevrimiçi anket yönetiminin kullanıldığı çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma verileri Nisan 2026 tarihinde toplanılmış olup çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli etik kurul onayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan alınmıştır (Tarih:27.03.2026; Karar No:2026-383).

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde katılımcılara ait sosyo-demografik sorular, teknoloji kullanım düzeyi, yapay zekâ deneyimi ve yapay zekâya duyulan güven durumlarını belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır. İkinci bölümde Kuşçu Şahin (2026) tarafından geliştirilen Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekânın Sosyal Algısı Ölçeği (SPAIHS) kullanılmıştır. Tutum ve Kabul, Güven ve Algılanan Yarar olmak üzere 3 alt boyut ve 22 ifadeden oluşan ölçekten elde edilebilecek toplam puanlar 22 ile 110 arasında değişmektedir. Yüksek puanlar, bireylerin sağlık hizmetlerinde yapay zekâ kullanımına yönelik daha olumlu tutum, daha yüksek güven ve daha güçlü algılanan yarar düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Ölçek 5li Likert (1 Kesinlikle Katılmıyorum -5 Kesinlikle Katılıyorum) tipindedir.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri IBM SPSS for Windows ve Google Colab ile gerçekleştirilmiştir. Analizler öncesinde verilerin normal dağılım varsayımını karşılayıp karşılamadığının belirlenmesi amacıyla SPIHS ölçeği ve alt boyut puanlarının çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiştir. Ölçek geneli ve tüm boyutlara ait çarpıklık değerlerinin -1,337 ile 0,044; basıklık değerlerinin ise -0,603 ile 1,463 aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerin ±1,5 eşik sınırı aralığında yer alması verilerin normal dağılım sergilediğini ortaya koymuştur (Tabachnick & Fidell, 2013). Elde edilen normal dağılım sonuçlarına göre verilerin analizinde parametrik testlerden; iki kategorili değişkenlerin karşılaştırılmasında Bağımsız örneklemler t-Testi, üç ve daha fazla kategorili değişkenlerin analizinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Varyansların homojenliğinin sağlanmadığı durumda Welch ANOVA analizi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson Korelasyon analizi ve bağımsız değişkenlerin SPAIHS puanını yordama düzeyinin belirlenmesinde Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bulgulara, sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algı ile bazı değişkenler arasındaki ilişki ile yapay zekaya yönelik sosyal algıyı belirleyen faktörlerin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen korelasyon ve regresyon analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 1. Sosyo-demografik özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	**n**	**%**	**Değişken**	**n**	**%**
Yaş min.-max =18-67 ; $\bar{x}$ ±sd = 31,9 ±9,51					
Cinsiyet			**YZ hakkında bilginiz var mı?**		
Kadın	165	69,6	Evet	151	63,7
Erkek	72	30,4	Kısmen	76	32,1
Medeni durum			Hayır	10	4,2
Evli	106	44,7	**YZ tabanlı uygulama kullandınız mı?**		
Bekar	131	55,3	Evet	199	84,0
Eğitim düzeyi			Hayır	38	16,0
Lise ve altı	26	11,0	**Hangi YZ araçlarını kullanıyorsunuz/ kullandınız?**		
Ön lisans	53	22,4	ChatGPT benzeri metin üretim araçları	146	61,6
Lisans	111	46,8	Görsel üretim araçları	8	3,5
Lisansüstü	47	19,8	Sağlık uygulamaları	45	18,9
Gelir düzeyi			Hiç Kullanmadım	38	16,0
Gelirim yok	65	27,4	**YZ araçlarını ne sıklıkla kullanıyorsunuz?**		
Asgari ücret	22	9,3	Hiç	16	6,8
Asgari ücret üstü	135	57,0	Nadiren	23	9,7
Asgari ücret altı	15	6,3	Ara sıra	102	43,0
Çalışma durumu			Sık sık	96	40,5
Evet	129	54,4	**Sağlıkla ilgili mobil uygulamaları (eNabız, MHRS, HES vb.) kullanıyor musunuz?**		
Hayır	108	45,6	Evet	226	95,4
Günlük internet kullanım süresi			Hayır	11	4,6
1-3 saat	84	35,4	**Dijital sağlık hizmetlerini (eNabız, MHRS, HES, ESİM vb.) kullanma sıklığınız nedir?**		
3-5 saat	82	34,6	Hiç	7	3,0
5 saatten fazla	71	30,0	Nadiren	61	25,7
			Ara sıra	120	50,6
			Sık sık	49	20,7
Toplam	**237**	**100**	**Toplam**	**237**	**100**

Çalışmaya 237 kişi katılım göstermiş olup katılımcıların yaş ortalaması 31,9 (±9,51)'dur. Katılımcıların %69,6'sı kadın, %55,3'ü bekardır. Ön lisans, Lisans ve Lisansüstü eğitim düzeyine sahip katılımcıların oranı lise ve altı eğitim düzeyine sahip katılımcılardan fazladır (sırasıyla %89 ile %11). Katılımcıların %54,4'ü bir kurumda çalıştığını belirtirken %27,4'ü herhangi bir gelire sahip olmadığını ifade etmiştir. Katılımcılardan günlük 1-3 saat aralığında internet kullanım süresinin olduğunu beyan edenlerin oranı daha fazladır (%35,4). Katılımcıların %4,2'si daha önce yapay zeka hakkında bilgi sahibi olmadığını, %16,0'sı YZ araçlarını kullanmadığını, YZ araçlarından en fazla (%61,6) "ChatGPT benzeri metin üretim araçları"nın kullanıldığı belirtilmiştir. Katılımcıların %95,4'ü sağlıkla ilgili mobil uygulamaları kullandığını ifade ederken bu uygulamaları kullanım sıklığı olarak katılımcıların %50,6'sı ara sıra kullandığını belirtmiştir. Aynı zamanda katılımcılara sorulan "Yapay zekâ destekli teşhis sistemlerine güveniyorum" ifadesine %17,7'si Katılmıyorum, %52,7'i Kararsızım ve %29,6'sı Katılıyorum; "Yapay zekâ, sağlık hizmetlerinde hata riskini azaltabilir" ifadesine %16,5'i Katılmıyorum, %45,1'i Kararsızım ve %38,4'ü Katılıyorum, "Yapay zekâ, doktorlara yardımcı bir araç olabilir" ifadesine %16,1'i Katılmıyorum, %27'si Kararsızım ve %56,9'u Katılıyorum şeklinde yanıt vermiştir.

ChatGPT gibi üretken yapay zeka teknolojileri günlük yaşam ve sağlık ile ilgili bilgi arama süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Çalışmalar, ChatGPT kullanımının bireylerin sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik olumlu algı geliştirme olasılığını artırdığını ortaya koymaktadır (Isaksen vd., 2025).

Katılımcıların büyük bölümünün (%95,4) e-Nabız, MHRS ve benzeri dijital sağlık uygulamalarını kullanıyor olması, toplumun dijital sağlık sistemlerine yüksek düzeyde adapte olduğunu göstermektedir. Türkiye'de son zamanlarda dijital sağlık hizmetlerinin yaygınlaşması, bireylerin teknoloji temelli sağlık hizmetlerine olan ilgisini artırmış olabilir. Yaygın dijital sağlık uygulamalarının kullanımı karşısında yapay zeka destekli teşhis sistemlerine duyulan güvenin sınırlı olması çalışmada elde edilen dikkat çekici bir sonuçtur. Bu durum teknolojik kullanım ile güven kavramının birbirinden farklı dinamiklere sahip olduğunu düşündürmektedir. Çalışmalar sağlık hizmetlerinde yapay zekanın kabulünün önündeki en önemli engellerden birinin güven problemi olduğunu (Quinn vd., 2020);yapay zekanın sağlık hizmetlerini daha verimli hale getirmekle birlikte hata yapma olasılığı, etik sorunlar ve insan dokunuşunu kaybına dair düşünceler bireylerin YZ'ya tamamen güvenmemesinin sebebi olmuştur (Fritsch vd., 2022).

Çalışmada kullanılan Sağlık hizmetlerinde yapay zekanın sosyal algısı ölçeği ve alt boyutlarına ait tanımlayıcı istatistik sonucu Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Sağlık hizmetlerinde yapay zekânın sosyal algısı ölçeği ve alt boyutlarına ait istatistikler

	$\bar{x}$±sd	Min-max	CA (α)	Çarpıklık	Basıklık
Tutum ve Kabul	29,62 ± 7,95	7,00 – 40,00	0,962	-1,337	1,463
Güven	19,89 ± 6,93	7,00 – 35,00	0,956	0,044	-0,603
Algılanan Yarar	23,98 ± 7,53	7,00– 35,00	0,969	-0,818	-0,020
SPAIHS	73,50±19,62	22,00-110,00	0,967	-0,898	0,645

Katılımcıların ölçekten aldıkları puan ortalaması 73,50±19,62 olup yapay zekaya yönelik genel sosyal algının orta düzeyin üzerinde ve olumlu eğilimde olduğu görülmektedir. Alt boyutlar incelendiğinde en yüksek ortalamanın 29,62 ± 7,95 ile Tutum ve Kabul boyutunda olduğu bunu Algılanan Yarar (23,98 ± 7,53) ve Güven (19,89 ± 6,93) boyutlarının takip ettiği belirlenmiştir. Ölçeğe ve alt boyutlarına ait iç tutarlılık katsayıları incelendiğinde; ölçek tamamı için Cronbach alfa değeri 0,967 olup alt boyutlar için Tutum ve Kabul α=0.962; Güven α=0,956 ve Algılanan Yarar α=0,969'dur. Ölçek ve alt boyutlara ilişkin Cronbach alfa katsayılarının 0,70'in üzerinde olması, ölçüm aracının yeterli düzeyde iç tutarlılık ve güvenirlik sergilediğini göstermektedir (George & Mallery, 2019).

Katılımcıların demografik değişkenler ile Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekânın Sosyal Algısı Ölçeği ve alt boyutları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. Demografik özellikler, sağlık hizmetlerinde yapay zeka sosyal algısı ve alt boyutları arasındaki farklar

		Tutum ve Kabul		Güven		Algılanan Yarar		SPAIHS	
	n	$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss
Cinsiyet									
Kadın	165	30,606	6,807	20,830	6,344	24,381	8,719	75,818	17,317
Erkek	72	27,375	9,793	17,750	7,765	23,083	17,317	68,208	23,382
		t=2,544	**p=0,012***	**t=2,962**	**p=0,004***	t=1,222	p=0,223	**t=2,481**	**p=0,015***
Medeni Durum									
Evli	106	29,358	8,118	18,773	7,075	23,547	7,522	71,679	19,584
Bekar	131	29,839	7,843	20,801	6,714	24,343	7,549	74,985	19,610
		t=-0,462	p=0,644	**t=-2,257**	**p=0,025**	t=-0,809	p=0,419	t=-1,291	p=0,198
Eğitim									
Lise ve altı	26	23,000	9,423	17,962	7,795	18,962	8,888	59,923	24,542
Ön lisans	53	28,453	8,291	21,038	6,737	23,396	8,085	72,887	20,707
Lisans	111	31,243	6,393	20,289	6,661	24,693	6,188	76,225	16,354
Lisansüstü	47	30,787	8,172	18,745	7,152	25,766	7,968	75,298	19,967
		Welch F=6,789	**p=0,000***	F=1,718	p=0,164	**Welch F=3,954**	**p=0,011***	**Welch F= 3,540**	**p=0,018***
Çalışma durumu									
Evet	129	29,403	9,138	19,186	6,991	23,938	7,976	72,527	21,573
Hayır	108	29,889	6,286	20,741	6,809	24,046	6,998	74,676	17,039
		t=-0,483	p=0,630	t=-1,725	p=0,086	t=-0,110	p=0,912	t=-0,856	p=0,393
YZ bilgisi									
Evet	151	29,702	8,665	19,404	6,911	23,795	7,949	72,900	20,725
Kısmen	76	30,013	6,323	20,763	6,823	24,855	6,133	75,632	16,442
Hayır	10	25,500	7,367	20,700	8,179	20,300	9,922	66,500	24,286
		F=1,448	p=0,237	F=1,041	p=0,355	Welch F=1,364	p=0,275	F=1,156	p=0,316
YZ tabanlı uygulama kullanma									
Evet	199	30,402	7,699	20,312	6,724	24,528	7,335	75,241	18,899
Hayır	38	25,553	8,126	17,710	7,693	21,157	8,002	64,421	21,084
		t=3,526	**p=0,001***	**t=2,134**	**p=0,034***	**t=2,557**	**p=0,011***	**t=3,173**	**p=0,002***
Sağlıkla ilgili mobil uygulamaları kullanma									
Evet	226	29,690	7,958	19,907	6,840	24,018	7,417	73,615	19,429
Hayır	11	28,273	8,137	19,636	9,113	23,363	10,013	71,273	24,319
		t=0,576	p=0,565	t=0,126	p=0,900	t=0,281	p=0,779	t=0,386	p=0,700

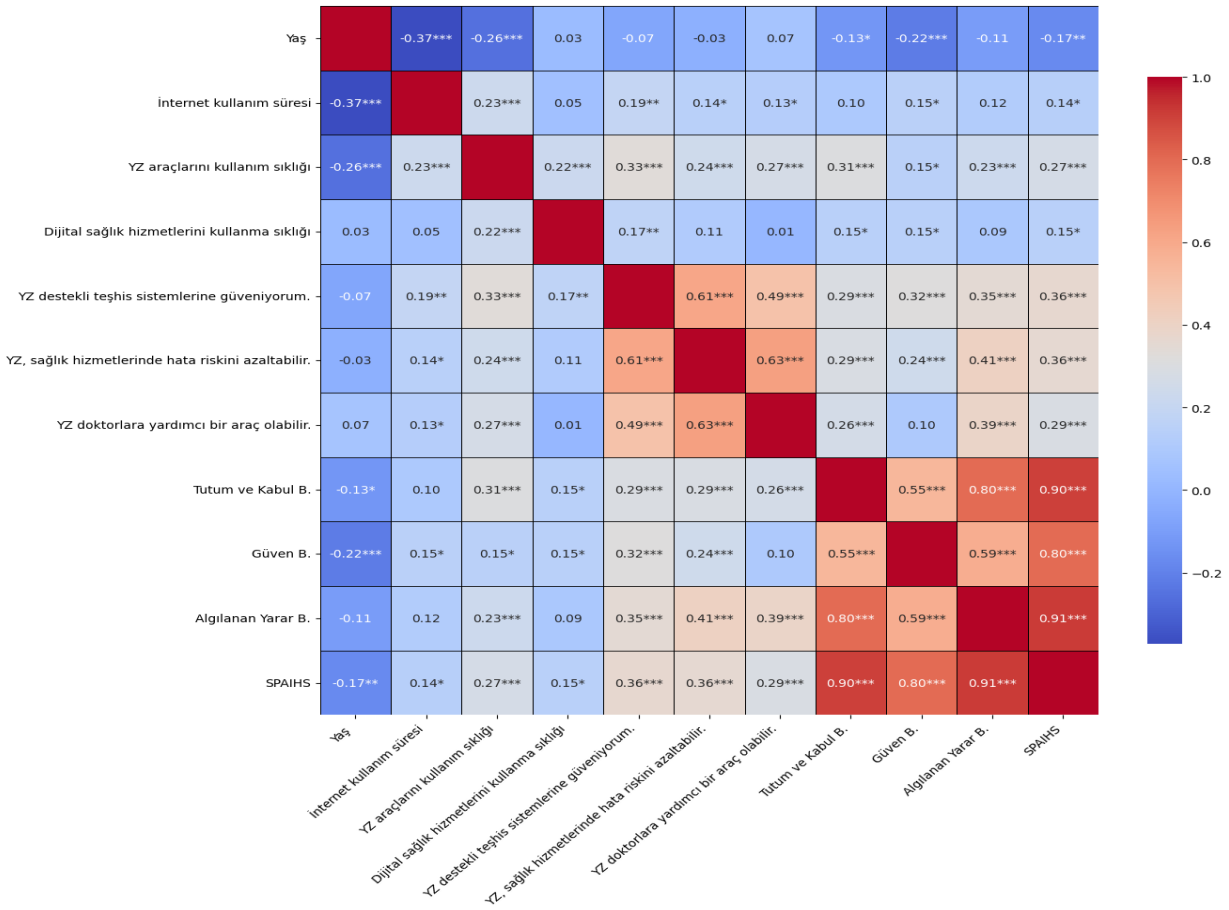
t=Bağımsız Örneklem t Testi, F=Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA); Welch F= Welch ANOVA; * p<0,05

Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algı, Tutum ve Kabul ve Güven alt boyutları puanı cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermektedir (sırasıyla t[106,417]= 2,481;t[102,131]= 2,544 ve t[114,190]= 2,962; p<0,05). Kadınların sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algısının, tutum ve kabul ile güven boyutlarıyla birlikte daha yüksek ve olumlu olduğu söylenebilir. Katılımcıların medeni durumuna göre SPAIHS ve alt boyutları arasındaki ilişki incelendiğinde sadece Güven alt boyutu puanlarının medeni duruma göre farklılaştığı diğer alt boyut ve ölçek genelinde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bekar katılımcıların yapay zekaya yönelik güven düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (t[235]= -2,257; p<0,05). Katılımcıların çalışma durumuna göre SPAIHS ve alt boyutları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir (p>0,05). Yapay zeka tabanlı uygulama kullanma durumuna göre katılımcıların SPAIHS ve tüm alt boyutları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. YZ araçlarını kullananların kullanmayanlara göre sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algı ve alt boyut puanları daha yüksektir (sırasıyla t[235]= 3,526;t[235]= 2,134; t[235]= 2,557 ve t[235]= 3,173; p<0,05). Katılımcıların sağlıkla ilgili mobil uygulamaları kullanması ile SPAIHS ve alt boyutları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Katılımcıların eğitim düzeylerine göre SPAIHS toplam ve alt boyut puanlarının farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla yapılan ANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi grupların varyans homojenliği Levene testi ile sınanmış olup Güven boyutu dışındaki boyutlar ve ölçek genelinde varyanslar homojen dağılmadığı belirlenmiştir. Gerçekleştirilen Welch ANOVA testi sonuçlarına göre Tutum ve Kabul, Algılanan Yarar ve genel SPAIHS Toplam puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (p<0,05). Farklılıkların hangi eğitim düzeylerinden kaynaklandığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Games-Howell post-hoc çoklu karşılaştırma testi sonucunda Tutum ve

Kabul, Algılanan Yarar ve genel SPAIHS puanlarında Lise ve altı grup ortalamasının Lisans ve Lisansüstü mezunlarından anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kadın katılımcıların sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik sosyal algı puanının erkeklere göre daha yüksek olması, kadınların sağlık teknolojilerine yönelik farkındalıklarının daha yüksek olmasıyla ilişkili olabilir. Literatürde cinsiyet farklılıklarına ilişkin bulgular farklılık göstermekle birlikte Uslu (2025)'in çalışmasında kadınların sağlık odaklı teknolojilere daha olumlu yaklaşabildiği ortaya konulmuştur.

Eğitim düzeyinin artmasıyla birlikte YZ'ya yönelik olumlu algıların da yükselmesi, teknoloji okuryazarlığı ve bilgi düzeyi ile ilişkili olabilir. Benzer şekilde Potas vd. (2026), eğitim düzeyi yükseldikçe sağlık hizmetlerinde yapay zekaya yönelik olumlu algının arttığını; Fritsch vd., (2022), düşük eğitim seviyesine sahip kişilerin sağlıkla ilgili yapay zekâ kullanımına daha temkinli yaklaştığını belirtmiştir.



Şekil 1. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilere ait korelasyon matrisi

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Pearson Korelasyon Analiz sonuçları incelendiğinde (Şekil 1), SPAIHS ölçek toplam puanı ile alt boyutları (Tutum ve Kabul, Güven, Algılanan Yarar) arasında 0.80 ile 0.91 değerleri arasında değişen çok güçlü ve pozitif yönlü doğrusal ilişkiler belirlenmiştir ($p<0.001$). Demografik değişkenlerden yaş, SPAIHS toplam skoru ($r=-0.17$, $p<0.01$) ve Güven alt boyutu ($r=-0.22$, $p<0.001$) ile negatif yönlü anlamlı bir ilişki sergileyerek yaş yükseldikçe genel algının ve güvenin azaldığına işaret etmektedir. Yaşın artmasıyla sosyal algı ve güven düzeyinin azalması genç bireylerin dijital teknolojilere daha yatkın olmasıyla açıklanabilir.

Yapay zekâ araçlarını kullanım sıklığı arttıkça, SPAIHS toplam puanının ($r=0.27$, $p<0.001$) ve "Yapay zekânın doktorlara yardımcı bir araç olabileceği" ($r=0.27$, $p<0.001$) düşüncesinin pozitif yönde yükseldiği görülmüştür. Ayrıca, "YZ destekli teşhis sistemlerine güveniyorum" ifadesi ile yapay zekânın hata riskini azaltabileceğine olan inanç ($r=0.61$, $p<0.001$) ve doktorlara yardımcı araç olma algısı ($r=0.49$,$p<0.001$) arasında orta ila güçlü

düzeyde pozitif ilişkiler tespit edilmiş olup, sisteme duyulan spesifik güvenin genel fayda ve risk algısını doğrudan desteklediği belirlenmiştir. Bu durum, teknoloji kullanım deneyiminin bireylerin yapay zekâyı daha faydalı ve güvenilir değerlendirmesine katkı sağladığını düşündürmektedir (Quinn vd., 2021).

Katılımcıların demografik özellikleri ile yapay zekaya yönelik algı ve kullanım alışkanlıklarının "Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekânın Sosyal Algısı" üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Analiz öncesi normallik, doğrusal ilişki ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiş, verilerin analiz için uygun olduğu belirlenmiştir Toplam 237 katılımcı (N=237) üzerinden gerçekleştirilen analize ilişkin model uyum istatistikleri ve katsayılar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4.Çoklu doğrusal regresyon sonuçları

Değişken	B	Sh	β	t	p	VIF
Sabit	37,276	8,875		4,199	<0,001	
Yaş	-0,352	0,139	-0,171	-2,535	**0,012**	1,326
Eğitim düzeyi	2,647	1,430	0,121	1,851	0,065	1,246
İnternet kullanım süresi	-0,044	1,574	-0,002	-0,028	0,978	1,227
YZ araçlarını kullanım sıklığı	1,161	1,606	0,051	0,722	0,471	1,456
Dijital sağlık hizmetlerini kullanma sıklığı	2,388	1,599	0,092	1,493	0,137	1,110
YZ destekli teşhis sistemlerine güven	3,866	1,777	0,169	2,175	**0,031**	1,766
YZ'nın sağlık hizmetlerinde hata riskini azaltması	3,655	2,103	0,149	1,738	0,084	2,133
YZ'nın doktorlara yardımcı bir araç olması	1,675	1,677	0,080	0,999	0,319	1,848

R^2= ,219; Adj. R^2=,191; F=7,978 ; p<,001 ; Durbin-Watson=2,00

Gerçekleştirilen Çoklu Doğrusal Regresyon analizi sonucunda modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F_{(8,\ 228)}$ =7.978, p<.001). Model, sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik sosyal algı puanındaki varyansın %21,9'unu açıklamaktadır (R^2=.219; Adj. R^2=.191). Modelin açıklayıcılık düzeyi orta düzeyde olup sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik sosyal algının çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Regresyon analizine göre yaş değişkeninin sosyal algıyı negatif yönde anlamlı olarak etkilediği (β=-.171, p=.012), yapay zekâ destekli teşhis sistemlerine duyulan güvenin ise sosyal algının pozitif yönde anlamlı bir belirleyicisi olduğu tespit edilmiştir (β = 0,169, t = 2,175, p = 0,031 < 0.05). Diğer değişkenlerin modele anlamlı düzeyde katkı sağlamadığı belirlenmiştir. İnternet kullanımı, teknoloji kullanım deneyimi ile sosyal algı arasında korelasyon düzeyinde ilişki görülmesine rağmen, diğer değişkenler kontrol edildiğinde bağımsız bir belirleyici etkisinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca VIF değerlerinin 5'in altında ve Durbin–Watson katsayısının 2.00 olması nedeniyle çoklu doğrusal bağlantı ve otokorelasyon problemi olmadığı değerlendirilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada toplumun sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik sosyal algısının orta düzeyin üzerinde ve genel olarak olumlu olduğu belirlenmiştir. Katılımcılar yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanılmasına karşı olumlu yaklaşmakla birlikte, özellikle yapay zekâ destekli teşhis sistemlerine duyulan güven düzeyinin sınırlı olduğu görülmüştür. Bulgular, bireylerin yapay zekâyı doktorların yerine geçecek bir sistemden ziyade sağlık profesyonellerini destekleyen bir araç olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Araştırmada kadınların sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik sosyal algı puanlarının erkeklerden daha yüksek olduğu, eğitim düzeyi arttıkça yapay zekâya yönelik olumlu algının güçlendiği ve yapay zekâ tabanlı uygulama kullanan bireylerin daha olumlu tutum sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca yaş ile yapay zekâya yönelik sosyal algı arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuş, genç bireylerin yapay zekâya daha olumlu yaklaştığı tespit edilmiştir.

Regresyon analizi sonuçları, yaşın sosyal algıyı negatif yönde etkilediğini ve yapay zekâ destekli teşhis sistemlerine duyulan güvenin sağlık hizmetlerinde yapay zekâya yönelik sosyal algının en önemli pozitif

belirleyicilerinden biri olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, yapay zekâ uygulamalarının toplum tarafından benimsenmesinde güven unsurunun merkezi bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sağlık kurumları ve politika yapıcılar tarafından toplumun yapay zekâ teknolojileri hakkında doğru bilgilendirilmesine yönelik eğitim ve farkındalık programları geliştirilmelidir. Yapay zekâ sistemlerinin çalışma prensipleri, kullanım alanları ve güvenlik mekanizmaları konusunda şeffaf iletişim stratejileri uygulanmalıdır. Özellikle ileri yaş gruplarına yönelik dijital sağlık okuryazarlığını artırıcı uygulamalar planlanmalıdır.

Ayrıca yapay zekâ uygulamalarında etik ilkeler, veri güvenliği ve insan denetiminin korunmasına yönelik düzenlemelerin görünür hale getirilmesi toplumun güven düzeyini artırabilir. Gelecekte farklı bölgelerde, daha büyük ve temsili örneklemlerle gerçekleştirilecek çalışmaların yapay zekâya yönelik toplumsal algının daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.Ankara.

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, *542*(7639), 115-118.

Fritsch, SJ., Blankenheim, A., Wahl, A., Hetfeld, P., Maassen, O., Deffge, S., Kunze, J., Rossaint, R., Riedel, M., Marx, G. & Bickenbach, J. Attitudes and perception of artificial intelligence in healthcare: A cross-sectional survey among patients. *Digit Health*. 2022 Aug 8;8:20552076221116772. doi: 10.1177/20552076221116772.

George, D., & Mallery, P. (2019). IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference (16th ed.). Routledge.

Hannun, A. Y., Rajpurkar, P., Haghpanahi, M., Tison, G. H., Bourn, C., Turakhia, M. P., & Ng, A. Y. (2019). Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nature medicine*, *25*(1), 65-69.

Isaksen, A. A., Schaarup, J. R., Bjerg, L., & Hulman, A. (2025). Changes in public perception of AI in healthcare after exposure to ChatGPT. *medRxiv*, 2025-01.

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology*, *2*(4).

Kuşcu Şahin, F. N. (2026). Development and examination of the psychometric properties of the social perception of artificial intelligence in healthcare scale in the Turkish context: Evidence from Hatay Province. *International Journal of Public Health, 71*, 1609194. https://doi.org/10.3389/ijph.2026.1609194

Longoni, C., Bonezzi, A., & Morewedge, C. K. (2019). Resistance to medical artificial intelligence. *Journal of consumer research*, *46*(4), 629-650.

Potas, N., Erkılıç, C. E., Caner, S., & Fritsch, S. J. (2026). Positive and negative perception of artificial intelligence in healthcare: Psychometric adaptation and validation of the Turkish version. *WORK*, 10519815261429412.

Quinn, TP., Senadeera, M., Jacobs, S., Coghlan, S., Le, V. (2021). Trust and medical AI: the challenges we face and the expertise needed to overcome them. *J Am Med Inform Assoc*. 18;28(4):890-894. doi: 10.1093/jamia/ocaa268

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (6th ed.). Pearson Education.

Tavşancıl, E. (2014). Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi (5. baskı). Nobel Yayıncılık.

Topol, E. (2019). *Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again*. Hachette UK.

Uslu, D. (2025). Yapay zekâ ve robotik teknolojilere yönelik algılarda toplumsal cinsiyetin rolü: Korku, güven ve fayda perspektifi. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, *11*(3), 315-326.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view1. *MIS quarterly*, *27*(3), 425-478.

MİTOLOJİDEN GÖK BİLİMİNE- BOĞA (TAURUS) TAKIMYILDIZININ HİKÂYESİ

Didem DEMİRALP

Asst. Prof. Dr., HBV University, Faculty of Letters, Department of Archaeology, Ankara- Turkiye, ORCID: 0000-0003-4806-4006

Özet

Gökyüzünün bölündüğü seksen sekiz alandan her biri, takımyıldız adını alır. Öbür yandan takımyıldız deyince, yerküreden bakıldığında birbirleriyle ilişkiliymiş gibi görünen lakin gerçekte biri diğerinden farklı uzaklıklarda olan yıldız kümeleri anımsanır. Antik astronomlar, takımyıldızların izdüşümlerinin meydana getirdikleri şekilleri, mitoslara konu olan kahraman ve hayvanlara benzetmişlerdir. Eski Yunanlı ve Romalı astronomlar da bu takımyıldızları isimlendirirken mitolojik hikâyelerden esinlenmişlerdir. Bu takımyıldızlardan on ikisi Zodyak olarak bilinen grupta bulunurlar. Zodyak Takımyıldızları veya Zodyak Burçlar Kuşağı diye adlandırılan bu kümede yer alan yıldızlar Koç (Aries), Boğa (Taurus), İkizler (Gemini), Yengeç (Cancer), Aslan (Leo), Başak (Virgo), Terazi (Libra), Akrep (Scorpius), Yay (Sagittarius), Oğlak (Capricorn), Kova (Aquarius) ve Balık'tır (Pisces).

Biz, bu bildiride, kuzey yarıkürede yer alan (Taurus) takımyıldızının mitolojik öyküsünü Eski Yunanlı ve Romalı yazınbilim ustalarından seçtiğimiz örneklerle aktarmak istiyoruz.

Anahtar Sözcükler: Boğa (Taurus), Takımyıldız, Mitos, Diodoros, Vergilius.

FROM MYTHOLOGY TO ASTRONOMY- THE STORY OF THE TAURUS CONSTELLATION

Abstract

The sky is divided into eighty- eight zones known as constellations. Moreover when we say constellations, we think about star clusters. Early astronomers likened the shapes of the constellations to mythological heroes, heroines and animals. Besides the astronomers in Ancient Greece and Rome were inspired by myth while naming these constellations. The twelve of these constellations are in the group known as the Zodiac. The stars in this group called Zodiac Constellations or Zodiac Zone are Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Capricorn, Aquarius and Pisces.

Our aim in this paper is to study the myth of the constellation Taurus as was related by Ancient Greek and Roman poets and authors.

Key Words: Taurus, Cluster, Myth, Diodorus, Virgil.

GİRİŞ

Gök kürenin ayrıldığı seksen sekiz bölgeden her biri, takımyıldız adını alır. Bununla birlikte takımyıldız deyince, yeryüzünden bakıldığında birbirleriyle ilişkiliymiş gibi görünen ne var ki aslında biri diğerinden farklı uzaklıklarda olan yıldız kümeleri akla gelir. Antik astronomlar, takımyıldızların izdüşümlerinin meydana getirdikleri şekilleri, mitoslara konu olan kahraman ve hayvanlara benzetmişlerdir. Eski Yunanlı ve Romalı gök bilimciler de bu takımyıldızlara isim verirken mitolojik hikâyelerden esinlenmişlerdir. Bu takımyıldızlardan on ikisi Zodyak olarak bilinen grupta bulunurlar. Bunlardan biri de Boğa'dır. Kuzey yarımkürede yer alan Boğa (Taurus) doğuda İkizler (Gemini), batıda Koç (Aries), kuzeyde Kahraman (Perseus) ve güneyde Arabacı (Auriga) takımyıldızlarıyla çevrilidir.

İşte biz de bu bildiride, Boğa takımyıldızının mitolojik öyküsüne odaklanacağız. Girit Adası ile çok yakından ilişkili bir söylenceye dayanan -ve Antik Çağ'da Tauros Kretaios ya da Taurus Cretaeum olarak adlandırılan kutsal bir boğayla ilgili olan- bu öyküyü, bir grup Yunanlı ve Romalı şair ve yazarların kaleminden aktarmak istiyoruz.

ESKİ YUNANLI EDEBİYAT USTALARININ KALEMİNDEN "BOĞA TAKIMYILDIZI"NIN MİTOLOJİK HİKÂYESİ

Söze başlarken;

Şair ve efsane derleyicisi Akousilaos'a göre, Girit Boğası (Tauros Kretaios), Europa'yı sırtına aldıktan sonra denizleri aşan boğaymış. Diğerlerine göre ise Poseidon, onu, kendisine kurban etsin diye Minos'a göndermiş. Ne var ki hayvanın güzelliğine hayran kalan kral, tanrıya başka bir kurban sunmuş. Çok öfkelenen Poseidon, ak boğayı çıldırtınca, hayvan, adayı harabeye çevirmiş. Eurystheus, Herakles'e, boğayı yakalamasını emretmiş. Boğayı yakalayan Herakles, onu omuzlayarak Yunanistan'a götürmüş ve serbest bırakmış. Başı boş dolaşan hayvan Marathon'a varmış ve orada Theseus'un eline geçmiş.

Bakkhylides- Parçalar

"Pasiphae. Kypris, yüreğini arzu ile doldurduğunda, Daidalos'a, zanaatkârların en maharetlisine, ağza alınmaz derdini açarak, ona, ahşaptan bir inek yapmasını buyurdu. Böylece Minos görmeden devasa boğayla birleşebilecekti" (Bacchylides, 1982).

Diodoros yahut Sicilyalı Diodoros- Tarih Kütüphanesi

"Herakles'in bir sonraki vazifesi, Pasiphae'nin gönül verdiği söylenen boğayı Girit'ten alıp getirmekti" (Diodorus, 1967).

"Herakles'in -on iki işinden biri olarak- Girit'ten Peloponnesos'a getirdiği Marathon boğasını alt eden Theseus, onu Atina'ya getirmişti. Sonrasında Aigaios, hayvanı, Apollon'a kurban etmişti" (Diodorus, 1993).

"Söylenceye göre, Minos'un karısı olan Pasiphae, bir boğaya tutulmuş. Ona yardım etmeye söz veren Daidalos, tahtadan bir inek yapmış. Bu efsaneyi şöyle açıklıyorlar: Minos, her yıl sürüleri içinden en güzel boğayı seçerek Poseidon'a kurban edermiş. Lakin o sene en güzeli yerine başkasını seçmiş. Öfkelenen tanrı, Pasiphae'yi boğaya âşık etmiş. Daidalos'un yaptığı ineğin içinde giren kraliçe, boğa ile birleşince Minotauros doğmuş. Daidalos, bu yarı insan yarı boğa olan canavarın kapatılması için -girenin bir daha asla çıkamayacağı- bir labirent inşa etmiş. Buraya kapatılan Minotauros, Atina'dan gönderilen yedi delikanlıyla yedi genç kızı yiyip yutarmış. Öte yandan Minos'un, tahta ineği yaptığı için kendisine tehditler savurduğunu işiten Daidalos adayı terk etmiş" (Diodorus, 1993).

Europa

(George Frederick Watts 1817- 1904)

Strabon- Coğrafya

"Marathon kenti. Marathon boğası efsanesinin geçtiği yerdir. Theseus, canavarı orada öldürmüştü" (Strabo, 2001).

Plutarkhos- Koşut Yaşamlar

"Hemen işe koyulmayı ve aynı zamanda halkın güvenini kazanmayı isteyen Theseus, Tetrapolis halkına hiç de azımsanamayacak kadar zarar veren Marathon boğası ile boğuşmak üzere yola çıktı. Onu yakaladı ve kentten geçirerek bir gösteri yaptı. Ardından Delphoi Apollonu'na kurban etti" (Plutarch, 1967).

Apollodoros ya da Sahte Apollodoros- Kitaplık

"Eurystheus'un Herakles'e verdiği yedinci iş, Girit boğasını getirmekti. Akousilaos, onun, Europa'ya denizi aştıran boğa olduğunu anlatır. Başkaları ise Minos, denizden her ne çıkarsa çıksın Poseidon'a kurban etmeyi vaat ettiğinde, tanrının, denizden gönderdiği boğa olduğunu söylerler. Minos, boğanın güzelliğini görünce onu sürüsüne katarak Poseidon'a başka bir boğa kurban etti. Öfkelenen tanrı, boğayı çıldırttı. Girit'e ulaşan Herakles, Minos'tan yardım istediyse de hayvanı tek başına yakalaması gerektiğini işitti. Yiğit, boğayı kıskıvrak yakalayarak Eurystheus'a getirip gösterdi. Ardından serbest bıraktı. Sparta'da ve tüm Arkadia'da başıboş gezen boğa, İsthmos'u geçerek Attika'ya, Marathon'a vardı ve halka zarar verdi" (Apollodoros, 2017).

"Asterios, çocuğu ölmeden ölünce, Minos tahta talip oldu. Ne var ki isteği kabul görmedi. Bunun üzerine krallığı kendisine tanrıların verdiğini iddia etti. Öyle ki her duası kabul olunacaktı. Poseidon'a kurban keserek, denizin derinliklerinden bir boğa çıkıp gelsin diye yakardı. Hayvanı kurban edeceğine söz verdi. Tanrı, ona güzel bir boğa gönderdi. Minos, tahta geçtiyse de boğayı sürüsüne katarak başka bir boğayı Poseidon'a kurban etti. Tanrı buna çok kızdı ve hayvanı vahşileştirdi. Üstelik Pasiphae'nin onu arzulamasını sağladı. Boğaya gönül veren kraliçe, Daidalos'tan yardım istedi. Daidalos, tahtadan ve tekerlekli bir inek yaparak içini oydu ve bir ineğin -yüzdüğü- derisini etrafına dikti. Kraliçeyi de tahta ineğin içine yerleştirdi. Ardından boğanın her zaman otladığı çayıra bıraktı. Boğa geldi ve gerçek bir inekmişçesine onunla çiftleşti. Pasiphae, Minotauros adı verilen Asterios'u dünyaya getirdi. Minotauros, boğa suratlıydı ama onun dışında insandı. Minos -kimi kehanetler uyarınca- onu alıkoydu. Daidalos'un yaptığı -ve karmakarışık geçitlerden oluşan üstelik içinden çıkmanın neredeyse imkânsız olduğu- bir labirente hapsetti" (Apollodoros, 2017).

"Aigaios, Atina'ya geldi ve Minosoğlu Androgeos'un, katılan herkese üstün geldiği Panathenaia Şenliği'ne katıldı. Ardından Androgeos'u, Marathon boğasını katletsin diye yolladı" (Apollodoros, 2017).

"Aigaios ile evlenen Medeia, Theseus'a tuzak kurdu. Hain dediği genç adama karşı Aigaios'u uyardı. Aigaios, Theseus'un kendi oğlu olduğunu bilmeden ondan korktu. Marathon boğasıyla mücadele etsin diye gönderdi. Theseus, boğayı katletti" (Apollodoros, 2017).

Pausanias- Yunanistan Rehberi

"Adak heykellerinin birinde, Theseus'un başka bir kahramanlığı tasvir edilmiş. Hikâyeye göre, bir boğa, Girit'i ve özellikle Tethris Irmağı civarını harabeye çevirmiş. Giritliler, bu boğayı ülkeye Poseidon'un yolladığını söylüyorlar. Zira Minos, Yunan Denizi'nin hükümdarı olsa da Poseidon'a, başka herhangi bir tanrıdan daha çok ibadet ediyormuş. Rivayete göre, boğa, Girit'ten Peloponnesos'a gitmiş ve Herakles'in on iki işinden biri olmuş. Argos Ovası'na salınan hayvan, İsthmos'tan geçerek Attika'ya, Marathon'a ulaşmış. O sırada karşılaştığı herkesi öldürmüş. Bunların arasında Minosoğlu Androgeos da bulunuyormuş. Oğlunun ölümünden Atinalılar'ı sorumlu tutan Minos, donanmasıyla yola çıkarak Atina'yı kuşatmış. Kent, kurtulmak için – Minotauros'a sunulmak üzere- yedi genç kız ve yedi delikanlı göndermeyi kabul etmiş. Öte yandan sonraları Theseus'un Marathon boğasını, akropolise sürüp Athena'ya kurban ettiği söylenir" (Pausanias, 1918).

Theseus Mozaik'i (İ. S. 300- 400)

Philostratos yahut İhtiyar Philostratos- Tasvirler

"Boğaya gönül veren Pasiphae, Daidalos'tan yardım isteyince zannatkâr, içi boş bir inek heykeli yapıyor. Bu birleşmeden melez Minotauros doğuyor. Diğer yandan bu resimde ikilinin birleşmesi tasvir edilmemiş. Burası Daidalos'un atölyesi. İnek yontusunun iskeleti önünde oturan Daidalos'a, aşk tanrıları yardım ediyor. Pasiphae, atölyenin dışında, ağılda hayranlıkla boğayı seyrediyor. Güzelliğiyle bir gökkuşağından daha parlak olan elbisesiyle onu etkilemeye çalışıyor. Ne kadar da çaresiz görünüyor! Sevdalandığı hayvanı kucaklamak için can atıyor. Ne var ki boğa, gözünü sürüdeki bir ineğe dikmiş ona bakıp duruyor. Görkemli boynuzlarıyla, bembeyaz rengiyle, gönül işlerindeki ustalığıyla ve kalın boynuyla nasıl da gururlu görünüyor. Bakışlarını, seçtiği inekten alamıyor. Ne var ki özgürce otlayan ve siyah olan kafası dışında beyaz olan inek, boğayı görmezden geliyor. O, adeta ısrarcı âşığından kaçmaya çabalayan bir genç kıza benziyor" (Philostratus, 1931).

Quintus veya Smyrnalı (İzmir) Quintus- Troya'nın Düşüşü

"Eurypylos'un kalkanı üzerindeki tasvirlerden biri de ateş soluyan boğaya ait olanmış. Herakles, güçlü boynuzlarından kavradığı hayvanın boynunu bükmüş. Yiğidin kaslı kolları göze çarparken devasa boğa da böğürüp durmaktaymış" (Quintus, 1984).

Nonnos- Dionysos'un Serüvenleri

Ariadne: "Bir zamanlar annem de bir çiftçinin hizmetinde bulunmuş ve çayırdaki aptal bir boğaya tutulmuştu. Minotauros'u doğurmuştu. Çobanın kavalından dökülen nağmeye kulak vereceğine, boğanın böğürtüsünü dinliyordu" (Nonnos, 1942).

ROMALI YAZIN USTALARININ KALEMİNDEN "BOĞA TAKIMYILDIZI"NIN MİTOLOJİK ÖYKÜSÜ

Vergilius- Aeneis

"Ötede denizden yükselen Girit. Talihsiz Pasiphae, boğayı arzulayıp onunla birleşince, acayip bir yaratık doğmuştu" (Vergilius, 2019).

Hyginus ya da Sahte Hyginus- Masallar

"Eurystheus'un Hercules'e verdiği on iki işin arasında, Pasiphae'nin birleştiği boğayı Girit'ten alıp Mycenae'ya getirmek de yer alıyormuş".

"Theseus'un kahramanlıklarından bir diğeri, Hercules'in Girit'ten –Eurystheus'a- getirdiği boğayı Marathon'da katletmekmiş".

"Sol'un kızı ve Minos'un karısı olan Pasiphae senelerce Venus'a ibadet etmeyince, tanrıça onu boğaya âşık etmiş. O sırada adada sürgünde olan Daedalus, genç kadına yardım edeceğine dair söz vermiş ve tahtadan bir

inek yapmış. Pasiphae, tahta ineğin içine saklanarak boğayla birleşince, boğa başlı- insan vüculu Minotauros doğmuş. Yaratık, Daedalus'un sonradan inşa ettiği ve içinden hiç kimsenin çıkamayacağı bir labirente hapsedilmiş" (Hyginus, 2007).

Seneca- Çıldıran Hercules Tragedyası

"Amphitryon: "Yüz kente aşırı korku salan boğayı.." (Seneca, 2023).

Seneca- Phaedra Tragedyası

"Phaedra: "Zavallı annemin o ölümcül hastalığını tanırım… Ah anneciğim, sana acıyorum. Ağza alınmaz bir derde düşmüş, vahşi bir sürünün azgın öncüsünü sevmiştin cüretkârca. Öfkeliydi, dizginlere gelmezdi, ırz düşmanıydı yabani sürünün o efendisi. Ama o bile bir şeyi sevdi. Benim derdimin ateşini söndürmeye hangi tanrı, hangi Daedalus ya Bu başıma gelene merhem olacağına söz verebilir mi, şu Mopsopia sanatlarında usta, canavarımızı kör zindana kapatan adam çıkıp gelse?" (Seneca, 2007).

Propertius- Ağıtlar

"Rivayete göre, öfkeli beyaz bir boğa, kudretli Minos'un karısının aklını başından almış" (Propertius, 1929).

"Girit boğasına gönül veren Pasiphae, tahtadan bir ineğin içine saklanmış" (Propertius, 1929).

Boğa Takımyıldızı

Ovidius- Kadın Kahramanların Mektupları

"Phaedra: Annem bir boğayı ayartmıştı. Sen vahşi bir hayvandan daha mı acımasızsın?" (Ovid, 1914).

Ovidius- Başkalaşımlar

"Ey yüce Theseus, hayran kaldı sana Marathon, Girit asıllı boğanın kanıyla" (Ovidius, 2019: 190).

"O ahlâksız. Vahşi bir boğayı, tahtadan bir ineğin içine saklanıp da aldatan ve rahminde tuhaf bir yaratık taşımış olan" (Ovidius, 2019).

"Bunun için mi siz ellerim, kudretli boğanın boynuzlarını yere çaldınız?" (Ovidius, 2019: 242).

"Yine de Girit bütün acayipliklere katlansın diye bir boğayı sevdi Sol'un kızı… O, hileyle ve inek görüntüsüyle boğaya izin verdi. Zinacı olarak aldatılan da bir erkekti" (Ovidius, 2019).

Ovidius- Roma Takvimi ve Festivaller

"Alımlı boğanın boynuzları gönlünü çeldi anamın, seninkiler benimkini; beni överler, ötekinin aşkıdır yüz karası" (Ovidius, 2016).

Statius- Thebae Efsanesi

"Elinde –kabartmalarla süslenmiş- kalkanıyla devasa mağaranın dönemeçleri arasından ilerleyen Theseus, acımasız boğayı etkisiz hale getirdi. Ardından boynuzlarından kaçınarak sıkıca bağladı" (Statius, 1928).

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Eski Yunanlı ve Romalı astronomların, mitoslardan ilham alarak isimlendirdikleri takımyıldızlardan biri de -efsanelerde Girit yahut Marathon boğası olarak geçen- Boğa'dır (Taurus). Antik efsaneleri derleyen Akousilaos (İ. Ö. 6. yüzyıl), söz konusu söylencenin kahramanı olan boğanın -baş tanrı Zeus'un gönül verdiği Fenike prensesi olan- Europa'yı sırtına alıp denizleri geçen ve Girit kıyılarına varan hayvanın ta kendisi olduğunu anlatır. Bu boğa, başka bir söylenceye göre ise deniz tanrısı Poseidon'a aitmiş. Tanrı, Girit adasının kralı olan Minos'a gönderdiği bu bembeyaz hayvanın, kendisi için kurban edilmesini buyurmuş. Ne var ki güzel boğaya hayran olan Minos, onu, kendi sürüsüne katarak tanrıya başka bir kurban sunmuş. O vakit öfkelenen Poseidon, hayvanı çıldırtmış. Bağları, bahçeleri talan eden canavar, adada terör estirmiş. Poseidon bununla da kalmamış ama kraliçe Pasiphae'yi, boğaya âşık etmiş. İşte bu öykü, sayısız Yunanlı ve Romalı edebiyatçının kaleminden sayısız biçimde anlatılmış.

Keoslu lirik şair Bakkhylides (İ. Ö 510- 450), günümüze ulaşmayı başaran parçalarından yirmi altıncısında, Pasiphae'nin Girit boğasına duyduğu arzunun, aşk tanrıçası Aphrodite'in (Kypris) marifeti olduğunu anlatıyor. Sicilya doğumlu tarihçi Diodoros (İ. Ö. 1. yüzyıl) ise kırk kitaplık "Tarih Kitaplığı"nda (Bibliotheke Historike) aktarıyor bu efsaneyi. Diodoros –mitolojik hikâyelere ve başka ırka mensup olanların sıradışı geleneklerine geniş yer ayırdığı- devasa yapıtının dördüncü kitabında anlatıyor Girit boğasının öyküsünü. Coğrafya bilgini Strabon'a (İ. Ö 64- İ. S 24) gelince, o, bugün elimizde olan ve on yedi kitaptan oluşan "Coğrafya"sının (Geographika) dokuzuncu kitabında, Kıta Yunanistan'ı tasvir ederken, Marathon kentini, "Marathon boğası efsanesinin geçtiği yer" olarak nitelendiriyor. Farklı konularda iki yüzden fazla kitap yazmış olduğu bilinen tarihçi Plutarkhos (İ. S. 50- 120) ise "Theseus'un Yaşamöyküsü"nde (Bios Theseos), Atina'nın efsanevî kralı olan Theseus'un Marathon boğası ile boğuştuğunu ve onu dize getirdiğini anlatır. Yiğit sonrasında bu canavarı, Delphoi (Delfi) Apollonu'na kurban etmiş. Öte yandan kimliği tartışmalı bir yazar olan Apollodoros (Sahte Apollodoros), İ. S. 1. ya da 2. yüzyıla tarihlendirilen, üç kitaptan oluşan ve mitolojik bir eser olan "Kitaplık"ının (Bibliotheke) ikinci ve üçüncü kitaplarında yanısıra özet kısmında anlatır heybetli boğanın efsanesini. Başka bir Yunanlı olan seyyah ve coğrafya bilgini Pausanias (İ. S 100- 180) ise "Yunanistan Rehberi" (Periegesis tes Hellados) başlıklı on kitaplık eserinin -Attika Bölgesi ve Atina'ya ayırdığı- ilk kitabında, Theseus'un, Marathon boğasını alt etmede gösterdiği kahramanlığı tasvir eden bir adak heykeli gördüğünü ifade eder. Yaşlı Philostratos olarak da anılan yazar Flavios Philostratos (İ. S. 190- 230)'a gelince, o, Napoli'deki bir resim sergisinde karşılaştığı -çoğu mitoloji temalı- altmış dört resmi anlattığı iki kitaplık "Tasvirler"inin (Eikones) ilk kitabında bir tablodan söz ediyor. Bu tabloda, Daidalos'un atölyesi tasvir edilmiş. Zanaatkâr, Pasiphae'nin isteğine göre, ahşaptan bir inek yontmaya hazırlanıyormuş. Diğer yandan Smyrnalı (İzmir) bir epik şair olan Quintus (İ. S. 4. Yüzyıl) -on dört kitaptan meydana gelen- "Troya'nın Düşüşü" (Ton Metomeron) başlıklı eserinin altıncı kitabında, savaşta Troyalılar'ın yanında yer alan -Herakles'in torunu- Eurypylos'un kalkanından söz eder. Şairin dediğine göre, kalkanın üzerine Herakles'in boğayla mücadelesi resmedilmiş. Yine Yunanlı bir şair olan Nonnos (İ. S. 5. Yüzyıl) ise "Dionysos'un Serüvenleri" (Dionysiaka) başlığını taşıyan ve kırk sekiz kitaptan oluşan yapıtının kırk yedinci kitabında, Pasiphae'nin doğaüstü tutkusunu, kraliçenin kızı olan Ariadne'nin ağzından dile getirir.

Latin şair Vergilius ya da Publius Vergilius Maro'ya (İ. Ö. 70- 19) gelince, o, on iki kitaptan meydana gelen ve Troyalı yiğit Aeneas'ın destanı olarak da bilinen "Aeneis" başlıklı eserinin altıncı kitabında, Minotauros'u, tuhaf bir mahluk olarak nitelendirir. Romalı bir bilgin olan -ve tarım, arıcılık, coğrafya ve tarih gibi konularda yazan- Sahte Hyginus veya Gaius Julius Hyginus (İ. Ö. 64- İ. S. 17) ise -iki yüz yetmiş yedi anlatı içeren- "Masallar"ının (Fabularum Liber) otuz, otuz sekiz ve kırkıncı hikâyelerine konu etmiştir meşhur Girit boğası efsanesini. Öte yandan Romalı bir devlet adamı, filozof ve oyun yazarı olup düzyazı ve şiir türünde eserler

vermiş olan Seneca yahut Lucius Annaeus Seneca'nın (İ. S. 40- 92) iki tragedyasında söz edilir Girit boğası söylencesinden. "Çıldıran Hercules"te (Hercules Furens), Hercules'in üvey babası Amphytrion'un ağzından, boğanın korkunçluğu vurgulanır. "Phaedra" başlıklı sahne eserinde ise -Pasiphae'nin kızı olan- oyunun baş kişisi yani Phaedra dile getirir annesinin sıradışı tutkusunu. Latin şair Propertius yahut Sextus Propertius (İ. Ö. 50- 2) da "Ağıtlar" (Elegeia) başlığını taşıyan -ve İ. Ö. 29- 16 arasında yayınlanan- dört şiir kitabının üçünde anlatır Girit kraliçesinin boğaya duyduğu aşkı. Latin şair Ovidius'a ya da Publius Ovidius Naso'ya (İ. Ö. 43- İ. S. 17) gelince, o, evvela "Kadın Kahramanların Mektupları" (Epistulae Heroidum) başlıklı eserinde yer alan -Phaedra'nın, üvey oğlu Hippolytos'a seslendiği- bir mektup vasıtasıyla aktarır Pasiphae'nin vahşi boğaya olan aşkını. Şair, on beş kitaptan oluşan "Başkalaşımlar"ının (Metamorphoses) sekiz ve dokuzuncu kitaplarında da anlatır "Güneş tanrısı Sol'un kızı" olarak nitelendirdiği Pasiphae'nin hikâyesini. Ovidius, "Roma Takvimi ve Festivaller" başlığı ile dilimize kazandırılan -ve altı kitaptan meydana gelen- "Fasti"nin üçüncü kitabında ise -Ariadne'nin ağzından- dile getirir efsanevî boğanın nasıl baştan çıkardığını Pasiphae'yi. Ve Statius. Veya Publius Papinius Statius (İ. S. 45- 96). Bu Latin şair, günümüze kalan eserlerinden biri olan ve on iki kitaptan oluşan "Thebae Efsanesi"nin (Thebais) son kitabında, Theseus'un, Minotauros'u -kapatıldığı labirentin içinde kıstırarak- kıskıvrak yakaladığını anlatır.

Söylence böyle. Ve yine söylenceler, Olymposlu tanrıların, efsanevî kahramanları gökkubbeye aldıklarını ve onları ölümsüzleştirmek için birer yıldız kümesine dönüştürdüklerini anlatıyor. Tıpkı Boğa gibi.. Herakles gibi.. Theseus gibi..

KAYNAKÇA

Apollodoros. (2017). *Bibliotheka- Yunan mitolojisi* (Nur Nirven, Çev.). İstanbul: Pinhan Yayıncılık.

Bacchylides. (1982). *Greek Lyric IV. Volume- Bacchylides, Corinna and others* (D. A. Campbell, Çev.). Massachusetts: Cambridge University Press.

Diodorus. (1967). *Diodorus of Sicily in twelve volumes. Volume II. Book 2 (continued). 35-IV, 58.* (C. H. Oldfather, Çev.). Massachusetts: Harvard University Press.

Diodorus. (1993). *Diodorus of Sicily- The library of history, Books 4. 59- VIII.* (C. H. Oldfather, Çev.). Massachusetts: Harvard University Press.

Hyginus. (2007). *Apollodorus' library and Hyginus' fabulae- two handbooks of Greek mythology* (R. S. Smith ve S. Trzaskoma, Çev.). Indianapolis: Hackett Publishing.

Nonnos. (1942). *Dionysiaca in three volumes. Vol. III. books 36- 48.* (W. H. D. Rouse, Çev.). Massachusetts: Harvard University Press.

Ovid. (1914). *Heroides and amores* (G. Showerman, Çev.). London: William Heinemann.

Ovidius (2016). *Fasti- Roma takvimi ve festivaller* (A. C. Abuagla, Çev.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Ovidius. (2019). *Dönüşümler* (A. C. Abuagla, Çev.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Pausanias. (1918). *Description of Greece in four volumes. Vol. I. book 1.* (W. H. S. Jones, Çev.). Massachusetts: Harvard University Press.

Philostratus. (1931). *Philostratus the elder Images –Philostratus the younger Images and Callistratus Descriptions* (A. Fairbanks, Çev.). London: William Heinemann Ltd.

Plutarch. (1967). *Lives in eleven volumes. Vol. I. Theseus and Romulus- Lycurgus and Numa- Solon and Publicola* (B. Perin, Çev.). Massachusetts: Cambridge University Press.

Propertius. (1929). *The elegies* (H. E. Butler, Çev.). London: William Heinemann Ltd.

Quintus. (1984). *Quintus Smyrnaeus- The fall of Troy* (A. S. Way, Çev.). Massachusetts: Harvard University Press).

Seneca. (2007). *Phaedra* (Ç. Dürüşken, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

Seneca. (2023). *Çıldıran Herkül* (F. Telatar ve E. S. Dumlupınar, Çev.). Ankara: Doğu Batı Yayınları.

Statius. (1928). *Statius in two volumes. Vol. II. Thebaid books 5- 12. Achilleid* (J. H. Mozley, Çev.). London: William Heinemann Ltd.

Strabo. (2001). *Geography- books 8- 9.* (H. L. Jones, Çev.). Massachusetts: Cambridge University Press.

Vergilius. (2019). *Aeneis* (T. Uzel, Çev.). İstanbul: Jaguar Yayıncılık.

FARABİ DÜŞÜNCESİNDE SİSTEMATİK BÜTÜNLÜK: METAFİZİKTEN ETİĞE SUDUR TEORİSİNİN KURAMSAL MERKEZİYETİ

Prof. Dr. İbrahim BOR

Hakkari Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü, Hakkari-Türkiye, ORCID: 0000-0002-7824-3227

ÖZET

Büyük filozofların felsefi sistemleri, Platon'un "İdea"sı, Plotinus'un "Bir"i, Descartes'ın "Cogito"su veya Hegel'in "Geist"i gibi merkezi bir kavram etrafında şekillenen bir düşünce örgüsü oluşturur. Farabi'nin tüm felsefesini belirleyen temel açıklayıcı kuram ise "Sudur" (feyz) teorisidir. Filozofun düşünce sistemi içindeki tüm kavramların açıklayıcı anahtarı olan bu teori, hiyerarşinin tepesinde yer alan "Zorunlu Varlık"tan taşan feyzi merkeze alır. Aristotelesçi, Yeni-Platoncu ve Plotinusçu öğeleri özgün bir sentezde birleştiren Farabi, Sudur'u; Tanrı'nın sıfatlarından Tanrı-evren ilişkisine, yaratma sürecinden Tanrı-insan münasebetine kadar tüm felsefi sorunları açıklayan bir "metafiziksel sistem" olarak geliştirmiştir.

Farabi'nin felsefi sistemi, "Bir" olan mutlak varlıktan çokluğun nasıl türediğini açıklayan Sudur Teorisi etrafında örülmüş, son derece tutarlı ve bütüncül bir yapıdır. Bu çalışmada, Sudur kavramının sadece bir yaratılış modeli değil; aynı zamanda varlık, bilgi, siyaset, etik ve ruh anlayışını şekillendiren "kuramsal bir çekirdek" olduğu savunulmaktadır. Çalışma, Farabi'nin temel eserlerinden hareketle, Sudur Teorisinin metafizikten kozmolojiye, siyasetten etiğe kadar tüm disiplinleri nasıl birbirine bağlayan "ontolojik bir birlik" görevi gördüğünü ve nasıl sarsılmaz bir felsefi sistem inşa ettiğini irdelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kavramlar: Sudur Teorisi, Ontolojik Hiyerarşi, Sistematik Bütünlük, İttisal, Farabi

THE THEORETICAL CORE OF AL-FARABI'S SYSTEM: EMANATION THEORY FROM METAPHYSICS TO ETHICS

Abstract

The philosophical systems of major philosophers often form a conceptual fabric woven around a central principle, such as Plato's "Idea," Plotinus's "The One," Descartes's "Cogito," or Hegel's "Geist." For Al-Farabi, the fundamental explanatory theory that defines his entire philosophy is the "Theory of Emanation" (Sudur/Fayz). Serving as the master key to every concept within his thought, this theory centers on the overflow of divine grace from the "Necessary Being" at the pinnacle of the cosmic hierarchy. By synthesizing Aristotelian, Neoplatonic, and Plotinian elements into an original framework, Al-Farabi developed Emanation as a "metaphysical system" that accounts for all philosophical inquiries—from divine attributes and the God-universe relationship to the process of creation and the link between the Divine and humanity. Al-Farabi's system is an exceptionally consistent and holistic structure, constructed around how multiplicity emerges from the absolute "One." This study argues that the concept of Emanation is not merely a model of creation but a "theoretical core" that shapes his understanding of existence, epistemology, politics, ethics, and the soul.Within this systemic unity, Emanation grounds epistemology through the concept of "conjunction" (*ittisal*) with the Active Intellect, leading to the perfection of the human mind.

Drawing upon Al-Farabi's primary works, this study aims to examine how the Theory of Emanation serves as an "ontological bond" connecting disciplines from metaphysics to cosmology, and politics to ethics, thereby constructing an unshakable philosophical system.

Keywords: Emanation Theory (Sudur), Systematic Unity, ontological Hierarchy, conjunction (ittisal)

Giriş

Fârâbî'nin sudur teorisi, varlık, bilgi, evren, ilahiyat, ahlak ve siyaset arasındaki ilişkileri sistemli bir biçimde açıklayarak, bu farklı alanların birbirleriyle organik bir bağlantı içinde olduğunu gösterir. Bu bütüncül yaklaşım, her bir disiplinin Fârâbî'nin felsefi sisteminde nasıl iç içe geçtiğini ve birbiriyle tutarlı bir yapı oluşturduğunu gözler önüne serer. Bu entegrasyon, Fârâbî'nin ontolojiden ahlaka uzanan felsefi sistemini, bilginin kaynağını ve varoluşun amacını tek bir akli çerçevede bütünleştirerek, rasyonel bir evren ve toplumsal düzen anlayışı sunar.

Farabi'nin bir felsefi sistemin kurucusu olduğu gibi bu sistemin ahenkli bir bütün oluşturduğu onun düşünce sisteminin öne çıkan temel özelliğidir. "Farabi bir felsefi sistem kurucusudur, tarihteki diğer büyük filozoflar gibi.." diyen Aslan, (2018, Giriş, s.x.) buna şu ifadelerle dikkat çeker: "Farabi'nin Tahsil al-Sa'ada'de en başarılı ve veciz bir biçimde ortaya koyduğu gibi, ahlak ve siyasetin fizik ve metafizikle, hatta bilgi teorisi ve mantıkla ilişkisi arızi olmaktan uzak, zorunlu ve hayati bir ilişkidir." (2017, Giriş, s.x) Yine Aydın'ın ifadesiyle "bir bütün olarak ele alınması gereken Farabi sisteminde metafiziği fizikten, siyaseti ahlaktan, ahlakı psikolojiden ayırmak mümkün değildir."(2012, s.9)

Farabi'nin düşünce sistemindeki bu bütüncül yapı, bireysel erdemin ve toplumsal adaletin nihai olarak aşkın bir ilkeye dayandığını ve felsefi bilginin, sadece teorik bir çaba olmanın ötesinde, pratik hayata yön veren bir rehber olduğunu ortaya koyar. Fârâbî, bu metafiziksel çerçevenin pratik uygulamalarını ahlak ve siyaset felsefesine taşıyarak, erdemli bir hayatın ve ideal bir devletin ancak bu ontolojik ve teolojik hakikatlere uygun olarak inşa edilebileceğini gösterir. (Kaplan, 2021)

Fârâbî'nin düşünsel sisteminin tutarlılığı, tüm bu farklı disiplinleri aşkın bir ilke etrafında birleştirme yeteneğinden kaynaklanır ve bu durum, onun felsefesine monistik bir karakter kazandırır. Bu monizm, sudur teorisi aracılığıyla ontolojik bir hiyerarşi oluşturarak, varlığın nihai nedeninden başlayıp, en alt düzeydeki varlıklara kadar uzanan bir süreklilik ve birlik tesis eder. Bu hiyerarşik yapı, üst varlık düzeylerinin alt olanlara taşması suretiyle kozmik düzenin ontolojik temelini oluşturmakta ve evrensel birliği tesis etmektedir (Erdoğan & Dumlupınar, 2016, s. 11; Kocabıyık, 2020, Yücel v.d, 1941)

Yöntem olarak çalışma Farabi'nin özellikle ontoloji, epistemoloji, etik ve siyaset konularını daha yoğun ele aladığı es-Siyaset'ul Medeniyye, İdeal Devlet, Mutluluğun Kazanılması gibi başlıca eserleri temel alınacak, konuyla ilgili farklı çalışmalar analiz, eleştiri ve değerlendirilerek; Ontoloji, Epistemoloji, Etik, Siyaset ve Teoloji alanlarında sudur teorisinin nasıl bütüncül bir felsefi sistem örnekliği oluşturduğu gösterilecektir.

- **Ontolojik Zemin: Tüm Varlığın Kaynağı olarak Zorunlu Varlık**

Fârâbî'nin ontolojik sisteminde İlk Varlık, yalnızca kendi özüyle var olan, başka bir varlığa bağımlı olmayan mutlak zorunlu varlık olarak tanımlanır. Bu İlk Varlık, tüm diğer varlıkların varoluşsal temelini oluşturur ve Fârâbî'nin sudûr teorisinin hareket noktasını teşkil eder: "İlk Var Olan (mavcud) bütün diğer var olanların varlığının (vucud) ilk nedenidir. O her türlü eksiklikten (naks) münezzehtir" (Farabi, 2017, s.3). "…İlk Olan, varlık bakımından biriciktir ve O'nun varlık türünü paylaşan başka bir varlık yoktur" (s.9)

Farabi, Tanrı'yı "kendisinden başka her şeye varlığını veren" (Farabi, 2019, s.46) "başka her şeye birliğini veren" (s.47) İlk Varlık şeklinde varlığın temel ilkesi olarak Metafiziğin zirvesine yerleştirdikten sonra bu ontik ilkenin belirleyeceği özellikle Tanrı-Evren ve Tanrı-insan ilişkisini açıklayacak olan diğer metafziksel belirleyicilere geçer ki o da İlk Varlığın, Yani Tanrı'nın sıfatları daha doğrusu O'nun nasıl bir varlık olduğunu açıklamaktır.

Farabi'nin metafizik inşasında Zorunlu Varlık, salt akıl, salt âkil (akleden) ve salt mâkul (akledilen) olarak tanımlanır. Tanrı'nın bu sıfatları onun özünün dışında ek nitelikler değildir. "Özünün bilgisi ise tözünden başka bir şey değildir. O halde onun bilmesi, bilinmesi ve bilgi ('ilm) olması, tek bir öz ve tek bir töze işaret eder" (Farabi, 2017, s.14). Bu O'na atfedilecek tüm yetkin nitelikler için de aynıdır. O'nda özne nesne ikiliği yoktur. Ancak daha dikkat çekici olanı evren'in Tanrı'dan taşmasının motivasyonunu da oluşturan Tanrı'nın özünün sonsuz düşünce ve ilim olması gibi sonsuz güzellik olması ve O'nun bu kendi güzelliğine aşık olmasıdır:

"Birinci'nin varlığı varlıkların en üstünü olunca, O'nun güzelliği de bütün güzelliğe sahip olanların güzelliğinin en üstünü olur. Böylece, O'nun güzellik ve ihtişamı, kendi özü ve cevheriyledir. Bu da, O'nun kendi Nefsindedir

ve Özünü düşünmesiyle olur. Zevk, sevinç ve mutluluk; bunlar, en güzeli en iyi biçimde kavramakla (idrak) ortaya çıkar." (Farabi, 2012, s.51-51; krş. 2017)

Tanrı, sonsuz yetkinlik, güzellik kaynağı ve sonsuz cömert olmakla aynı zamanda kendi özüne aşıktır. İşte evreni doğuran aslında bu aşktır. O, kendi mükemmel zâtını bilir ve O'nun kendi zâtını bilmesi ile âlemi var etmesi eşzamanlı ve örtüşen bir eylemdir. (Farabi, 2017, s.13-14; 2012, s. 46-51)

Sudur teorisinin işleyiş mekanizması tam da bu noktada, Tanrı'nın kendi zâtını bilmesiyle –bilinçli bir şekilde– başlar. "Birden ancak bir çıkar" kuralı gereğince, Zorunlu Varlık'ın kendi zâtını akletmesi sonucunda ilk meydana gelen şey sayıca bir olan "İlk Akıl"dır. Farabi felsefesinde Tanrı'nın iradesi, kelamcıların anladığı gibi keyfi veya zamansal bir seçim (ihtiyar) değil, O'nun mutlak yetkinliğinden ve kendi mükemmelliğine olan sevgisinden/rızasından kaynaklanan ontolojik bir taşmadır. (Ahmedi, 2021; Çelik & Duyar, 2022; Yıldırım, 2022) Sudur Teorisinin ilk aşaması, episteomoloji, ahlak ve siyasetin de ilişkili olarak şekilleneceği ilahi sudur'un ilk aşaması olan kozmolojik hiyerarşidir.

- **Kozmolojik Hiyerarşi: Akıllar Silsilesi ve Evrenin İnşası**

Fârâbî'nin sudûr teorisi, varlığın hiyerarşik düzenini açıklayan temel bir ontolojik çerçeve sunar. O bunu şu temel ontolojik ilke ile şöyle özetler: "O'ndan, başkasının varlık kazanması, O'nun varlığının taşması (feyz) ve başkasının varlığının O'nun varlığından çıkması iledir (2012, s. 52). Dolayısıyla, "İlk Olan, var olan her şeyin kendisinden varlığa geldiği varlıktır." (2017, s.2).

Sudur, sadece tekil bir yaradılış anını değil, sonsuz ve hiyerarşik bir varlık akışını temsil eder. Böylece Farabi, İlk Neden ile sonradan oluşan tüm varlıklar arasındaki ilişkiyi açıklayan hiyerarşik bir sistem sunar. (Erdoğan, 2016). Farabi'nin ifadesiyle "İlk Olan'ın tözü, var olanlar derecelerine uygun olarak kendisinden çıkanların da, zorunlu olarak birbirleriyle birleşecekleri (itilaf), bağdaşacakları (irtibat) ve bir bütün teşkil edip (intizam) tek bir şey gibi meydana gelecekleri bir tözdür" (2017, s.28). Bu çerçevede, Tanrı'nın zâtının zorunlu ve yetkin olması, O'nun herhangi bir eksiklik veya ihtiyaca sahip olmaması anlamına gelir ve bu nedenle, O'ndan sudur eden varlıklar da O'nun kusursuzluğunun bir yansıması olarak ortaya çıkar (Karakuş 2017; Yücel v.d. 1941; krş. Farabi, 2017) .

Fârâbî'nin bu teorisi, Tanrı'nın mutlak bir birlik olarak âlemin nedeni olduğunu ve âlemin çokluğunun bu Bir'den hiyerarşik bir düzen içinde sudûr ettiğini öne sürerek, yaratma metafiziğine alternatif bir açıklama sunmuştur (Erdoğan, 2016; Hammond, 2012; Karakuş, 2017). Teori bu yönüyle, âlemin doğrudan yaratıldığına inanmanın, Allah'ın zatında çokluk bulunduracağı ve dolayısıyla İslâm'ın tevhid ilkesiyle çelişeceği eleştirisine bir çözüm sunmayı hedefler (Bulut, 2022; Okşar & Çalışkan, 2020). Bu nedenle, Fârâbî'nin sudûr teorisi, Tanrı'nın mutlak birliği ile evrenin çeşitliliği arasındaki ontolojik boşluğu doldurarak, metafiziksel bir tutarlılık sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede Fârâbî, Tanrı'nın mutlaklığını ve birliğini korurken, âlemdeki çokluğu ve çeşitliliği ilahi cömertlikten kaynaklanan kesintisiz bir taşma süreci olarak ele almıştır (Yurtoğlu, 2014).

Fârâbî'nin sudur teorisi, Tanrı'nın zatını düşünmesiyle ilk aklın ortaya çıkması ve bu aklın da kendisini ve İlk varlığı düşünmesiyle sonraki akılların ve gök kürelerinin oluşması şeklinde bir kozmik hiyerarşi öngörür. Bu nedensel süreç, İlk Neden'den onuncu akla kadar zincirleme bir şekilde devam ederek gezegenlerin, yıldızların ruhlarını, akıllarını ve cisimlerini meydana getirir. (Farabi, 2017; Aydın, 2020) Bu süreç, sonraki akılların da kendilerinden önceki akılları idrak etmesiyle devam ederek, varlık zincirinin ontolojik ve hiyerarşik yapısını oluşturur (Türker-Küyel, 1990).

Farabi, bu akılların (thawānī) her birini sadece birer aracı olarak görmez, onlara altlarındaki varlıkların var oluş sebeplerini üreten, özerk diyebileceğimiz "fâil nedenler" olma statüsü de yükler (Aygün, 2018; Kılıç, 2010).

Böylece, Farabi akılların İlk Varlıktan ortaya çıkışlarını ve bu maddi olmayan 10 aklın kendileriyle birlikte ortaya çıkışına sebep olduğu Ay'a kadar göksel küreleri açıklar. Bu feyiz süreci Onuncu akıl olan Faal Akılda son bulur (Farabi, 2017 s.29-33; 2019). Söz konusu göksel cisimlerin yetkinlikleri İlk Varlık'tan uzaklaştıkça azalırken, Ay altı âlemdeki varlıklar eksik ve başka bir şeye ihtiyaç duyan varlıklar olarak konumlanır (Mavil, 2015, p. 2). Faal akıl ve ay ile birlikte bu göksel eksiksiz düzen sona erer, kusur ve eksikliğin de alanı olan maddi dünya ortaya çıkar. Kozmolojinin dibinde yer alan bu Ay-altı âlem (dünya), sudur hiyerarşisinin en alt

ve en eksik kademesidir. Burada İlk İlke'den, yani Zorunlu Varlık'ın saf birliğinden uzaklaşıldıkça "çokluk" (kesret) ve dolayısıyla maddeyle karşılaşılmasından doğan "noksanlık" artmıştır (Farabi, 2019, s.46-47).

- **Epistemoloji: Faal Akıl ile Kurulan İttisal**

Fârâbî'nin Tanrı anlayışı, sudur metafiziği üzerinden hem ontolojik bir yaratılış modelini sunarken, hem de insanın Tanrı ile olan ilişkisini belirleyici niteliktedir (Karakuş, 2017). Sudur teorisi, evrenin varoluşunu açıkladığı gibi insan aklının işleyiş mekanizmasını ve bilgi edinme sürecini de temellendirir. Farabi'nin "Birinci (Tanrı), kendi özünü bilir; özü, bir bakıma bütün varolanlar olsa da. O özünü bilince, bir bakıma bütün varolanları bilmiş olur" (2012, s.39) ifadesi sudur teorisinin ontolojik ve kozmolojik temel ilkesi olduğu kadar epistemolojinin de sistem içindeki temelini oluşturur.

İlk akılla başlayan fezeyan hiyerarşisi, özellikle bu hiyerarşide akıllar hiyerarşisinin onuncusu ve sonuncusu olan Faal Akıl, ay-altı âlemdeki oluş ve bozuluşun, yani dünya üzerindeki tüm maddî varlıkların ve insan aklının temelini teşkil eder (Nebi v.d., 2010). Bu bağlamda Faal aklın sudurla birlikte Farabi'nin sisteminin bütünsellik ve birliğini oluşturan ikinci temel kavram olduğunu söylemek abartı olmaz. Zira Faal Akıl bu etkinliğiyle adeta evrenin tepesindeki Tanrı'dan taşan feyzi alıp; onu bizim için bilgiye, vahiye, siyasi düzene ve ahlaki erdeme dönüştüren "merkezi işletim sistemi" işlevini icra eder. İnsan aklı, Faal Akıl'dan aldığı suretler (formlar/kavramlar) aracılığıyla yetkinleşerek "kazanılmış akıl" (müstefad akıl) seviyesine yükselir ve Faal Akıl ile ontolojik bir ittisal kurar (Kalyoncu, 2023; Körpe, 2023).

Faal Akıl, sudur sisteminin insanlık dünyasıyla temas noktasıdır. İnsan, duyular aracılığıyla maddi âlemden edindiği imgeleri, Faal Akıl'dan gelen ilahi feyz sayesinde soyutlayarak tümel kavramlara (makulâta) dönüştürür. Bu metafiziksel epistemik işleviyle, "Faal Aklın insanın potansiyel aklını aktifleştirmesini, güneşin göze nisbetine" (2017 s.80-81; 2012 s.40) benzeten Farabiye göre "Faal Akıl" Ay-altı âlemin idaresinden sorumlu olduğu gibi, insanın potansiyel (bilkuvve) aklını fiili (bilfiil) akıl seviyesine çıkartan temel metafizik güçtür. Bu akıl, bireysel nefislerin yetkinleşmesinde ve teorik aklın aktüelleşmesinde merkezi bir rol oynayarak, insanın bilgi edinme süreçlerini ve nihai mutluluğa ulaşma gayesini doğrudan etkiler (Oruk, 2020).

Farabi'ye göre insan aklı doğuştan yalnızca "potansiyel" bir haldedir. Aklın bu potansiyel durumdan çıkarak fiilen düşünen bir akla dönüşmesi, kendi kendine değil, tamamen dışsal ve kozmik bir güç olan Faal Akıl'dan gelen "feyiz" (aydınlanma) sayesinde mümkündür: "Onları fiil halinde düşünülür kılan Faal Akıldır…insan bu sevyeye çıkınca mutluluğu tamamlanmış olur (Farabi, 2012, s.39). Faal Akıl, Fârâbî'nin bilgi kuramında bilginin asıl kaynağını oluşturur ve filozofların kazanılmış akıl seviyesinde, peygamberlerin ise gelişmiş hayal gücü aracılığıyla Tanrı'ya, evrene ve insana dair yüksek bilgileri bu Faal Akıl ile birleşerek elde etmelerini sağlar (Farabi, 2017 ; Arslan v.d., 2018 ; Aykıt, 2021).

Erdem ve erdemin ürettiği insan eylemlerinin gayesi olan mutluluk, insanın aklını ve ruhsal yetkinleştirmesini geliştirdiği dolayısıyla Faal akılla kurduğu ilişkiye paralel olarak, bu aşamada epistemolojik bağlantının sonucu olarak etik ve siyasette tezahür ederek eylem alanıyla ilişkilenmiş olur.

- **Siyaset Felsefesi ve Etik: Erdem, Mutluluk ve Erdemli toplumun İnşası**

Fârâbî'nin sudur teorisi yalnızca ontolojik ve teolojik meseleleri açıklamakla kalmaz, aynı zamanda insan davranışının ve toplumsal yapının kökenlerini anlamak için de bir çerçeve sunar. Bu bağlamda, ahlaki erdemler ve ideal siyasi düzen, evrenin hiyerarşik yapısıyla uyumlu bir şekilde, her bireyin ve topluluğun kendi potansiyelini gerçekleştirmesi prensibine dayanır.

Farabi, Faal Akklın etik-politik rolünü Es-Siyasetu'ul Medeniyye'de şöyle ifaede eder: **"**Faal Akıl' ın gördüğü iş, düşünen canlı'yı görüp gözetmek ve insan için erişilmesi gereken olgunluk mertebelerinin en yükseğine yani Yüce Mutluluk'a (es Sa' adetü'l-Kusva) ulaştırmaktır." (s. 36) Aslında Farabi'nin bu toplumsal öğretisi bir siyaset öğretisinden ziyade bir ahlak öğretisidir. (Aslan, 2018, Giriş, s. xıı) En azından ahlak temelli ve ahlaktan ayrı düşünülemeyecek bir öğreti olduğu açıktır. "Ahlak ve siyaseti birbirine bağlama veya bugün alışık ol duğumuz gibi, onların özerk ve bağımsız olduğunu kabul etmeme geleneği Farabi'ye ustaları Platon ve Aristoteles'ten miras kalmıştır." (Aslan, 2018, xiii) Nasıl ifade edilirse edilsin, ahlak ve erdeme dayalı bir toplumsal siyasal yapı hedeflendini söylemek, Farabi'nin etik-politik projesinin uyumlu bir yorumu olarak görülmelidir. Farabi'nin siyaset tanımında bu ilişki ahlaki açıdan birey-toplum uyumu şeklinde ifadesini bulur:

"…Bu ilim, şehir insanlarından her birinin, siyasi toplum vasıtasıyla, yaradılışının mümkün kıldığı ölçüde mutlu olmasını sağlayan şeylerin ilmidir." (2018, s.15)

Farabi'nin ahlak anlayışının merkezinde de yine öncüleri olan Platon ve Aristoteles'te olduğu gibi ana kavramlar erdem ve mutluluktur. "Mutluğun elde edilmesine yardımcı olan fiiller yararlı, engel olan zararlı/kötü fiiller ve işlerdir" (2017, s.84) diyen Farabi insanın homo-politikus oluşunu Platon-Aristo çizgisini takip ederek şu ifadelerle dile getirir: "İnsanın mükemmelleşmesi, mutluluk halidir (en üst) bu da maddi bir durum değil ancak Faal aklın altında bir (ruhani/akli) düzeydir (2017, s. 83-84).

Bu siyasal düzenek, bireyin etiğini de belirler. Farabi etiğinde gerçek mutluluk, geçici dünyevi zevkler, zenginlik veya şan şeref değildir. Gerçek mutluluk; bireyin, Faal Akıl'ın ilahi rehberliğinde kendi doğasındaki akli potansiyeli gerçekleştirmesi, erdemli fiillerde bulunması ve Tanrı'nın yaratılıştaki cömertliğine (cûd) uygun bir yaşantı sürerek ahirette yetkinliğe kavuşmasıdır. Birey tek başına değil, ancak erdemli bir topluluk ve liderin yönlendirmesiyle bu feyzden yeterince nasibini alıp ahlaki arınmasını tamamlayabilir. Böylece, Fârâbî, siyaset felsefesinde ahlak ve mutluluk kavramlarını merkezine alarak, bireylerin nazarî, fikrî, ahlakî ve amelî erdemlere ulaşmasının, toplumsal düzenin sağlanması ve nihai mutluluğun kazanılması için elzem olduğunu savunur (Kaplan, 2021).

Farabi sadece etik siyaset ilişkisi kurmakla yetinmez, insan eylemlerinin ve ruhsal gelişiminin buna bağlı olarak oluşturulacak erdemli toplumu onto-kozmik bağlam içinde evrensel bir boyuta taşır: "böylece şehrin içerdiği şeyler, alemin bütününün içerdiği şeylerin benzeridir" (2018, s.15). Erdemli toplum tanımı birey, toplum ve evrensel insanlık ve idealini barındırır:

Mükemmel bir şehirdir (madina al-fadıla); insanları, mutluluğu elde etmek için birbirlerine yardım eden toplum, erdemli, mükemmel bir toplumdur. Bütün şehirleri, mutluluk veren şeyler için bir birlerine yardım ettikleri bir millet, erdemli, mükemmel bir millettir. Aynı şekilde erdemli, mükemmel evrensel toplum da ancak içinde bulundurduğu bütün milletler mutluluğa erişmek için birbirlerine yardım ettikleri zaman ortaya çıkar (2017, s.98).

Bu yaklaşım, bireyin ve toplumun mükemmelliğe erişmesinin, evrensel akıl ilkelerine uygun bir düzen tesis etmekle mümkün olacağı fikrini ortaya koyar. Bu durum, akıl hiyerarşisiyle yönetilen erdemli bir şehir modelini merkeze alır; burada seçkin yöneticiler, Faal Akıl'dan ve dolaylı olarak Tanrı'dan en üstün iyi ve mutluluğun bilgisini alarak, toplumu bu yöne sevk etme sorumluluğunu taşır (Aslan v.d., 2018, s.26).

Farabi'nin "Erdemli Şehir" modelinin lideri olan "İlk Başkan", meşruiyetini ve yasama gücünü Faal Akıl ile kurduğu bu ittisal halinden alır. Başkan, Faal Akıl'dan aldığı bu hikmeti ve ilahi nizamı yeryüzünde yasalara (namus) dönüştürerek toplumu yönetir. Dolayısıyla dünyevi iktidarın ve adaletin kaynağı da doğrudan Faal Akıl'a dayanmaktadır.

Bu bağlamda, siyasi liderlik, hem teorik hem de pratik akılla donanmış, böylece hem ilahi hakikatleri kavrayabilen hem de bu hakikatleri toplumun faydasına uygulayabilen filozof-kral figüründe cisimleşir.

Farabi'nin siyaset felsefesi, sudurla şekillenen metafiziğinin adeta ete kemiğe bürünmüş halidir. O, kozmolojik sistemdeki dikey/hiyerarşik yapıyı, ideal bir insan toplumu olan "Erdemli Şehir" modeliyle siyasete taşır. Tıpkı tüm varlıkların İlk Sebep'ten (Zorunlu Varlık) sudur etmesi ve tüm evrenin O'nun yetkinliği altında kusursuz bir uyum içinde çalışması gibi; Erdemli Şehir de "İlk Başkan"ın (Peygamber/Filozof) yönetimi altında uyumlu bir bütünlük sergilemelidir: "Bütün varlıkların da durumu böyledir. Çünkü ilk Neden'in diğer varlıklara nispeti, erdemli şehrin hükümdarının onun diğer kısımlarına nispeti gibidir. Çünkü maddeden korunmuş olan varlıkların mertebeleri İlk Neden'e yakındır" (2017, s.102). Sonuç olarak, 'seçkin olan, en yüksek yönetici ve kesin kanıtlarla akılsalların bilgisine sahip olandır' (2018, s. 42). Farabi'ye göre ruhsal ve ahlaki olarak hatta fiziksel olarak da seçkin bu model insan sadece erdemli böyle bir toplumun peygamber, filozof veya imam yöneticisi olmaya aday olabilir.

Bu insan, Faal Akıl'dan edilgin akla taşan, feyz eden şeyle bilge bir insan, bir filozof, tanrısal nitelikli bir akıl kullanan mükemmel bir düşünür; Faal Akıl'dan muhayyile kuvvetine taşan şeyle bir peygamber, geleceği bildiren bir uyarıcı, halihazırda var olan tikeller hakkında bilgi veren bir haber verici olur. Bu insan, insanlığın en üst mertebesinde ve mutluluğun en yüksek derecesindedir. Onun ruhu sanki Faal Akılla bir olmuştur (2017, s.105).

Bu "İlk Başkan", sıradan bir yönetici değildir. O, teorik (nazari) ve pratik (ameli) yetkinliklerini en üst düzeye çıkarmış, zihni Faal Akıl ile ittisal kurmuş yani Müstefad Akıl düzeyine erişmiş ve Faal Akıl aracılığıyla Tanrı'dan vahiy/feyz alan en yetkin insandır. Peygamber ile Filozof arasındaki tek fark, ilahi feyzin insan ruhundaki alıcı mekanizmasıyla ilgilidir. İlahi feyz, Faal Akıl üzerinden doğrudan akli yetiye geldiğinde kişiyi "filozof" (hakîm), muhayyile (hayal) yetisine taştığında ise onu "peygamber" yapar. Ancak kaynağı tektir: Zorunlu Varlık'tan Faal Akıl'a inen Sudur hiyerarşisi. Bu filozof-kralın nitelikleri, sadece siyasi becerilerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda metafiziksel kavrayış, ahlaki mükemmeliyet ve toplumsal uyumu tesis etme yeteneğini de içerir (Akçakaya, 2025; Eyüp, 2010, krş. Farabi, 2017, s. 105-108; 2018, s.43-45).

Diğer taraftan bu yönetim anlayışı siyasi düzenin de nihayetinde ilahi düzenden beslendiği düşüncesini ima eder. Bu bağlamda, ilahi irade, varlığın her düzeyinde olduğu gibi, adalet ve nizamın da onto-aksiyolojik temelini oluşturur ve bu da siyasi düzenin doğal bir hiyerarşi içinde adaleti tesis etme yükümlülüğünü beraberinde getirir (Ilgaroğlu, 2025; Tekin, 2021).

Bu bağlamda, sudur teorisi, ahlaki erdemlerin ve siyasi düzenin kozmik hiyerarşiyle olan ilişkisini vurgulayarak, ideal bir toplumun oluşumunu evrensel ahengin bir yansıması olarak temellendirir. Bu yaklaşım, bireyin ve toplumun mükemmelliğe ulaşma potansiyelini, kozmik akıllar hiyerarşisiyle paralel bir gelişim çizgisine oturtarak, akıl sahibi varlıkların ilahi düzenle uyum içinde yaşamasını öngörür. Tüm bu ahengi açıklamanın merkezinde sudur teorisi ve faal akıl yer almaktadır. Bu onto-kozmik düzenin belirlediği ahlaki siyasi yaklaşım aynı sistem bütünlüğü içinde Farabi'nin Felsefe ile sıkı ilişki içinde olan din anlayışını ve teolojik yaklaşımını da yansıtır.

V. Din-Felsefe Uzlaşısı ve Teolojinin Konumlandırılması

Denebilir ki Farabi'nin sudur teorisini geliştirmesinin en önemli gerekçelerinden biri Onto-kozmolojik olarak ifade edebileceğimiz Tanrı'nın Zorunlu Varlık olarak mükemmelliyetini korumak ve O'nun evrenle ilişkisini açıklamaktır. Bu yönüyle Farabi'nin sudur sistemi, aynı zamanda dönemin İslami inançları ile Antik Yunan felsefesini uzlaştırma çabasının zihinsel bir tutkalıdır. Kelamcılar, Tanrı'nın evreni "zamanın bir noktasında" yoktan, dilediği gibi ve ilahi tercihe dayalı bir iradeyle var ettiğini savunurken Farabi'ye göre, Tanrı'nın her an faal olması ve mutlak kemali, O'nun bir an atıl kalıp sonradan yaratmasını mantıksal olarak imkânsız kılar. Farabi sudur ve feyz kavramlarını kullanarak bu problemi aşar. O, âlemin oluşunu, Tanrı'nın sonsuz ve ezeli bilgisinden taşan ontolojik bir zorunluluk olarak temellendirir. Sudur, Tanrı'nın keyfi iradesiyle değil; varlığının tabiatı gereği mutlak "cömertliğinden" (cûd) ve "adaletinden" doğar.

Diğer taraftan Sudur teorisinde Faal Akıl, din ve felsefeyi birleştiren ana köprüdür. Din ve felsefe birbirine rakip değil, aynı ilahi kaynaktan (Faal Akıl'dan) beslenen ancak farklı formlarda tezahür eden aynı hakikatin iki farklı yüzünü temsil eder. Farabi'ye göre vahiy, Faal Akıl'dan taşan ilahi feyzin, insanın akıl ve "muhayyile" gücüne dökülmesidir. Filozof bu hakikati saf aklî düzeyde alırken, peygamberin son derece gelişmiş muhayyile gücüne taşan bu feyiz; sembollere, imgelere ve halkın anlayabileceği yasalara dönüşür. Yani vahiy, sistemin dışından gelen bir müdahale değil, doğrudan Faal Akıl'ın kozmik işleyişinin bir sonucudur (Farabi, 2017, s.90-94).

Bu bağlamda Fârâbî, vahiy ile felsefeyi uzlaştırma çabası içerisinde, ideal başkanın hem felsefî derinliğe hem de vahiyle desteklenmiş hikmete sahip olması gerektiğini vurgular (Altıntop, 2016; Derin, 2022). Bu yaklaşımıyla Farabi, Platon ve Aristoteles'in düşüncelerinden etkilenmiş olsa da, İslam'a özgü bir perspektifle felsefi ve dini bilgeliği birleştirerek filozof ve peygamberi aynı hakikatin farklı ifadeleri olarak konumlandırmıştır. (Öztaş, 2019).

Faal Akılla ittisal yoluyla vahiy veya insanın bilgi edinme süreci İlk Varlıktan bağımsız olmayan ve ondan taşan feyzin bilişsel, entellektüel sonucudur. "Faal Akıl, İlk Sebebin varlığından çıkmıştır. Bunun için, Faal Akıl aracılığı ile bu insana vahyedenin İlk Sebep olduğu da söylenebilir." (2012, s.86)

Farabi akıl-iman veya din-felsefenin tek kaynaktan çıkan aynı hakikatin farklı ifadeleri olduğunu iddia etmekte ısrarcıdır:

Şimdi, varlıkların bilgisi kazanıldığında veya öğrenildiğinde, eğer onların kavramları akılla tasavvur ediliyor ve kesin kanıtlar aracılığıyla tasdik ediliyorlarsa, bu bilgileri içine alan ilim felsefedir. Eğer onlar kendilerini taklit eden misaller üzerinden tahayyül etme yoluyla biliniyorlar, tahayyül ettirilen bu şeyler ikna yöntemiyle

tasdik ettiriliyorsa, eskiler bu bilgileri içine alan şeyi din diye adlandırırdı. Bu akılsalların kendileri alınır ve ikna yöntemleri kullanılırsa, bunları kapsayan dine popüler, meşhur, zahiri felsefe denir. Dolayısıyla eskilere göre din, felsefenin bir taklididir. İkisi de aynı konuları içerir ve varlıkların ilkeleri hakkında bilgi verir. Çünkü ikisi de varlıkların ilk ilkesi ve ilk nedenle ilgili bilgi verir ve ikisi de insanın kendisi için varlığa getirilmiş olduğu nihai amaç, yani en üstün mutlulukla diğer varlıkların nihai amaçları hakkında bilgi verir… Felsefenin bütün bunlarla ilgili olarak akla veya tasavvura dayanarak bilgi verdiği her konuda, din hayalgücüne dayanan bilgiler verir. Felsefenin ispat ettiği her konuda din ikna eder. (2018, p.44)

Aynı kaynaktan hakikate erişimin sonucu olarak, ahlak-siyaset knousunda değindiğimiz gibi bu sistemde, peygamber ve filozofun Faal Akıl ile kurdukları bu bağlantı, onların ideal devletin yöneticisi olmalarını meşrulaştıran temel bir ölçüt olarak kabul edilir (Demirel, 2014; Yıldız, 2014). Farabî'ye göre bu "İlk-başkan" hem filozof hem de peygamber niteliklerini taşır (Aydınlı, 1987). Öyle ki, ona göre filozof, “en yüksek yönetici, hükümdar, kanun koyucu ve imam ifadeleri aynı anlama gelmektedir” (2018, 47; 2012, s.85).

Bu bağlamda Fârâbî, filozofun toplumsal uyumu ve sükuneti temin etmek amacıyla hakikati çoğunluğun idrak düzeyine uygun semboller ve imgeler aracılığıyla aktarmasının pragmatik bir gereklilik olduğunu öne sürer (Küyel, 1989; Ulukütük, 2016).

Böylece Farabi'de, ana kaygısı "etik-politik" olduğu düşünülen Platoncu felsefe ile yine ana kaygısı "etik-politik" olarak algılanan İslam vahyi, "pratik felsefe" zemininde birbiriyle buluşturulmaya ve birbiriyle u zlaştırılmaya çalışılmaktadır” (Aslan, 2017, Giriş, s.x).

Bu da Farabi’nin sudur merkezli felsefi düşüncesinin bütünlüğünü oluşturmada felsefi teolojisinin önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Zira erdemli birey erdemli ve saadeti hedef edinmiş bir toplumun inşasında en önemli figürler olani peygamber-filozof veya vahiy ve akli aydınlanma Farabi’nin düşünce sistemin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Sonuç: Ontolojik Birlik Olarak Sudur

Sonuç olarak; Farabi felsefesinde Sudur (Emanation) teorisi, evrenin yalnızca nasıl yaratıldığını açıklayan kuru bir kozmogoni anlatısı değildir. O; zâtı ve sıfatları bir olan Tanrı’dan (Zorunlu Varlık), gök cisimlerinin ruhlarına ve akıllarına, oradan Ay-altı âlemdeki maddesel süreçlere ve en nihayetinde insanın düşünce yetisine (potansiyel aklına) kadar uzanan "varlık zincirini" açıklayan bütüncül bir yapıdır. Bu zincirde, Faal Akıl bir köprü görevi görerek metafizik dünyayı fiziksel, epistemolojik ve politik dünyaya bağlar.

Fârâbî'nin sudur teorisi, ontolojik, kozmolojik ve epistemolojik düzeylerde birleştirici bir işlev görerek, ahlaki ve siyasi erdemlerin nihai olarak ilahi Akıl'dan neşet eden bir hiyerarşi içinde konumlandığını ortaya koyar.

Farabi, Aristoteles'in teleolojik İlk Hareket Ettirici kavramını, Yeni-Platonculuk'un fâil neden kavramıyla birleştirerek, aklın "bilme" eylemini aynı zamanda bir "var etme" (ontolojik üretim) eylemi olarak formüle etmiştir. Bu sistem; insanın zihnindeki kavramların doğruluğunu (mantık), toplumsal düzenin yasalarını (siyaset) ve bireyin nihai mutluluğunu (etik) doğrudan göksel ve ilahi hiyerarşiye entegre eder.

Sudur teorisi, Farabi’nin elinde metafizikten etiğe, kozmolojiden siyasete tüm disiplinleri kopmaz bir mantıksal zincirle birbirine perçinleyen "ontolojik bir tutkal", kuramsal bir merkez olarak görev yapmaktadır. İnsanın amacı da bu kozmik hiyerarşiyi felsefe yoluyla kavramak, Faal Akıl'la ittisal kurmak ve yetkinleşerek ahlaki ve ontolojik anlamda İlk Kaynak'a doğru o büyük evrensel "dönüş" yolculuğunu tamamlamaktır. Farabi’nin "İkinci Öğretmen" (Muallim-i Sani) sıfatıyla inşa ettiği bu muazzam mimari, daha sonra İbn Sina, İbn Rüşd ve hatta Batı felsefesi üzerinde yüzyıllar boyunca sarsılmaz bir etki bırakacak olan o "sistematik bütünlüğün" ta kendisidir.

Fârâbî'nin düşünsel sisteminin tutarlılığı, tüm bu farklı disiplinleri aşkın bir ilke etrafında birleştirme yeteneğinden kaynaklanır ve bu durum, onun felsefesine monistik bir karakter kazandırır. Bu monizm, sudur teorisi aracılığıyla ontolojik bir hiyerarşi oluşturarak, varlığın nihai nedeninden başlayıp, en alt düzeydeki varlıklara kadar uzanan bir süreklilik ve birlik tesis eder.

Fârâbî'nin sudur teorisi, düşünsel bütünlüğüne rağmen, varlıkların hiyerarşik akışının nasıl bir zorunluluk arz ettiği veya ilahi irade ile bu deterministik yapı arasındaki ilişkinin ne olduğu gibi konularda bazı felsefi eleştirilere konu olmuştur. Bu eleştiriler, özellikle Gazzâlî gibi sonraki dönem İslam düşünürleri tarafından,

sudurun zorunluluğu ile Tanrı'nın seçme hürriyeti arasındaki gerilime odaklanmış ve sudur teorisinin yaratılış ve ilahi müdahale gibi İslami akidelerle uyumu üzerinde tartışmalar başlatmıştır.

Sonuç Bu çalışma, Fârâbî'nin sudur teorisinin, onun felsefi sisteminde ontolojik temelden epistemolojik çıkarımlara, kozmolojik açıklamadan teolojik ilkelere, ahlaki normlardan siyasi düzenlemelere kadar uzanan kapsamlı bir bütünlük sağladığını göstermiştir. Bu bütünlük, Fârâbî'nin farklı disiplinler arasındaki organik bağı vurgulayarak, felsefesinin sadece teorik bir yapıdan ibaret olmadığını, aynı zamanda pratik yaşamın düzenlenmesinde de bir rehber niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Fârâbî'nin sudur teorisi, İslam felsefesinde rasyonel bir evren tasavvuru ve toplumsal düzenin temellerini atarak, sonraki düşünürler için de önemli bir referans noktası teşkil etmiştir. Bu derinlemesine analiz, Fârâbî'nin entegre düşünsel yapısının, felsefenin bireysel ve kolektif yaşamın her veçhesini kapsayan bir bütün olarak ele alınabileceği yönündeki temel argümanını güçlendirmektedir.

Özellikle Fârâbî'nin Tanrı anlayışına dayanan sudur metafiziği, kendisinden sonraki İslam filozoflarının Tanrı-âlem ilişkisine dair yaklaşımlarını derinden etkilemiş; İbn Sînâ'nın bu felsefeyi tevarüs etmesiyle sudurcu yorum geleneği güç kazanarak, İbn Bâcce, İbn Tufeyl ve İbn Rüşd gibi düşünürlerin sistemlerinde hâkim bir model haline gelmiştir (Arslan v.d., 2018; Aygün, 2018; Kocabıyık, 2020)

KAYNAKÇA

Altıntop, C. (2016). Ideal Understanding of State Ebû Nasr El- Farabî. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/adibd/issue/56412/782849

Akçakaya, M. (2025). Türk-İslam Yönetim Anlayışında İdeal Devlet ve Yönetici Tipi: Aktörler Üzerinden Bir Değerlendirme. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *27*(2), 433–458. https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1710084

Arslan, A., Koçak, H., Bayram, B. L., Yılmaz, A., Aydın, M., & Yücel, H. A. (2018). *Farabi Mutluluğun Kazanılması.*

Ahmedi, B. K. (2021). İslam ve Transhümanizm Bağlamında Süper Müslüman Kavramının Analizi. *Kocatepe İslami İlimler Dergisi*, *4*(2), 238–258. https://doi.org/10.52637/kiid.1001949

Aygün, F. (2018). İslâm Düşüncesinde Tanrı-alem (Birlik-Çokluk) ilişkisine Yönelik Temel Teoriler: Hudûb, Sudûr, Zuhûr. Kader, 16(1), 157-187. https://doi.org/10.18317/kaderdergi.419598

Aykıt, A. (2021). *Fârâbi'nin Siyâset Felsefesinde Peygamberin Yasa Koyucluğunun Temelinde Mütehayyile*

Bulut, E. cumhuriyet üniversitesi. (2022). Mu'tezile ve Filozofların Allah'ın Sıfatları Hakkındaki Görüşlerinin Mukayesesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/turajas/issue/71312/1136705

Çelik, F., & Duyar, Z. (2022). The Effect of the Approach of 'Imagination' and 'Reason' on Politics and Management Thought in Fârâbî's Work "Al-Madina Al-Fazila." *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/kusbd/issue/75703/1200176

Demirel, D. (2014). Farabi'nin İdeal Devleti: Erdemli Şehir. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/niguiibfd/issue/19754/211475

Derin, N. (2022). On the Causes of the Philosophy-Religion Problems Thinking from Fârâbî's Concept of Mille. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/felsefedunyasi/issue/71243/1121369

Erdoğan, Ö. F. (2016). Farabi'nin Tevhid Anlayışı ve Sıfatlar Meselesi, *DergiPark (Istanbul University*), https://dergipark.org.tr/tr/pub/did/issue/34665/383215

Eyüp, Ş. (2010). Platon ve Fârâbî'de Aristokrasi. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, *51*(1), 111–130. https://doi.org/10.1501/ilhfak_0000001017

El-Farabi, (2019). ilimlerin Sayımı, (Ahmet Aslan, çev.) Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

El-Farabi, (2018). Mutlulğun Kazanılması, (A. Arslan, çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

El-Farabi Es-Siyasıtü'I-Medeniyye, (Prof. Dr. Mehmet S. Aydın Prof. Dr. Abdülkadir Şener Prof. Dr. M. Rami Ayas (çev.). Büyüyen Ay Yayınları.

El-Farabi, (2017). İdeal Devlet. (A. Arslan, çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Hammond, R. (2012). Farabi Felsefesi ve Ortaçağ Düşüncesine Etkisi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/iufad/issue/1308/15441

Ilgaroğlu, M. C. (2025). *Fârâbî'nin Felsefi Evreni Hakk'ın Onto - Aksiyolojik Tezahürü Olarak Adalet*. https://doi.org/10.70458/fcr.9786255536242

Kaplan, Y. (2021a). Fârâbî'nin Siyaset Felsefesinde Fikrî Güç ve Fikrî Erdemler. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 2017-2935. http://doi.org/10.15869/itobiad.977392

Karakuş, M. K. A. Ü. İ. F. (2017). Farabi'nin Düşüncesinde Tanrı'nın Varlığı ve Nitelikleri. *DergiPark (İstanbul University*). https://dergipark.org.tr/tr/pub/k7auifd/issue/30967/318553

Kılıç, M. F. (2010). İbn Sînâ'nın Kelâmcıların Hudûs Görüşüne Yönelttiği Eleştiriler. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/divan/issue/25957/273477

Körpe, İ. (2023). Determinations of Knowledge and Happiness in Farabi and Spinoza. *DergiPark (İstanbul University*), http: //dergipark.org.tr/pub/dinveinsan/issue/81292/1376364

Küyel, M. T. (1989). Şarâ'it al yakîn d'al-Fârâbî et Jurnal al Falsa/a d'Ibn Hîndî. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/erdem/issue/44535/552367

Mavil, K. A. (2015). İslâm Düşüncesinde Yetkinlik Kavramı ve İnsanın Yetkinleşmesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/dergiabant/issue/1339/15785

Nabi, M. N., Elmali, O., & Özden, H. Ö. (2010). Plotinus ve İbni Sina'nın Felsefi Sistemlerinrde Sudur Nazariyesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniilah/issue/2750/36681

Okşar, Y., & Çalışkan, N. (2020). Creation and Dawinist Evolution. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/53886/676563

Oruk, Z. (2020). Fârâbî'de Bireysel Mutluluktan Toplumsal Düzene: Özne ve Nesne Olarak Nefsin Onto-Epistemolojisi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, *16*, 272–283. https://doi.org/10.34085/buifd.805844

Öztaş, A. (2019). Siyaset Ütopyalarında Devlet. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/k7auifd/issue/51357/559027

Tekin, Ö. (2021). İbn Kemâl'in Yaratıcıyla İlgili Mûcib Bizzât ve Fâil-i Muhtâr Tasavvurları Karşısındaki Konumu. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ulum/issue/67791/1023783

Türker-Küyel, M. (1990). Al-Fârâbî As a Source of the History of Philosophy And of Its Definition (in Turkish and English). *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/erdem/issue/44508/551909

Ulukütük, M. (2016). Geçmişteki Fârâbî'yi Anlama Usulü Çağdaş Fârâbî'yi Yorumlama Sorunu *DergiPark (Istanbul University)*.https://dergipark.org.tr/tr/pub/did/issue/34665/383216

Yıldırım, Z. (2022). Farabi'nin Siyaset Düşüncesindeki Siyaset-Mutuluk-Yönetici kavramlarının İncelenmesi. DergiPark (İstanbul University). https://dergipark.org.tr/tr/pub/tudad/issue/75711/1208115

Yurtoğlu, B. (2014). Kınalızade'de Meratibü'l-Kainat ve İnsanın Evrendeki Yeri. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/dortoge/issue/40202/478628

Yücel, H. A., Koçak, H., Bayram, B., Yalçınkaya, M., & Aydın, M. (1941). *Farabi Hakkında*

MELANCHOLIC IDENTITY IN JHUMPA LAHIRI'S "A TEMPORARY MATTER"

Fulya KİNCAL

Assoc. Prof., Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Science and Letters, Department of English Language and Literature, Tekirdağ-Türkiye

Abstract

The 20th century and now the 21st must be understood through the lens of trauma. No other period in human history has generated such massive, widespread destruction combined with such global awareness of human beings' ability to annihilate one another. The word trauma, as a psychological matter, means that something or an experience cannot be fully absorbed by the mind. However, in the contemporary period, trauma became a social issue used for describing loss, survival and brokenness. Therefore, the main question of the period in which we are living is how people survive after destruction. In that sense, Jhumpa Lahiri's short story "A Temporary Matter" (1999) opens a discourse on how loss and survival after disappointment are the main themes of our current lives. Lahiri describes partners Shukumar and Shoba as survivors in a dark, silent household saturated with memories as they mourn to accept that, by the loss of their inborn child, they are trying to reconstruct their identity. As the story describes their attempt to repair the disappointment and guilt, it suggests that the 21st century witnessed the rise of a memory-based identity, shaped by the burden of remembered loss and inherited suffering. A glimpse into the lives of Shukumar and Shoba shows how they are dispossessed of their previous selves. Their identities are formed not only by who they are in the present but by the traumatic experience of the loss of their child. Through the psychoanalytic exploration of mourning and melancholia and the theory of identity formation, this study discusses that we now understand identity as something deeply tied to trauma, memory and loss.

Keywords: Identity, Jhumpa Lahiri, Loss, Memory, Trauma.

Introduction

Contemporary age is characterised by one of extraordinary violence—wars, genocides, epidemics, and massive displacements. The earth has witnessed devastation of wars between nations, destruction of ethnic and religious groups of people, death of thousands of people due to the pandemic and the transference of people and children from one place to another because of external threats. From a historical perspective, it can be assumed that no other period in human history has generated such massive, widespread destruction combined with such global awareness of human beings' ability to annihilate one another. As a result of being subjected to such an overwhelming destruction, trauma has become a central concept for understanding both individuals and societies. In other words, these events shaped not only nations but also individual psyches by changing how they understood themselves and the world around them. Therefore, in recent years, psychiatry, psychoanalysis and neurobiology have increasingly emphasised the direct effects of external violence on mental disorders (Shalev et al., 2024) This tendency has culminated in research into post-traumatic stress disorder, emphasising the devastating impact of sudden or destructive events on an individual; the reaction to the event typically manifests as involuntary, recurring hallucinations and other distressing symptoms.

As it is generally understood today, the direct penetration of a horrific event—from which the mind cannot escape—into the mind itself, that is, the event's 'takeover' of the individual at the psychological and neurological levels — has an immense transformative influence on identity (Waterman, 2020, pp. 59-69). This change displays the most direct link between the psyche and external violence and is regarded as the cause of the most devastating mental disorders. From this perspective, this article argues that trauma is not merely a destructive force but a fundamental puzzle of survival. When the traumatic experience is understood as a paradoxical relationship between destruction and survival, the legacy of incomprehensibility at its heart becomes readily comprehensible. Individuals give up seeking recovery and resolution, as life is transformed into an act of survival in the shadow of traumatic memory. While the damage itself becomes the focus of life, it simultaneously begins to shape identity through feelings of loss and disappointment.

Jhumpa Lahiri's short story "A Temporary Matter" addresses such a riddle of survival in a partner's life after the loss of their child. In the story, an Indian couple, Shoba and Shukumar, grapple with the loss of their child, which causes serious tension and deep incompatibility in their marriage. Thus, the story is created through a close observation of the process of reconciling with that event, which cannot be changed, and of the resolution of the couple's conflicting beliefs about themselves and their relationship. Lahiri expresses more intense grief over Shoba, who has not been able to talk about her thoughts and feelings, as she views the emotional closeness to her partner as having deteriorated. Shoba's deep sadness for the loss of their child represents also the less tangible loss of an idealised relationship, which is harder to get hold of. Lahiri notes that, if left unaddressed and uncommunicated, losses of both kind can have a destructive influence on the relationship. It is widely accepted that loss is an intrinsic part of human experience, and the failure to mourn is detrimental to mental health. What this impressive story shows is that unrecognised and unmourned loss is deeply embedded in the couple's relationship and psyche, and, if left unaddressed, impedes maintaining the relationship and individual connection.

The Threshold Between Mourning and Melancholia

When loss is concerned with the death of a person with whom there has been an attachment, a couple is able to share their grief in the company of each other or others. However, in the case of the loss of an unborn baby, such support is complicated by the absence of shared memories of the relationship with the deceased. In "A Temporary Matter", Shoba and Skumar's loss through Shoba's giving birth to a dead baby makes them one of "those who mourn in ways not recognised by others" and even by each other (Casement, 2000, 1). They try to integrate the loss of someone who has never been seen or interacted with, but deeply felt and expected. Therefore, processing grief becomes much more challenging for them with such a psychological vulnerability where their egos are not able to accept and withdraw energy of love from a loss poorly integrated. Moreover, Shoba and Shukumar's psyche becomes so overwhelmed with the devastating event that their prenatal identities as procreative and negotiating partners are threatened, and they parted thair ways at the end of the story.

"A Temporary Matter" moves slowly from silence toward confession, from emotional blockage to freedom through the darkness in the atmosphere of the mind, and, from frozen grief to the first possibility of mourning. The electricity cut brings Shoba and Shukumar together after months of emotional distance because they must eat in the dark, and they begin to talk again. Shoba starts the confession game, and each night they reveal small secrets from the past. These confessions seem to break the silence between them and create a sense of intimacy. Then the couple grows closer physically and emotionally. They sit together, hold hands, kiss, and even make love. For Shukumar, this reconnection carries the sense of a chance to heal their marriage. He comes to believe that the darkness created by the temporary power cut has helped them recover the connection they lost after the baby's death. However, on the final night, the situation changes. The power cut ends earlier than expected, but Shukumar still lights candles, hoping to continue the intimacy of the previous evenings. Shoba, however, wants the lights on. This is important because she no longer wants the protection of darkness. She wants to speak clearly and be seen. At that moment, she tells him that she has been looking for an apartment and has found one. Her declaration shocks Shukumar because he realises that while he thought the evenings were bringing them back together, Shoba had already been preparing to live without him. The game of confession of small secrets, therefore, does not bring about reconnection; rather, it leads to the discovery of the truth of the burden in their hearts. Shoba's announcement of her decision to move to a new flat alone emerges as the consequence of everything that has been hidden: grief, silence, disappointment, and her need to separate herself from the life they have been unable to repair.

The opening passage introduces the "temporary matter": a one-hour power cut for five days due to repairs. Lahiri uses this darkness to set the story's mood and immediately signals its symbolic weight. The damaged power line does more than disrupt the household—it mirrors Shoba and Shukumar's broken connection after losing their baby. Their connection and interaction have been disrupted by grief and guilt, creating a quiet sorrow that lingered in the household, mirroring their fractured relationship. The power outage thus refers to both the literal and figurative loss of connection, while also paving the way for reconnection. In the darkness, the couple begins to confess hidden feelings, confronting the mutual pain and emotional distance that has gone unspoken. As the electric line awaits repair, so too does their marriage. The temporary matter refers not just to

the short power outage but to the fragile hope of mending their relationship by finally facing their grief and misunderstandings.

The couple's inability to communicate resulted from their inability to process the death of their child. In an ordinary experience, something happens, people register it, give it meaning, and subsequently place it within the memory. But trauma does not work in this normal way. At the moment of shock, consciousness fails. The mind is there, but it cannot fully grasp what is happening. The event is too sudden, too violent, too overwhelming. It enters the person's life, but not fully into the person's understanding. This is why Freud's idea of "Nachträglichkeit", or belatedness, is so important, which refers to a traumatic event, which may have happened in the past, but its meaning comes afterwards. It returns again and again — in dreams, in flashbacks, in repeated actions, in bodily fear, in silence (Bistoen et al., 2014, pp. 670). The person does not simply remember the trauma; the person is forced to encounter it again because it was never truly understood the first time.

Psychological reading of depression confirms that trauma is not only an experience of violence. It is the terrible fact that the violence escaped consciousness. What wounds the subject is not only the event itself, but the empty space it leaves behind. Something happened, but the mind could not hold it. Something was seen, but not fully known. Something was survived, but not fully lived. Lahiri's story describes the death of a pair's child as trauma, as the event is experienced so overwhelmingly that shield of their mind is broken. The event becomes too real — more real than the mind can process. It pierces consciousness, but it does not produce meaning. It remains as a wound. Although they try to maintain their life, the event continuously pulls the couple back toward pain, shock, and death. It is as if the mind is saying: "I must return to this, because I never truly understood what happened to me." This reminds us of what Cathy Caruth emphasises, trauma is not simply the memory of a past event but it is a delayed discovery. The survivor discovers, too late, what it means to have survived (1996, p.14). This turns into the terrible paradox of their trauma: they have come close to death, perhaps even encountered death, but did not know it fully at the time. And because it was not known then, it returns later. The survivors continue to live, but life is no longer innocent. Life carries within it the trace of death.

Shoba and Shukumar's silence represents the reappearance of death within life and the reminder that, for Shoba especially, living means continually awakening to that "missed encounter" (Caruth,1996, p. 32). In this sense, trauma changes time itself. The past is not really past. It interrupts the present. It returns unexpectedly. It speaks after silence. The event happens once, but its meaning arrives later, as if time has been broken. Survival, then, is not simply victory. It is not only the happy fact that one is still alive. For Shoba, survival itself becomes painfully unbearable and intolerable. To survive means to live after an encounter with death. It means carrying something that cannot be understood, something that keeps returning, something that wounds life from within. Lahiri describes Shoba's appearance as "like the type of woman she'd once claimed she would never resemble" (1). Shoba walks around "her cranberry lipstick was visible only on the outer reaches of her mouth, and her eyeliner had left charcoal patches beneath her lower lashes" (1). Shoba's ignorance of herself hints at her carrying within herself the remainder of what happened. It is not only the world but also her ego which is empty and poor.

In the context of Jhumpa Lahiri's "A Temporary Matter," trauma becomes a force that changes identity from within. Before the loss of their baby, Shoba and Shukumar's identities were shaped by ordinary roles: husband, wife, future parents, members of a shared household. But after the stillbirth, these identities no longer feel stable. Their sense of self becomes tied not to the present, but to the painful memory of what has been lost. Jeffry Prager contrasts trauma-focused identity with the earlier model of identity of the 1960s and 1970s. In the past, identity was understood through relationships among people coexisting in the same time and space (Prager, 2006, p. 193-195). Identity was characterised through belonging, difference and coexistence. Through the categories of present practice, people used to make sense of who they are and how they relate to others. Identity functioned like a cognitive map, organising both recognition and conflict. However, in recent decades, a memory-based identity has risen, shaped not by present position and condition but by traumatic past experiences and the burden of remembered loss. Lahiri shows how the reconstructed past reshapes identity. In the story, the past enters the couple's daily life and quietly controls their behaviour, their silence, and their emotional distance. This shows a movement from a simple, social understanding of identity to a deeper, traumatic one. Identity is no longer only about how Shoba and Shukumar are in relation to each other in the present. However, after the loss of their child, "Shukumar and Shoba had become experts at avoiding each

other in their three-bedroom house, spending as much time on separate floors as possible" (Lahiri, 1999, p. 2). Their identity is shaped by memory, grief, and absence. Their dead child becomes an invisible presence in the house, affecting how they eat, speak, sleep, and look at each other because the loss has not been openly mourned, but it remains unresolved. Shoba especially appears caught in this melancholic condition: she is changed by the loss, but she cannot fully speak it or share it. Her identity becomes marked by silence, withdrawal, and emotional survival.

Lahiri's characterisation highlights Freud's insight that identity is fundamentally linked to loss. The lifelong process of identification begins with the child's initial unity with the parent in infancy, followed by the child's realisation of its separateness and the necessity of separation and autonomy. From this perspective, separation produces anxiety and a desire to restore the lost unity. The only resolution for this conflict is the internalisation of the loss. Through this psychological process, the grievers take aspects of loved, lost, or separated figures and build them into their own sense of self. As a result, identity formation seems like a balancing act between two lifelong impulses. Identity becomes a lifelong dialectic between autonomy and independence and connection and dependency. Identity becomes the record of our internalised attachments—especially the loved figures we must separate from as part of healthy development (Shia & Pan, 2026). In the story, partners are shaped by loss without being controlled by it. Mourning enables a "psychic break" with the past, not through forgetting but through transformative remembering. However, Shoba's endeavour to connect with Shukumar during the power cut and subsequent decision to leave the lim is her way of internalising those from whom she must also separate.

The story's resolution suggests that identity should not remain forever imprisoned by trauma. Melancholia becomes dangerous when it turns loss into a permanent definition of the self. Though Shoba is seen only as a grieving mother or a broken wife, simultaneously her identity becomes frozen in the past. Yet the story shows that she is changing as well. Her decision to leave, her search for an apartment, and her final confrontation with Shukumar reveal that she is trying to move beyond passive suffering. Trauma has wounded her, but it has also forced her to rethink who she is and what kind of life she can still claim for herself. Thus, "A Temporary Matter" presents melancholic identity as painful but not necessarily permanent. Shoba's self is shaped by loss, but it is also struggling to become something else. Lahiri shows that trauma may transform identity, but healing begins when the past is spoken, shared, and finally mourned rather than silently carried forever. Jhumpa Lahiri first shows how the couple internalise the lost object so deeply that it becomes a harsh internal judge, crippling their ability to act freely. The present becomes overshadowed by the past, and life loses vitality. To illustrate the importance of healthy mourning, Lahiri describes how Shoba and Skubar avoid mourning as they lose their interaction with each other. The communication gap reached the point where, despite living in the same house, they would sleep on separate floors and become completely estranged from each other, except for a few instances in which the wife would say a few words, like "don't work too hard," and then eventually fall asleep (Lahiri, 1999, p. 6). Due to unspoken matters between the couple, monotony had crept into their lives. Lahiri writes:

> He thought of how he no longer looked forward to weekends, when she sat for hours on the sofa with her colored pencils and her flies, so that he feared that putting on a record in his own house might be rude. He thought of how long it had been since she looked into his eyes and smiled, or whispered his name on those rare occasions they still reached for each other's bodies before sleeping(Lahiri, 1999, p. 4).

The story shows that melancholia is foundational to their identity, because both internalise ungrieved losses and freeze identity, making it seem as if they can never escape the effects of past loss. Healthy mourning requires the ability to feel both love and anger toward the lost object. This ambivalence prevents the lost object from becoming either too idealised or too punishing, allowing the ego to remain strong. In melancholia, ambivalence is repressed, and the lost object becomes a harsh internal critic that overwhelms the self. But in healthy mourning, ambivalence makes psychological freedom possible. This capacity supports both personal healing and transformation.

At the story's dawn, Shoba and Shukumar appear legally married but emotionally distant. Their sense of melancholy, which overcomes them, overwhelms the house in which they eat separately, and they avoid the pain that stands between them. The death of their baby has not only wounded them; it has changed the way they see themselves and each other. Their home has become a place of quiet sorrow, where love still exists, but is buried under disappointment, guilt, and unspoken loss. The power outage first seems like a small,

temporary problem, but it becomes the emotional centre of the story. In the darkness, Shoba and Shukumar begin to speak again. Their nightly confessions recall unfinished issues between them and so bring them close for a short time, almost as if the darkness protects them from the full pain of seeing each other clearly. They remember how to talk, how to touch, and how to feel the presence of the other person. However, such talks prevent partners from achieving the kind of closeness that solidifies the bond. It does not completely heal them or reestablish mutual trust and negotiation; instead, it reveals how deeply grief has changed them. This is especially clear in Shoba. After losing the baby, she is no longer the same woman Shukumar remembers. Her grief has made her distant, controlled, and silent. But her decision to find an apartment shows that she is not simply destroyed by loss. She manages to survive her grief and, let alone benefit from her pain, by transforming herself. She wants to step outside the broken marriage and recover a self that is not only a grieving wife or a bereaved mother. Her identity begins to change when she chooses action over silent suffering. In this sense, Shoba's separation is not coldness; it is her painful attempt to breathe again. When Shukumar tells her that "he'd arrived early enough to see their baby, and to hold him before they cremated him… while Shoba was asleep" and that the child was a boy, Shoba is forced to face the truth of the catastrophic thing that has happened to her internal connection with the dead baby more directly than before (Lahiri, 1999, p.20). The absence, thus, left by death becomes a place of meeting and acceptance for both of them. The baby is no longer an unnamed absence between them; he becomes real, remembered, and shared. Their final tears show that mourning can begin only when grief is spoken aloud. The normal mourning is a natural reaction to loss, even though it involves a temporary departure from a normal attitude towards life. Lahiri does not give us an easy, happy ending. Instead, she gives us something more honest: two wounded people sitting together in the dark, crying for what they have lost and for what they now know. Through Shoba, the story shows that a melancholic identity need not remain forever trapped in trauma but it can embrace healing through truth, pain, separation, and the courage to mourn.

Conclusion

Jhumpa Lahiri's story A Temporary Matter" emphasises that the loss of communication has implications for the representation of grief. The failure of words to communicate the ebbs and flows of grief and the sign of a change in subjectivity are recurring themes of the story. Although grief necessitates expression to accept and process the loss, and language can convey intense grief, the discourse can break down and remain meaningless. In everyday life, subjectivity is a complex of relationships and transformations through which language is grasped in order to articulate our desires. However, in the event of loss, Lahiri's story shows how much subjectivity becomes utterly destabilised by grief. Shoba and Shukumar are represented as the grievers living on the edge of another universe since they have lost their baby. The moment of loss is the initial trauma, a dramatic trigger of fracture in their individual subjectivity and relationship, which is unbearable to the couple, inexpressible in words. The loss of the baby entails the loss of a perceived mutual understanding between the partners. Although the power cut creates a new atmosphere for the partner's attempt to recover what they conceive as the origin of their relationship, Shoba recognises that she has changed and needs a new life. Through the secret game they play in the darkness, they seek to find a sense of us but cannot find the same bond.

The story allows us to acknowledge that someone mourns when he/she accepts that, through the loss he/she may change forever. The mourning concerns agreeing to undergo a transformation, as Shoba submits to change by choosing to move to another flat. The depressive effect of losing is there, but more importantly, the transformative effect of loss is also communicating with the self. Something takes hold of Shoba, preventing her from communicating her grief until she understands what has been lost within her. So, the story draws attention to the fact that when one is faced with something obscure hidden in loss, something is lost within its recesses. Thus, mourning concerns knowing what someone has lost.

Jhumpa Lahiri portrays how Shoba experiences a process from melancholia to mourning upon the loss of her baby. When she is dispossessed from the mothership, she at first gets lost in her disappointment. She loses her connection with the world, her partner and even herself. However, throughout the process, with the help of the silently dark atmosphere created by the electricity cut, something about who she is revealed. The brief moments of joyful communications delineate the ties she has to others, which show her that these ties constitute what she is, bonds that compose and decompose her. Shoba and Shukumar acknowledge that they do not exist independently of themselves and their previous roles. When they lose their parenthood and their connection to

each other, they have lost the attachment to those previous roles that composed them before the trauma. Shoba starts to understand that she not only mourns the loss, but also becomes a stranger to herself. Her decision to leave is her decision to explore who she is without the connections and ties the loss represents. She loses older ties by which she once was constituted, she decides to discover who she is and what to do anymore.

References

Bistoen, G., Vanheule, S. & Craps, S. (2014). *Nachtr422glichkeit: A Freudian perspective on delayed traumatic reactions*. Traumatology 24(5), pp. 670-677. https://doi.org/10.1177/0959354314530812

Caruth, C. (2016). Unclaimed experience: Trauma, narrative, and history (20th anniversary ed.). Johns Hopkins University Press.

Casement, P. (2000). Mourning and Failure to Mourn. Fort Da, 6, 20–32.

Prager, J. (2006). Melancholic identity: Post-traumatic loss, memory and identity formation. In A. Elliott & P. du Gay (Eds.), Identity in question (pp. 182–203). SAGE.

Lahiri, J. (1999). A temporary matter. In Interpreter of maladies (pp. 1–22). Houghton Mifflin.

Shalev, A., Cho, D. & Marmar, C. R. (2024). *Neurobiology and Treatment of Posttraumatic Stress Disorder*. American Journal of Psychiatry 181(8). https://doi.org/10.1176/appi.ajp.20240536

Shia, P. & Pan, H. (2026). *Deceptive, Productive and Unhomely Food in Jhumpa Lahiri's "A Temporary Matter"*. English Studies 0. https://doi.org/10.1080/0013838X.2026.2635938

Waterman, A. S. (2020). *"Now what do I do?": Toward a conceptual understanding of the effects of traumatic events on identity functioning*. Journal of Adolescence 79, pp. 59-69. https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2019.11.005

FARABİ DÜŞÜNCESİNDE SİSTEMATİK BÜTÜNLÜK: METAFİZİKTEN ETİĞE SUDUR TEORİSİNİN KURAMSAL MERKEZİYETİ

Prof. Dr. İbrahim BOR

Hakkari Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü, Hakkari-Türkiye, ORCID: 0000-0002-7824-3227

ÖZET

Büyük filozofların felsefi sistemleri, Platon'un "İdea"sı, Plotinus'un "Bir"i, Descartes'ın "Cogito"su veya Hegel'in "Geist"i gibi merkezi bir kavram etrafında şekillenen bir düşünce örgüsü oluşturur. Farabi'nin tüm felsefesini belirleyen temel açıklayıcı kuram ise "Sudur" (feyz) teorisidir. Filozofun düşünce sistemi içindeki tüm kavramların açıklayıcı anahtarı olan bu teori, hiyerarşinin tepesinde yer alan "Zorunlu Varlık"tan taşan feyzi merkeze alır. Aristotelesçi, Yeni-Platoncu ve Plotinusçu öğeleri özgün bir sentezde birleştiren Farabi, Sudur'u; Tanrı'nın sıfatlarından Tanrı-evren ilişkisine, yaratma sürecinden Tanrı-insan münasebetine kadar tüm felsefi sorunları açıklayan bir "metafiziksel sistem" olarak geliştirmiştir.

Farabi'nin felsefi sistemi, "Bir" olan mutlak varlıktan çokluğun nasıl türediğini açıklayan Sudur Teorisi etrafında örülmüş, son derece tutarlı ve bütüncül bir yapıdır. Bu çalışmada, Sudur kavramının sadece bir yaratılış modeli değil; aynı zamanda varlık, bilgi, siyaset, etik ve ruh anlayışını şekillendiren "kuramsal bir çekirdek" olduğu savunulmaktadır. Çalışma, Farabi'nin temel eserlerinden hareketle, Sudur Teorisinin metafizikten kozmolojiye, siyasetten etiğe kadar tüm disiplinleri nasıl birbirine bağlayan "ontolojik bir birlik" görevi gördüğünü ve nasıl sarsılmaz bir felsefi sistem inşa ettiğini irdelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kavramlar: Sudur Teorisi, Ontolojik Hiyerarşi, Sistematik Bütünlük, İttisal, Farabi

THE THEORETICAL CORE OF AL-FARABI'S SYSTEM: EMANATION THEORY FROM METAPHYSICS TO ETHICS

Abstract

The philosophical systems of major philosophers often form a conceptual fabric woven around a central principle, such as Plato's "Idea," Plotinus's "The One," Descartes's "Cogito," or Hegel's "Geist." For Al-Farabi, the fundamental explanatory theory that defines his entire philosophy is the "Theory of Emanation" (Sudur/Fayz). Serving as the master key to every concept within his thought, this theory centers on the overflow of divine grace from the "Necessary Being" at the pinnacle of the cosmic hierarchy. By synthesizing Aristotelian, Neoplatonic, and Plotinian elements into an original framework, Al-Farabi developed Emanation as a "metaphysical system" that accounts for all philosophical inquiries—from divine attributes and the God-universe relationship to the process of creation and the link between the Divine and humanity. Al-Farabi's system is an exceptionally consistent and holistic structure, constructed around how multiplicity emerges from the absolute "One." This study argues that the concept of Emanation is not merely a model of creation but a "theoretical core" that shapes his understanding of existence, epistemology, politics, ethics, and the soul.Within this systemic unity, Emanation grounds epistemology through the concept of "conjunction" (*ittisal*) with the Active Intellect, leading to the perfection of the human mind.

Drawing upon Al-Farabi's primary works, this study aims to examine how the Theory of Emanation serves as an "ontological bond" connecting disciplines from metaphysics to cosmology, and politics to ethics, thereby constructing an unshakable philosophical system.

Keywords: Emanation Theory (Sudur), Systematic Unity, ontological Hierarchy, conjunction (ittisal)

Giriş

Fârâbî'nin sudur teorisi, varlık, bilgi, evren, ilahiyat, ahlak ve siyaset arasındaki ilişkileri sistemli bir biçimde açıklayarak, bu farklı alanların birbirleriyle organik bir bağlantı içinde olduğunu gösterir. Bu bütüncül yaklaşım, her bir disiplinin Fârâbî'nin felsefi sisteminde nasıl iç içe geçtiğini ve birbiriyle tutarlı bir yapı oluşturduğunu gözler önüne serer. Bu entegrasyon, Fârâbî'nin ontolojiden ahlaka uzanan felsefi sistemini, bilginin kaynağını ve varoluşun amacını tek bir akli çerçevede bütünleştirerek, rasyonel bir evren ve toplumsal düzen anlayışı sunar.

Farabi'nin bir felsefi sistemin kurucusu olduğu gibi bu sistemin ahenkli bir bütün oluşturduğu onun düşünce sisteminin öne çıkan temel özelliğidir. "Farabi bir felsefi sistem kurucusudur, tarihteki diğer büyük filozoflar gibi.." diyen Aslan, (2018, Giriş, s.x.) buna şu ifadelerle dikkat çeker: "Farabi'nin Tahsil al-Sa'ada'de en başarılı ve veciz bir biçimde ortaya koyduğu gibi, ahlak ve siyasetin fizik ve metafizikle, hatta bilgi teorisi ve mantıkla ilişkisi arızi olmaktan uzak, zorunlu ve hayati bir ilişkidir." (2017, Giriş, s.x) Yine Aydın'ın ifadesiyle "bir bütün olarak ele alınması gereken Farabi sisteminde metafiziği fizikten, siyaseti ahlaktan, ahlakı psikolojiden ayırmak mümkün değildir."(2012, s.9)

Farabi'nin düşünce sistemindeki bu bütüncül yapı, bireysel erdemin ve toplumsal adaletin nihai olarak aşkın bir ilkeye dayandığını ve felsefi bilginin, sadece teorik bir çaba olmanın ötesinde, pratik hayata yön veren bir rehber olduğunu ortaya koyar. Fârâbî, bu metafiziksel çerçevenin pratik uygulamalarını ahlak ve siyaset felsefesine taşıyarak, erdemli bir hayatın ve ideal bir devletin ancak bu ontolojik ve teolojik hakikatlere uygun olarak inşa edilebileceğini gösterir. (Kaplan, 2021)

Fârâbî'nin düşünsel sisteminin tutarlılığı, tüm bu farklı disiplinleri aşkın bir ilke etrafında birleştirme yeteneğinden kaynaklanır ve bu durum, onun felsefesine monistik bir karakter kazandırır. Bu monizm, sudur teorisi aracılığıyla ontolojik bir hiyerarşi oluşturarak, varlığın nihai nedeninden başlayıp, en alt düzeydeki varlıklara kadar uzanan bir süreklilik ve birlik tesis eder. Bu hiyerarşik yapı, üst varlık düzeylerinin alt olanlara taşması suretiyle kozmik düzenin ontolojik temelini oluşturmakta ve evrensel birliği tesis etmektedir (Erdoğan & Dumlupınar, 2016, s. 11; Kocabıyık, 2020, Yücel v.d, 1941)

Yöntem olarak çalışma Farabi'nin özellikle ontoloji, epistemoloji, etik ve siyaset konularını daha yoğun ele aladığı es-Siyaset'ul Medeniyye, İdeal Devlet, Mutluluğun Kazanılması gibi başlıca eserleri temel alınacak, konuyla ilgili farklı çalışmalar analiz, eleştiri ve değerlendirilerek; Ontoloji, Epistemoloji, Etik, Siyaset ve Teoloji alanlarında sudur teorisinin nasıl bütüncül bir felsefi sistem örnekliği oluşturduğu gösterilecektir.

- **Ontolojik Zemin: Tüm Varlığın Kaynağı olarak Zorunlu Varlık**

Fârâbî'nin ontolojik sisteminde İlk Varlık, yalnızca kendi özüyle var olan, başka bir varlığa bağımlı olmayan mutlak zorunlu varlık olarak tanımlanır. Bu İlk Varlık, tüm diğer varlıkların varoluşsal temelini oluşturur ve Fârâbî'nin sudûr teorisinin hareket noktasını teşkil eder: "İlk Var Olan (mavcud) bütün diğer var olanların varlığının (vucud) ilk nedenidir. O her türlü eksiklikten (naks) münezzehtir" (Farabi, 2017, s.3). "…İlk Olan, varlık bakımından biriciktir ve O'nun varlık türünü paylaşan başka bir varlık yoktur" (s.9)

Farabi, Tanrı'yı "kendisinden başka her şeye varlığını veren" (Farabi, 2019, s.46) "başka her şeye birliğini veren" (s.47) İlk Varlık şeklinde varlığın temel ilkesi olarak Metafiziğin zirvesine yerleştirdikten sonra bu ontik ilkenin belirleyeceği özellikle Tanrı-Evren ve Tanrı-insan ilişkisini açıklayacak olan diğer metafziksel belirleyicilere geçer ki o da İlk Varlığın, Yani Tanrı'nın sıfatları daha doğrusu O'nun nasıl bir varlık olduğunu açıklamaktır.

Farabi'nin metafizik inşasında Zorunlu Varlık, salt akıl, salt âkil (akleden) ve salt mâkul (akledilen) olarak tanımlanır. Tanrı'nın bu sıfatları onun özünün dışında ek nitelikler değildir. "Özünün bilgisi ise tözünden başka bir şey değildir. O halde onun bilmesi, bilinmesi ve bilgi ('ilm) olması, tek bir öz ve tek bir töze işaret eder" (Farabi, 2017, s.14). Bu O'na atfedilecek tüm yetkin nitelikler için de aynıdır. O'nda özne nesne ikiliği yoktur. Ancak daha dikkat çekici olanı evren'in Tanrı'dan taşmasının motivasyonunu da oluşturan Tanrı'nın özünün sonsuz düşünce ve ilim olması gibi sonsuz güzellik olması ve O'nun bu kendi güzelliğine aşık olmasıdır:

"Birinci'nin varlığı varlıkların en üstünü olunca, O'nun güzelliği de bütün güzelliğe sahip olanların güzelliğinin en üstünü olur. Böylece, O'nun güzellik ve ihtişamı, kendi özü ve cevheriyledir. Bu da, O'nun kendi Nefsindedir

ve Özünü düşünmesiyle olur. Zevk, sevinç ve mutluluk; bunlar, en güzeli en iyi biçimde kavramakla (idrak) ortaya çıkar." (Farabi, 2012, s.51-51; krş. 2017)

Tanrı, sonsuz yetkinlik, güzellik kaynağı ve sonsuz cömert olmakla aynı zamanda kendi özüne aşıktır. İşte evreni doğuran aslında bu aşktır. O, kendi mükemmel zâtını bilir ve O'nun kendi zâtını bilmesi ile âlemi var etmesi eşzamanlı ve örtüşen bir eylemdir. (Farabi, 2017, s.13-14; 2012, s. 46-51)

Sudur teorisinin işleyiş mekanizması tam da bu noktada, Tanrı'nın kendi zâtını bilmesiyle –bilinçli bir şekilde– başlar. "Birden ancak bir çıkar" kuralı gereğince, Zorunlu Varlık'ın kendi zâtını akletmesi sonucunda ilk meydana gelen şey sayıca bir olan "İlk Akıl"dır. Farabi felsefesinde Tanrı'nın iradesi, kelamcıların anladığı gibi keyfi veya zamansal bir seçim (ihtiyar) değil, O'nun mutlak yetkinliğinden ve kendi mükemmelliğine olan sevgisinden/rızasından kaynaklanan ontolojik bir taşmadır. (Ahmedi, 2021; Çelik & Duyar, 2022; Yıldırım, 2022) Sudur Teorisinin ilk aşaması, episteomoloji, ahlak ve siyasetin de ilişkili olarak şekilleneceği ilahi sudur'un ilk aşaması olan kozmolojik hiyerarşidir.

- **Kozmolojik Hiyerarşi: Akıllar Silsilesi ve Evrenin İnşası**

Fârâbî'nin sudûr teorisi, varlığın hiyerarşik düzenini açıklayan temel bir ontolojik çerçeve sunar. O bunu şu temel ontolojik ilke ile şöyle özetler: "O'ndan, başkasının varlık kazanması, O'nun varlığının taşması (feyz) ve başkasının varlığının O'nun varlığından çıkması iledir (2012, s. 52). Dolayısıyla, "İlk Olan, var olan her şeyin kendisinden varlığa geldiği varlıktır." (2017, s.2).

Sudur, sadece tekil bir yaradılış anını değil, sonsuz ve hiyerarşik bir varlık akışını temsil eder. Böylece Farabi, İlk Neden ile sonradan oluşan tüm varlıklar arasındaki ilişkiyi açıklayan hiyerarşik bir sistem sunar. (Erdoğan, 2016). Farabi'nin ifadesiyle "İlk Olan'ın tözü, var olanlar derecelerine uygun olarak kendisinden çıkanların da, zorunlu olarak birbirleriyle birleşecekleri (itilaf), bağdaşacakları (irtibat) ve bir bütün teşkil edip (intizam) tek bir şey gibi meydana gelecekleri bir tözdür" (2017, s.28). Bu çerçevede, Tanrı'nın zâtının zorunlu ve yetkin olması, O'nun herhangi bir eksiklik veya ihtiyaca sahip olmaması anlamına gelir ve bu nedenle, O'ndan sudur eden varlıklar da O'nun kusursuzluğunun bir yansıması olarak ortaya çıkar (Karakuş 2017; Yücel v.d. 1941; krş. Farabi, 2017) .

Fârâbî'nin bu teorisi, Tanrı'nın mutlak bir birlik olarak âlemin nedeni olduğunu ve âlemin çokluğunun bu Bir'den hiyerarşik bir düzen içinde sudûr ettiğini öne sürerek, yaratma metafiziğine alternatif bir açıklama sunmuştur (Erdoğan, 2016; Hammond, 2012; Karakuş, 2017). Teori bu yönüyle, âlemin doğrudan yaratıldığına inanmanın, Allah'ın zatında çokluk bulunduracağı ve dolayısıyla İslâm'ın tevhid ilkesiyle çelişeceği eleştirisine bir çözüm sunmayı hedefler (Bulut, 2022; Okşar & Çalışkan, 2020). Bu nedenle, Fârâbî'nin sudûr teorisi, Tanrı'nın mutlak birliği ile evrenin çeşitliliği arasındaki ontolojik boşluğu doldurarak, metafiziksel bir tutarlılık sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede Fârâbî, Tanrı'nın mutlaklığını ve birliğini korurken, âlemdeki çokluğu ve çeşitliliği ilahi cömertlikten kaynaklanan kesintisiz bir taşma süreci olarak ele almıştır (Yurtoğlu, 2014).

Fârâbî'nin sudur teorisi, Tanrı'nın zatını düşünmesiyle ilk aklın ortaya çıkması ve bu aklın da kendisini ve İlk varlığı düşünmesiyle sonraki akılların ve gök kürelerinin oluşması şeklinde bir kozmik hiyerarşi öngörür. Bu nedensel süreç, İlk Neden'den onuncu akla kadar zincirleme bir şekilde devam ederek gezegenlerin, yıldızların ruhlarını, akıllarını ve cisimlerini meydana getirir. (Farabi, 2017; Aydın, 2020) Bu süreç, sonraki akılların da kendilerinden önceki akılları idrak etmesiyle devam ederek, varlık zincirinin ontolojik ve hiyerarşik yapısını oluşturur (Türker-Küyel, 1990).

Farabi, bu akılların (thawānī) her birini sadece birer aracı olarak görmez, onlara altlarındaki varlıkların var oluş sebeplerini üreten, özerk diyebileceğimiz "fâil nedenler" olma statüsü de yükler (Aygün, 2018; Kılıç, 2010).

Böylece, Farabi akılların İlk Varlıktan ortaya çıkışlarını ve bu maddi olmayan 10 aklın kendileriyle birlikte ortaya çıkışına sebep olduğu Ay'a kadar göksel küreleri açıklar. Bu feyiz süreci Onuncu akıl olan Faal Akılda son bulur (Farabi, 2017 s.29-33; 2019). Söz konusu göksel cisimlerin yetkinlikleri İlk Varlık'tan uzaklaştıkça azalırken, Ay altı âlemdeki varlıklar eksik ve başka bir şeye ihtiyaç duyan varlıklar olarak konumlanır (Mavil, 2015, p. 2). Faal akıl ve ay ile birlikte bu göksel eksiksiz düzen sona erer, kusur ve eksikliğin de alanı olan maddi dünya ortaya çıkar. Kozmolojinin dibinde yer alan bu Ay-altı âlem (dünya), sudur hiyerarşisinin en alt

ve en eksik kademesidir. Burada İlk İlke'den, yani Zorunlu Varlık'ın saf birliğinden uzaklaşıldıkça "çokluk" (kesret) ve dolayısıyla maddeyle karşılaşılmasından doğan "noksanlık" artmıştır (Farabi, 2019, s.46-47).

- **Epistemoloji: Faal Akıl ile Kurulan İttisal**

Fârâbî'nin Tanrı anlayışı, sudur metafiziği üzerinden hem ontolojik bir yaratılış modelini sunarken, hem de insanın Tanrı ile olan ilişkisini belirleyici niteliktedir (Karakuş, 2017). Sudur teorisi, evrenin varoluşunu açıkladığı gibi insan aklının işleyiş mekanizmasını ve bilgi edinme sürecini de temellendirir. Farabi'nin "Birinci (Tanrı), kendi özünü bilir; özü, bir bakıma bütün varolanlar olsa da. O özünü bilince, bir bakıma bütün varolanları bilmiş olur" (2012, s.39) ifadesi sudur teorisinin ontolojik ve kozmolojik temel ilkesi olduğu kadar epistemolojinin de sistem içindeki temelini oluşturur.

İlk akılla başlayan fezeyan hiyerarşisi, özellikle bu hiyerarşide akıllar hiyerarşisinin onuncusu ve sonuncusu olan Faal Akıl, ay-altı âlemdeki oluş ve bozuluşun, yani dünya üzerindeki tüm maddî varlıkların ve insan aklının temelini teşkil eder (Nebi v.d., 2010). Bu bağlamda Faal aklın sudurla birlikte Farabi'nin sisteminin bütünsellik ve birliğini oluşturan ikinci temel kavram olduğunu söylemek abartı olmaz. Zira Faal Akıl bu etkinliğiyle adeta evrenin tepesindeki Tanrı'dan taşan feyzi alıp; onu bizim için bilgiye, vahiye, siyasi düzene ve ahlaki erdeme dönüştüren "merkezi işletim sistemi" işlevini icra eder. İnsan aklı, Faal Akıl'dan aldığı suretler (formlar/kavramlar) aracılığıyla yetkinleşerek "kazanılmış akıl" (müstefad akıl) seviyesine yükselir ve Faal Akıl ile ontolojik bir ittisal kurar (Kalyoncu, 2023; Körpe, 2023).

Faal Akıl, sudur sisteminin insanlık dünyasıyla temas noktasıdır. İnsan, duyular aracılığıyla maddi âlemden edindiği imgeleri, Faal Akıl'dan gelen ilahi feyz sayesinde soyutlayarak tümel kavramlara (makulâta) dönüştürür. Bu metafiziksel epistemik işleviyle, "Faal Aklın insanın potansiyel aklını aktifleştirmesini, güneşin göze nisbetine" (2017 s.80-81; 2012 s.40) benzeten Farabiye göre "Faal Akıl" Ay-altı âlemin idaresinden sorumlu olduğu gibi, insanın potansiyel (bilkuvve) aklını fiili (bilfiil) akıl seviyesine çıkartan temel metafizik güçtür. Bu akıl, bireysel nefislerin yetkinleşmesinde ve teorik aklın aktüelleşmesinde merkezi bir rol oynayarak, insanın bilgi edinme süreçlerini ve nihai mutluluğa ulaşma gayesini doğrudan etkiler (Oruk, 2020).

Farabi'ye göre insan aklı doğuştan yalnızca "potansiyel" bir haldedir. Aklın bu potansiyel durumdan çıkarak fiilen düşünen bir akla dönüşmesi, kendi kendine değil, tamamen dışsal ve kozmik bir güç olan Faal Akıl'dan gelen "feyiz" (aydınlanma) sayesinde mümkündür: "Onları fiil halinde düşünülür kılan Faal Akıldır…insan bu sevyeye çıkınca mutluluğu tamamlanmış olur (Farabi, 2012, s.39). Faal Akıl, Fârâbî'nin bilgi kuramında bilginin asıl kaynağını oluşturur ve filozofların kazanılmış akıl seviyesinde, peygamberlerin ise gelişmiş hayal gücü aracılığıyla Tanrı'ya, evrene ve insana dair yüksek bilgileri bu Faal Akıl ile birleşerek elde etmelerini sağlar (Farabi, 2017 ; Arslan v.d., 2018 ; Aykıt, 2021).

Erdem ve erdemin ürettiği insan eylemlerinin gayesi olan mutluluk, insanın aklını ve ruhsal yetkinleştirmesini geliştirdiği dolayısıyla Faal akılla kurduğu ilişkiye paralel olarak, bu aşamada epistemolojik bağlantının sonucu olarak etik ve siyasette tezahür ederek eylem alanıyla ilişkilenmiş olur.

- **Siyaset Felsefesi ve Etik: Erdem, Mutluluk ve Erdemli toplumun İnşası**

Fârâbî'nin sudur teorisi yalnızca ontolojik ve teolojik meseleleri açıklamakla kalmaz, aynı zamanda insan davranışının ve toplumsal yapının kökenlerini anlamak için de bir çerçeve sunar. Bu bağlamda, ahlaki erdemler ve ideal siyasi düzen, evrenin hiyerarşik yapısıyla uyumlu bir şekilde, her bireyin ve topluluğun kendi potansiyelini gerçekleştirmesi prensibine dayanır.

Farabi, Faal Akklın etik-politik rolünü Es-Siyasetu'ul Medeniyye'de şöyle ifaede eder: **"**Faal Akıl' ın gördüğü iş, düşünen canlı'yı görüp gözetmek ve insan için erişilmesi gereken olgunluk mertebelerinin en yükseğine yani Yüce Mutluluk'a (es Sa' adetü'l-Kusva) ulaştırmaktır." (s. 36) Aslında Farabi'nin bu toplumsal öğretisi bir siyaset öğretisinden ziyade bir ahlak öğretisidir. (Aslan, 2018, Giriş, s. xıı) En azından ahlak temelli ve ahlaktan ayrı düşünülemeyecek bir öğreti olduğu açıktır. "Ahlak ve siyaseti birbirine bağlama veya bugün alışık ol duğumuz gibi, onların özerk ve bağımsız olduğunu kabul etmeme geleneği Farabi'ye ustaları Platon ve Aristoteles'ten miras kalmıştır." (Aslan, 2018, xiii) Nasıl ifade edilirse edilsin, ahlak ve erdeme dayalı bir toplumsal siyasal yapı hedeflendini söylemek, Farabi'nin etik-politik projesinin uyumlu bir yorumu olarak görülmelidir. Farabi'nin siyaset tanımında bu ilişki ahlaki açıdan birey-toplum uyumu şeklinde ifadesini bulur:

"…Bu ilim, şehir insanlarından her birinin, siyasi toplum vasıtasıyla, yaradılışının mümkün kıldığı ölçüde mutlu olmasını sağlayan şeylerin ilmidir." (2018, s.15)

Farabi'nin ahlak anlayışının merkezinde de yine öncüleri olan Platon ve Aristoteles'te olduğu gibi ana kavramlar erdem ve mutluluktur. "Mutluğun elde edilmesine yardımcı olan fiiller yararlı, engel olan zararlı/kötü fiiller ve işlerdir" (2017, s.84) diyen Farabi insanın homo-politikus oluşunu Platon-Aristo çizgisini takip ederek şu ifadelerle dile getirir: "İnsanın mükemmelleşmesi, mutluluk halidir (en üst) bu da maddi bir durum değil ancak Faal aklın altında bir (ruhani/akli) düzeydir (2017, s. 83-84).

Bu siyasal düzenek, bireyin etiğini de belirler. Farabi etiğinde gerçek mutluluk, geçici dünyevi zevkler, zenginlik veya şan şeref değildir. Gerçek mutluluk; bireyin, Faal Akıl'ın ilahi rehberliğinde kendi doğasındaki akli potansiyeli gerçekleştirmesi, erdemli fiillerde bulunması ve Tanrı'nın yaratılıştaki cömertliğine (cûd) uygun bir yaşantı sürerek ahirette yetkinliğe kavuşmasıdır. Birey tek başına değil, ancak erdemli bir topluluk ve liderin yönlendirmesiyle bu feyzden yeterince nasibini alıp ahlaki arınmasını tamamlayabilir. Böylece, Fârâbî, siyaset felsefesinde ahlak ve mutluluk kavramlarını merkezine alarak, bireylerin nazarî, fikrî, ahlakî ve amelî erdemlere ulaşmasının, toplumsal düzenin sağlanması ve nihai mutluluğun kazanılması için elzem olduğunu savunur (Kaplan, 2021).

Farabi sadece etik siyaset ilişkisi kurmakla yetinmez, insan eylemlerinin ve ruhsal gelişiminin buna bağlı olarak oluşturulacak erdemli toplumu onto-kozmik bağlam içinde evrensel bir boyuta taşır: "böylece şehrin içerdiği şeyler, alemin bütününün içerdiği şeylerin benzeridir" (2018, s.15). Erdemli toplum tanımı birey, toplum ve evrensel insanlık ve idealini barındırır:

Mükemmel bir şehirdir (madina al-fadıla); insanları, mutluluğu elde etmek için birbirlerine yardım eden toplum, erdemli, mükemmel bir toplumdur. Bütün şehirleri, mutluluk veren şeyler için bir birlerine yardım ettikleri bir millet, erdemli, mükemmel bir millettir. Aynı şekilde erdemli, mükemmel evrensel toplum da ancak içinde bulundurduğu bütün milletler mutluluğa erişmek için birbirlerine yardım ettikleri zaman ortaya çıkar (2017, s.98).

Bu yaklaşım, bireyin ve toplumun mükemmelliğe erişmesinin, evrensel akıl ilkelerine uygun bir düzen tesis etmekle mümkün olacağı fikrini ortaya koyar. Bu durum, akıl hiyerarşisiyle yönetilen erdemli bir şehir modelini merkeze alır; burada seçkin yöneticiler, Faal Akıl'dan ve dolaylı olarak Tanrı'dan en üstün iyi ve mutluluğun bilgisini alarak, toplumu bu yöne sevk etme sorumluluğunu taşır (Aslan v.d., 2018, s.26).

Farabi'nin "Erdemli Şehir" modelinin lideri olan "İlk Başkan", meşruiyetini ve yasama gücünü Faal Akıl ile kurduğu bu ittisal halinden alır. Başkan, Faal Akıl'dan aldığı bu hikmeti ve ilahi nizamı yeryüzünde yasalara (namus) dönüştürerek toplumu yönetir. Dolayısıyla dünyevi iktidarın ve adaletin kaynağı da doğrudan Faal Akıl'a dayanmaktadır.

Bu bağlamda, siyasi liderlik, hem teorik hem de pratik akılla donanmış, böylece hem ilahi hakikatleri kavrayabilen hem de bu hakikatleri toplumun faydasına uygulayabilen filozof-kral figüründe cisimleşir.

Farabi'nin siyaset felsefesi, sudurla şekillenen metafiziğinin adeta ete kemiğe bürünmüş halidir. O, kozmolojik sistemdeki dikey/hiyerarşik yapıyı, ideal bir insan toplumu olan "Erdemli Şehir" modeliyle siyasete taşır. Tıpkı tüm varlıkların İlk Sebep'ten (Zorunlu Varlık) sudur etmesi ve tüm evrenin O'nun yetkinliği altında kusursuz bir uyum içinde çalışması gibi; Erdemli Şehir de "İlk Başkan"ın (Peygamber/Filozof) yönetimi altında uyumlu bir bütünlük sergilemelidir: "Bütün varlıkların da durumu böyledir. Çünkü ilk Neden'in diğer varlıklara nispeti, erdemli şehrin hükümdarının onun diğer kısımlarına nispeti gibidir. Çünkü maddeden korunmuş olan varlıkların mertebeleri İlk Neden'e yakındır" (2017, s.102). Sonuç olarak, 'seçkin olan, en yüksek yönetici ve kesin kanıtlarla akılsalların bilgisine sahip olandır' (2018, s. 42). Farabi'ye göre ruhsal ve ahlaki olarak hatta fiziksel olarak da seçkin bu model insan sadece erdemli böyle bir toplumun peygamber, filozof veya imam yöneticisi olmaya aday olabilir.

Bu insan, Faal Akıl'dan edilgin akla taşan, feyz eden şeyle bilge bir insan, bir filozof, tanrısal nitelikli bir akıl kullanan mükemmel bir düşünür; Faal Akıl'dan muhayyile kuvvetine taşan şeyle bir peygamber, geleceği bildiren bir uyarıcı, halihazırda var olan tikeller hakkında bilgi veren bir haber verici olur. Bu insan, insanlığın en üst mertebesinde ve mutluluğun en yüksek derecesindedir. Onun ruhu sanki Faal Akılla bir olmuştur (2017, s.105).

Bu "İlk Başkan", sıradan bir yönetici değildir. O, teorik (nazari) ve pratik (ameli) yetkinliklerini en üst düzeye çıkarmış, zihni Faal Akıl ile ittisal kurmuş yani Müstefad Akıl düzeyine erişmiş ve Faal Akıl aracılığıyla Tanrı'dan vahiy/feyz alan en yetkin insandır. Peygamber ile Filozof arasındaki tek fark, ilahi feyzin insan ruhundaki alıcı mekanizmasıyla ilgilidir. İlahi feyz, Faal Akıl üzerinden doğrudan akli yetiye geldiğinde kişiyi "filozof" (hakîm), muhayyile (hayal) yetisine taştığında ise onu "peygamber" yapar. Ancak kaynağı tektir: Zorunlu Varlık'tan Faal Akıl'a inen Sudur hiyerarşisi. Bu filozof-kralın nitelikleri, sadece siyasi becerilerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda metafiziksel kavrayış, ahlaki mükemmeliyet ve toplumsal uyumu tesis etme yeteneğini de içerir (Akçakaya, 2025; Eyüp, 2010, krş. Farabi, 2017, s. 105-108; 2018, s.43-45).

Diğer taraftan bu yönetim anlayışı siyasi düzenin de nihayetinde ilahi düzenden beslendiği düşüncesini ima eder. Bu bağlamda, ilahi irade, varlığın her düzeyinde olduğu gibi, adalet ve nizamın da onto-aksiyolojik temelini oluşturur ve bu da siyasi düzenin doğal bir hiyerarşi içinde adaleti tesis etme yükümlülüğünü beraberinde getirir (Ilgaroğlu, 2025; Tekin, 2021).

Bu bağlamda, sudur teorisi, ahlaki erdemlerin ve siyasi düzenin kozmik hiyerarşiyle olan ilişkisini vurgulayarak, ideal bir toplumun oluşumunu evrensel ahengin bir yansıması olarak temellendirir. Bu yaklaşım, bireyin ve toplumun mükemmelliğe ulaşma potansiyelini, kozmik akıllar hiyerarşisiyle paralel bir gelişim çizgisine oturtarak, akıl sahibi varlıkların ilahi düzenle uyum içinde yaşamasını öngörür. Tüm bu ahengi açıklamanın merkezinde sudur teorisi ve faal akıl yer almaktadır. Bu onto-kozmik düzenin belirlediği ahlaki siyasi yaklaşım aynı sistem bütünlüğü içinde Farabi'nin Felsefe ile sıkı ilişki içinde olan din anlayışını ve teolojik yaklaşımını da yansıtır.

V. Din-Felsefe Uzlaşısı ve Teolojinin Konumlandırılması

Denebilir ki Farabi'nin sudur teorisini geliştirmesinin en önemli gerekçelerinden biri Onto-kozmolojik olarak ifade edebileceğimiz Tanrı'nın Zorunlu Varlık olarak mükemmelliyetini korumak ve O'nun evrenle ilişkisini açıklamaktır. Bu yönüyle Farabi'nin sudur sistemi, aynı zamanda dönemin İslami inançları ile Antik Yunan felsefesini uzlaştırma çabasının zihinsel bir tutkalıdır. Kelamcılar, Tanrı'nın evreni "zamanın bir noktasında" yoktan, dilediği gibi ve ilahi tercihe dayalı bir iradeyle var ettiğini savunurken Farabi'ye göre, Tanrı'nın her an faal olması ve mutlak kemali, O'nun bir an atıl kalıp sonradan yaratmasını mantıksal olarak imkânsız kılar. Farabi sudur ve feyz kavramlarını kullanarak bu problemi aşar. O, âlemin oluşunu, Tanrı'nın sonsuz ve ezeli bilgisinden taşan ontolojik bir zorunluluk olarak temellendirir. Sudur, Tanrı'nın keyfi iradesiyle değil; varlığının tabiatı gereği mutlak "cömertliğinden" (cûd) ve "adaletinden" doğar.

Diğer taraftan Sudur teorisinde Faal Akıl, din ve felsefeyi birleştiren ana köprüdür. Din ve felsefe birbirine rakip değil, aynı ilahi kaynaktan (Faal Akıl'dan) beslenen ancak farklı formlarda tezahür eden aynı hakikatin iki farklı yüzünü temsil eder. Farabi'ye göre vahiy, Faal Akıl'dan taşan ilahi feyzin, insanın akıl ve "muhayyile" gücüne dökülmesidir. Filozof bu hakikati saf aklî düzeyde alırken, peygamberin son derece gelişmiş muhayyile gücüne taşan bu feyiz; sembollere, imgelere ve halkın anlayabileceği yasalara dönüşür. Yani vahiy, sistemin dışından gelen bir müdahale değil, doğrudan Faal Akıl'ın kozmik işleyişinin bir sonucudur (Farabi, 2017, s.90-94).

Bu bağlamda Fârâbî, vahiy ile felsefeyi uzlaştırma çabası içerisinde, ideal başkanın hem felsefî derinliğe hem de vahiyle desteklenmiş hikmete sahip olması gerektiğini vurgular (Altıntop, 2016; Derin, 2022). Bu yaklaşımıyla Farabi, Platon ve Aristoteles'in düşüncelerinden etkilenmiş olsa da, İslam'a özgü bir perspektifle felsefi ve dini bilgeliği birleştirerek filozof ve peygamberi aynı hakikatin farklı ifadeleri olarak konumlandırmıştır. (Öztaş, 2019).

Faal Akılla ittisal yoluyla vahiy veya insanın bilgi edinme süreci İlk Varlıktan bağımsız olmayan ve ondan taşan feyzin bilişsel, entellektüel sonucudur. "Faal Akıl, İlk Sebebin varlığından çıkmıştır. Bunun için, Faal Akıl aracılığı ile bu insana vahyedenin İlk Sebep olduğu da söylenebilir." (2012, s.86)

Farabi akıl-iman veya din-felsefenin tek kaynaktan çıkan aynı hakikatin farklı ifadeleri olduğunu iddia etmekte ısrarcıdır:

Şimdi, varlıkların bilgisi kazanıldığında veya öğrenildiğinde, eğer onların kavramları akılla tasavvur ediliyor ve kesin kanıtlar aracılığıyla tasdik ediliyorlarsa, bu bilgileri içine alan ilim felsefedir. Eğer onlar kendilerini taklit eden misaller üzerinden tahayyül etme yoluyla biliniyorlar, tahayyül ettirilen bu şeyler ikna yöntemiyle

tasdik ettiriliyorsa, eskiler bu bilgileri içine alan şeyi din diye adlandırırdı. Bu akılsalların kendileri alınır ve ikna yöntemleri kullanılırsa, bunları kapsayan dine popüler, meşhur, zahiri felsefe denir. Dolayısıyla eskilere göre din, felsefenin bir taklididir. İkisi de aynı konuları içerir ve varlıkların ilkeleri hakkında bilgi verir. Çünkü ikisi de varlıkların ilk ilkesi ve ilk nedenle ilgili bilgi verir ve ikisi de insanın kendisi için varlığa getirilmiş olduğu nihai amaç, yani en üstün mutlulukla diğer varlıkların nihai amaçları hakkında bilgi verir… Felsefenin bütün bunlarla ilgili olarak akla veya tasavvura dayanarak bilgi verdiği her konuda, din hayalgücüne dayanan bilgiler verir. Felsefenin ispat ettiği her konuda din ikna eder. (2018, p.44)

Aynı kaynaktan hakikate erişimin sonucu olarak, ahlak-siyaset knousunda değindiğimiz gibi bu sistemde, peygamber ve filozofun Faal Akıl ile kurdukları bu bağlantı, onların ideal devletin yöneticisi olmalarını meşrulaştıran temel bir ölçüt olarak kabul edilir (Demirel, 2014; Yıldız, 2014). Farabî'ye göre bu "İlk-başkan" hem filozof hem de peygamber niteliklerini taşır (Aydınlı, 1987). Öyle ki, ona göre filozof, “en yüksek yönetici, hükümdar, kanun koyucu ve imam ifadeleri aynı anlama gelmektedir” (2018, 47; 2012, s.85).

Bu bağlamda Fârâbî, filozofun toplumsal uyumu ve sükuneti temin etmek amacıyla hakikati çoğunluğun idrak düzeyine uygun semboller ve imgeler aracılığıyla aktarmasının pragmatik bir gereklilik olduğunu öne sürer (Küyel, 1989; Ulukütük, 2016).

Böylece Farabi'de, ana kaygısı "etik-politik" olduğu düşünülen Platoncu felsefe ile yine ana kaygısı "etik-politik" olarak algılanan İslam vahyi, "pratik felsefe" zemininde birbiriyle buluşturulmaya ve birbiriyle u zlaştırılmaya çalışılmaktadır” (Aslan, 2017, Giriş, s.x).

Bu da Farabi’nin sudur merkezli felsefi düşüncesinin bütünlüğünü oluşturmada felsefi teolojisinin önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Zira erdemli birey erdemli ve saadeti hedef edinmiş bir toplumun inşasında en önemli figürler olani peygamber-filozof veya vahiy ve akli aydınlanma Farabi’nin düşünce sistemin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Sonuç: Ontolojik Birlik Olarak Sudur

Sonuç olarak; Farabi felsefesinde Sudur (Emanation) teorisi, evrenin yalnızca nasıl yaratıldığını açıklayan kuru bir kozmogoni anlatısı değildir. O; zâtı ve sıfatları bir olan Tanrı’dan (Zorunlu Varlık), gök cisimlerinin ruhlarına ve akıllarına, oradan Ay-altı âlemdeki maddesel süreçlere ve en nihayetinde insanın düşünce yetisine (potansiyel aklına) kadar uzanan "varlık zincirini" açıklayan bütüncül bir yapıdır. Bu zincirde, Faal Akıl bir köprü görevi görerek metafizik dünyayı fiziksel, epistemolojik ve politik dünyaya bağlar.

Fârâbî'nin sudur teorisi, ontolojik, kozmolojik ve epistemolojik düzeylerde birleştirici bir işlev görerek, ahlaki ve siyasi erdemlerin nihai olarak ilahi Akıl'dan neşet eden bir hiyerarşi içinde konumlandığını ortaya koyar.

Farabi, Aristoteles'in teleolojik İlk Hareket Ettirici kavramını, Yeni-Platonculuk'un fâil neden kavramıyla birleştirerek, aklın "bilme" eylemini aynı zamanda bir "var etme" (ontolojik üretim) eylemi olarak formüle etmiştir. Bu sistem; insanın zihnindeki kavramların doğruluğunu (mantık), toplumsal düzenin yasalarını (siyaset) ve bireyin nihai mutluluğunu (etik) doğrudan göksel ve ilahi hiyerarşiye entegre eder.

Sudur teorisi, Farabi’nin elinde metafizikten etiğe, kozmolojiden siyasete tüm disiplinleri kopmaz bir mantıksal zincirle birbirine perçinleyen "ontolojik bir tutkal", kuramsal bir merkez olarak görev yapmaktadır. İnsanın amacı da bu kozmik hiyerarşiyi felsefe yoluyla kavramak, Faal Akıl'la ittisal kurmak ve yetkinleşerek ahlaki ve ontolojik anlamda İlk Kaynak'a doğru o büyük evrensel "dönüş" yolculuğunu tamamlamaktır. Farabi’nin "İkinci Öğretmen" (Muallim-i Sani) sıfatıyla inşa ettiği bu muazzam mimari, daha sonra İbn Sina, İbn Rüşd ve hatta Batı felsefesi üzerinde yüzyıllar boyunca sarsılmaz bir etki bırakacak olan o "sistematik bütünlüğün" ta kendisidir.

Fârâbî'nin düşünsel sisteminin tutarlılığı, tüm bu farklı disiplinleri aşkın bir ilke etrafında birleştirme yeteneğinden kaynaklanır ve bu durum, onun felsefesine monistik bir karakter kazandırır. Bu monizm, sudur teorisi aracılığıyla ontolojik bir hiyerarşi oluşturarak, varlığın nihai nedeninden başlayıp, en alt düzeydeki varlıklara kadar uzanan bir süreklilik ve birlik tesis eder.

Fârâbî'nin sudur teorisi, düşünsel bütünlüğüne rağmen, varlıkların hiyerarşik akışının nasıl bir zorunluluk arz ettiği veya ilahi irade ile bu deterministik yapı arasındaki ilişkinin ne olduğu gibi konularda bazı felsefi eleştirilere konu olmuştur. Bu eleştiriler, özellikle Gazzâlî gibi sonraki dönem İslam düşünürleri tarafından,

sudurun zorunluluğu ile Tanrı'nın seçme hürriyeti arasındaki gerilime odaklanmış ve sudur teorisinin yaratılış ve ilahi müdahale gibi İslami akidelerle uyumu üzerinde tartışmalar başlatmıştır.

Sonuç Bu çalışma, Fârâbî'nin sudur teorisinin, onun felsefi sisteminde ontolojik temelden epistemolojik çıkarımlara, kozmolojik açıklamadan teolojik ilkelere, ahlaki normlardan siyasi düzenlemelere kadar uzanan kapsamlı bir bütünlük sağladığını göstermiştir. Bu bütünlük, Fârâbî'nin farklı disiplinler arasındaki organik bağı vurgulayarak, felsefesinin sadece teorik bir yapıdan ibaret olmadığını, aynı zamanda pratik yaşamın düzenlenmesinde de bir rehber niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Fârâbî'nin sudur teorisi, İslam felsefesinde rasyonel bir evren tasavvuru ve toplumsal düzenin temellerini atarak, sonraki düşünürler için de önemli bir referans noktası teşkil etmiştir. Bu derinlemesine analiz, Fârâbî'nin entegre düşünsel yapısının, felsefenin bireysel ve kolektif yaşamın her veçhesini kapsayan bir bütün olarak ele alınabileceği yönündeki temel argümanını güçlendirmektedir.

Özellikle Fârâbî'nin Tanrı anlayışına dayanan sudur metafiziği, kendisinden sonraki İslam filozoflarının Tanrı-âlem ilişkisine dair yaklaşımlarını derinden etkilemiş; İbn Sînâ'nın bu felsefeyi tevarüs etmesiyle sudurcu yorum geleneği güç kazanarak, İbn Bâcce, İbn Tufeyl ve İbn Rüşd gibi düşünürlerin sistemlerinde hâkim bir model haline gelmiştir (Arslan v.d., 2018; Aygün, 2018; Kocabıyık, 2020)

KAYNAKÇA

Altıntop, C. (2016). Ideal Understanding of State Ebû Nasr El- Farabî. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/adibd/issue/56412/782849

Akçakaya, M. (2025). Türk-İslam Yönetim Anlayışında İdeal Devlet ve Yönetici Tipi: Aktörler Üzerinden Bir Değerlendirme. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *27*(2), 433–458. https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1710084

Arslan, A., Koçak, H., Bayram, B. L., Yılmaz, A., Aydın, M., & Yücel, H. A. (2018). *Farabi Mutluluğun Kazanılması.*

Ahmedi, B. K. (2021). İslam ve Transhümanizm Bağlamında Süper Müslüman Kavramının Analizi. *Kocatepe İslami İlimler Dergisi*, *4*(2), 238–258. https://doi.org/10.52637/kiid.1001949

Aygün, F. (2018). İslâm Düşüncesinde Tanrı-alem (Birlik-Çokluk) ilişkisine Yönelik Temel Teoriler: Hudûb, Sudûr, Zuhûr. Kader, 16(1), 157-187. https://doi.org/10.18317/kaderdergi.419598

Aykıt, A. (2021). *Fârâbi'nin Siyâset Felsefesinde Peygamberin Yasa Koyucluğunun Temelinde Mütehayyile*

Bulut, E. cumhuriyet üniversitesi. (2022). Mu'tezile ve Filozofların Allah'ın Sıfatları Hakkındaki Görüşlerinin Mukayesesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/turajas/issue/71312/1136705

Çelik, F., & Duyar, Z. (2022). The Effect of the Approach of 'Imagination' and 'Reason' on Politics and Management Thought in Fârâbî's Work "Al-Madina Al-Fazila." *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/kusbd/issue/75703/1200176

Demirel, D. (2014). Farabi'nin İdeal Devleti: Erdemli Şehir. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/niguiibfd/issue/19754/211475

Derin, N. (2022). On the Causes of the Philosophy-Religion Problems Thinking from Fârâbî's Concept of Mille. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/felsefedunyasi/issue/71243/1121369

Erdoğan, Ö. F. (2016). Farabi'nin Tevhid Anlayışı ve Sıfatlar Meselesi, *DergiPark (Istanbul University*), https://dergipark.org.tr/tr/pub/did/issue/34665/383215

Eyüp, Ş. (2010). Platon ve Fârâbî'de Aristokrasi. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, *51*(1), 111–130. https://doi.org/10.1501/ilhfak_0000001017

El-Farabi, (2019). ilimlerin Sayımı, (Ahmet Aslan, çev.) Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

El-Farabi, (2018). Mutlulğun Kazanılması, (A. Arslan, çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

El-Farabi Es-Siyasıtü'I-Medeniyye, (Prof. Dr. Mehmet S. Aydın Prof. Dr. Abdülkadir Şener Prof. Dr. M. Rami Ayas (çev.). Büyüyen Ay Yayınları.

El-Farabi, (2017). İdeal Devlet. (A. Arslan, çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Hammond, R. (2012). Farabi Felsefesi ve Ortaçağ Düşüncesine Etkisi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/iufad/issue/1308/15441

Ilgaroğlu, M. C. (2025). *Fârâbî'nin Felsefi Evreni Hakk'ın Onto - Aksiyolojik Tezahürü Olarak Adalet*. https://doi.org/10.70458/fcr.9786255536242

Kaplan, Y. (2021a). Fârâbî'nin Siyaset Felsefesinde Fikrî Güç ve Fikrî Erdemler. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 2017-2935. http://doi.org/10.15869/itobiad.977392

Karakuş, M. K. A. Ü. İ. F. (2017). Farabi'nin Düşüncesinde Tanrı'nın Varlığı ve Nitelikleri. *DergiPark (İstanbul University*). https://dergipark.org.tr/tr/pub/k7auifd/issue/30967/318553

Kılıç, M. F. (2010). İbn Sînâ'nın Kelâmcıların Hudûs Görüşüne Yönelttiği Eleştiriler. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/divan/issue/25957/273477

Körpe, İ. (2023). Determinations of Knowledge and Happiness in Farabi and Spinoza. *DergiPark (İstanbul University*), http: //dergipark.org.tr/pub/dinveinsan/issue/81292/1376364

Küyel, M. T. (1989). Şarâ'it al yakîn d'al-Fârâbî et Jurnal al Falsa/a d'Ibn Hîndî. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/erdem/issue/44535/552367

Mavil, K. A. (2015). İslâm Düşüncesinde Yetkinlik Kavramı ve İnsanın Yetkinleşmesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/en/pub/dergiabant/issue/1339/15785

Nabi, M. N., Elmali, O., & Özden, H. Ö. (2010). Plotinus ve İbni Sina'nın Felsefi Sistemlerinrde Sudur Nazariyesi. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniilah/issue/2750/36681

Okşar, Y., & Çalışkan, N. (2020). Creation and Dawinist Evolution. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/53886/676563

Oruk, Z. (2020). Fârâbî'de Bireysel Mutluluktan Toplumsal Düzene: Özne ve Nesne Olarak Nefsin Onto-Epistemolojisi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, *16*, 272–283. https://doi.org/10.34085/buifd.805844

Öztaş, A. (2019). Siyaset Ütopyalarında Devlet. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/k7auifd/issue/51357/559027

Tekin, Ö. (2021). İbn Kemâl'in Yaratıcıyla İlgili Mûcib Bizzât ve Fâil-i Muhtâr Tasavvurları Karşısındaki Konumu. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ulum/issue/67791/1023783

Türker-Küyel, M. (1990). Al-Fârâbî As a Source of the History of Philosophy And of Its Definition (in Turkish and English). *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/erdem/issue/44508/551909

Ulukütük, M. (2016). Geçmişteki Fârâbî'yi Anlama Usulü Çağdaş Fârâbî'yi Yorumlama Sorunu *DergiPark (Istanbul University)*.https://dergipark.org.tr/tr/pub/did/issue/34665/383216

Yıldırım, Z. (2022). Farabi'nin Siyaset Düşüncesindeki Siyaset-Mutuluk-Yönetici kavramlarının İncelenmesi. DergiPark (İstanbul University). https://dergipark.org.tr/tr/pub/tudad/issue/75711/1208115

Yurtoğlu, B. (2014). Kınalızade'de Meratibü'l-Kainat ve İnsanın Evrendeki Yeri. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/dortoge/issue/40202/478628

Yücel, H. A., Koçak, H., Bayram, B., Yalçınkaya, M., & Aydın, M. (1941). *Farabi Hakkında*

BOOST PFC VE LLC REZONANS DÖNÜŞTÜRÜCÜSÜ KULLANARAK HARMONİKLERİ AZALTAN VERİMLİ BİR LED SÜRÜCÜ TOPOLOJİSİ

Buket Meryem EKER

Öğr. Gör., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, Elektrik Programı, Ankara-Türkiye, ORCID: 0000-0001-6238-2209

Yücel ÇETİNCEVİZ

Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kastamonu-Türkiye, ORCID: 0000-0001-6834-9442

Özet

LED aydınlatma sistemi tasarımında, enerji verimliliğini artırmak ve şebekedeki harmonikleri azaltmak önemli bir gereksinimdir. Son yıllarda LED teknolojisindeki gelişmeler ve LED dönüşüm projelerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, yüksek verimli ve uzun ömürlü LED sürücülerine olan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Geleneksel LED sürücü topolojileri, düşük güç faktörü, yüksek toplam harmonik bozulma (THD) ve anahtarlama kayıpları nedeniyle verimliliği olumsuz etkileyen sorunlarla karşı karşıyadır. Bu çalışma, yüksek verimlilik ve yüksek güç faktörü elde etmek için bir Boost güç faktörü düzeltme (PFC) dönüştürücüsü ile beslenen bir LLC rezonans dönüştürücüsüne dayalı bir LED sürücü yapısı önermektedir. Önerilen sistemde, giriş tarafındaki Boost PFC dönüştürücüsü, şebekeden çekilen akımın sinüsoidal bir forma yakın olmasını sağlayarak güç faktörünü iyileştirir. Ayrıca, bu yapı giriş akımı harmoniklerini azaltarak şebeke kalitesini iyileştirir. Devrenin çıkış tarafında kullanılan LLC rezonans dönüştürücüsü yüksek frekansta çalışarak düzgün anahtarlama sağlar ve böylece anahtarlama kayıplarını azaltarak sistem verimliliğini artırır. Bu çalışma kapsamında, sistemin rezonans devresi parametreleri, anahtarlama frekansı ve devre elemanlarının seçimi analitik olarak incelenmiş ve tasarım kriterleri belirlenmiştir. Önerilen LED sürücü topolojisi MATLAB/Simulink ortamında modellenmiş ve farklı yük koşulları altında performans analizleri yapılmıştır. Simülasyon sonuçları, önerilen yapının yüksek güç faktörü, düşük harmonik içeriği ve yüksek verimlilik değerleri sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, Boost PFC ve LLC rezonans dönüştürücülerin kombinasyonunun, yüksek verimli LED aydınlatma uygulamaları için etkili ve verimli bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: LED sürücü, LLC resonans dönüştürücü, Boost PFC, güç faktörü düzeltme, güç elektroniği

Giriş

Enerji verimliliği, güç kalitesi ve sürdürülebilir enerji kullanımı günümüzde güç elektroniği sistemlerinin tasarımında ön plana çıkan temel kriterler arasında yer almaktadır. Özellikle LED aydınlatma teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte yüksek verimli, düşük toplam harmonik bozulmaya (THD) sahip, yüksek güç faktörlü ve uzun ömürlü LED sürücülerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Ancak geleneksel AC-DC LED sürücülerinde doğrusal olmayan giriş akımları nedeniyle düşük güç faktörü, yüksek harmonik bozulma ve artan anahtarlama kayıpları gibi problemler ortaya çıkabilmektedir. Bu durum hem sistem verimliliğini düşürmekte hem de şebeke güç kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Son yıllarda bu problemlerin çözümüne yönelik olarak LLC rezonans dönüştürücü tabanlı yapılar üzerine yoğun çalışmalar gerçekleştirilmiştir. LLC rezonans dönüştürücülerin yüksek frekansta çalışabilmesi, sıfır gerilim anahtarlama (ZVS) özelliği sayesinde düşük anahtarlama kayıpları sağlaması ve yüksek verimlilik sunması nedeniyle modern güç elektroniği uygulamalarında yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Peter & Mathew, 2021). Ayrıca LLC dönüştürücülerin analizinde kullanılan Temel Harmonik Yaklaşımı (FHA) yönteminin doğruluğu ve rezonans tank parametrelerinin sistem performansına etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir (Manlapaz vd., 2025). LED sürücü uygulamalarında gerçekleştirilen çalışmalarda LLC rezonans dönüştürücü yapılarının yüksek güç faktörü ve düşük harmonik bozulma sağlayabildiği gösterilmiştir (Ma vd., 2021). Bunun yanında bağlı indüktans destekli PFC ve LLC rezonans dönüştürücü kullanan LED sürücülerde

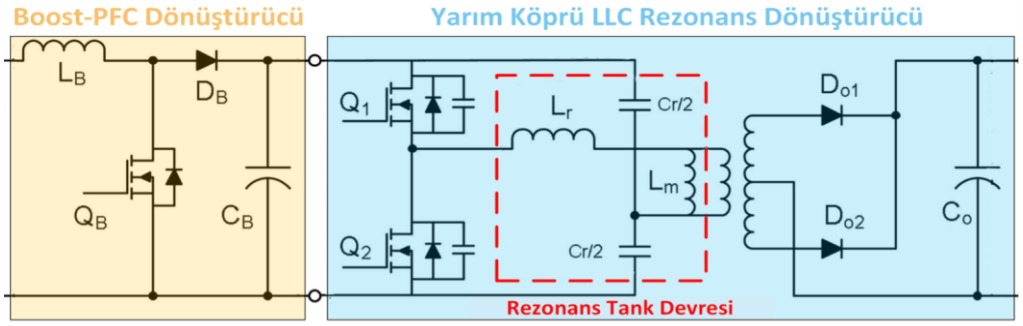
yüksek güç faktörü ve düşük THD değerleri elde edildiği rapor edilmiştir (Ghanbari, 2024). Tek fazlı ve tek kademeli LLC rezonans dönüştürücü yapılarında ise güç faktörü düzeltme fonksiyonunun sisteme entegre edilmesi ile yüksek verimlilik ve düşük anahtarlama kayıpları elde edildiği belirtilmiştir (Peter & Mathew, 2021). Boost-LLC hibrit yapıları üzerine yapılan çalışmalarda, kayan kip kontrol yöntemleri kullanılarak yaklaşık 0.994 güç faktörü ve düşük harmonik bozulma elde edilmiştir (Chen vd., 2025). Ayrıca güç sınırı kontrollü LLC-PFC yapılarında rezonans akımının RMS değerinin azaltılmasıyla sistem verimliliğinin artırıldığı gösterilmiştir. Gerilim modlu değişken frekans kontrollü LLC-PFC dönüştürücülerde ise yüksek güç faktörü ve düşük harmonik bozulma elde etmek amacıyla yeni analiz ve kontrol yöntemleri geliştirilmiştir (Luo vd., 2023). Boost dönüştürücü kullanılmadan tasarlanan LLC tabanlı AC/DC dönüştürücülerde yaklaşık 0.99 güç faktörü ve %95'in üzerinde verimlilik elde edildiği bildirilmiştir (Yue ve Wang, 2025). PFC ve LLC rezonans dönüştürücü kullanılan sistemlerde giriş akım harmoniklerinin azaltıldığı ve yüksek güç kalitesi elde edildiği rapor edilmiştir (Sharma vd., 2024). Benzer şekilde çift çıkışlı LLC rezonans dönüştürücülerde %5'in altında THD değerlerine ulaşıldığı belirtilmiştir (Joshi & Kalpana, 2025). Boost-PFC ve yarım köprü LLC dönüştürücü kullanılan batarya şarj sistemlerinde ZVS çalışma sayesinde anahtarlama kayıplarının azaltıldığı gösterilmiştir (P vd., 2024). Üç fazlı aktif köprü doğrultucu ve LLC rezonans dönüştürücü kullanan hızlı şarj sistemlerinde ise %97'nin üzerinde verimlilik elde edildiği rapor edilmiştir (Atal vd., 2025). LLC rezonans dönüştürücülerin harmonik performansını iyileştirmek amacıyla farklı rezonans yapıları da araştırılmıştır. Çok rezonanslı yapıya sahip LLC dönüştürücülerde değişken frekans modülasyonu kullanılarak harmoniklerin azaltıldığı ve sistem verimliliğinin artırıldığı gösterilmiştir (Jiao vd., 2023). Üçüncü harmonik rezonans kolu eklenmiş çok rezonanslı LLC inverter yapılarında ise %98'in üzerinde verimlilik elde edildiği rapor edilmiştir (Jiao vd., 2025). Güç kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda LLC rezonanslı inverterlerin toplam harmonik bozulmayı azaltabildiği gösterilmiştir (Choudhary ve Kotwal, 2023). Ayrıca AC şebeke bağlantılı dönüştürücülerde kullanılan LLC/LCL filtre yapılarının harmonik azaltma açısından önemli katkılar sağladığı belirtilmiştir (Soomar vd., 2023).

Son yıllarda LLC rezonans dönüştürücülerin performansını geliştirmek amacıyla yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı yöntemler de kullanılmaya başlanmıştır. Makine öğrenmesi destekli optimizasyon teknikleri ile güç kalitesinin iyileştirildiği, THD değerlerinin azaltıldığı ve sistem verimliliğinin artırıldığı gösterilmiştir (Rexy, 2026; Sharma vd., 2024).

Bu çalışmalar genel olarak incelendiğinde LLC rezonans dönüştürücülerin yüksek verimlilik, düşük anahtarlama kayıpları, yüksek güç faktörü ve düşük harmonik bozulma avantajları sunduğu görülmektedir. Ancak rezonans tank tasarımının karmaşıklığı, kontrol yöntemlerinin optimizasyonu, yük değişimlerinde kararlılık ve harmonik performansının daha da iyileştirilmesi halen önemli araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada giriş tarafında Boost güç faktörü düzeltme dönüştürücüsü ve çıkış tarafında LLC rezonans dönüştürücü kullanılan yüksek verimli bir LED sürücü yapısı önerilmiş olup, giriş akım harmoniklerinin azaltılması, güç faktörünün artırılması ve sistem verimliliğinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Önerilen sistemde yaklaşık 0.99 güç faktörü, %10.91 THD ve yaklaşık %83 verimlilik elde edilmiştir. Ölçüm sonuçları ile bu simülasyon değerleri desteklenmiştir. Bu sonuçlar, önerilen yapının LED aydınlatma uygulamaları için uygulanabilir ve geliştirilebilir bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

LLC Rezonans Dönüştürücüler

LLC rezonans dönüştürücüler rezonans indüktörü, manyetik indüktansı ve rezonans kapasitöründen oluşan rezonans tank yapısı sayesinde yüksek frekansta çalışabilmektedir. Yüksek frekanslı çalışma sayesinde daha küçük manyetik elemanlar kullanabilmekte ve sistemin güç yoğunluğu arttırılmaktadır. Ayrıca düşük elektromanyetik indüktans (EMI), düşük anahtarlama kaybı ve yüksek dönüşüm verimi gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Şekil 1'de bu çalışmada kullanılan LED sürücü topolojisi gösterilmektedir. Giriş tarafında yükseltici (boost) tabanlı güç faktörü düzeltme (PFC) dönüştürücüsü kullanılmıştır. Boost-PFC yapısının temel amacı, şebekeden çekilen giriş akımını sinüzoidal forma yaklaştırarak güç faktörünü artırmak ve giriş akım harmoniklerini azaltmaktır. Geleneksel LED sürücülerde doğrusal olmayan akım çekilmesi nedeniyle yüksek THD ve düşük güç faktörü problemleri ortaya çıkabilmektedir. Bu durum hem sistem verimini hem de şebeke güç kalitesini olumsuz etkilemektedir.



Şekil 1. Boost PFC ve yarım köprü LLC rezonans dönüştürücü topolojisi

Boost-PFC dönüştürücüsü sayesinde giriş akımı daha düzgün hale getirilmiş ve LLC rezonans dönüştürücü için kararlı bir DC bara gerilimi elde edilmiştir. Ayrıca sürekli giriş akımı özelliği sayesinde akım dalgalanmaları azaltılmıştır. Çalışmada Boost-PFC katı giriş tarafında güç kalitesini iyileştirirken, çıkış tarafında kullanılan LLC rezonans dönüştürücü soft-switching yani sıfır gerilim anahtarlama özelliği sayesinde anahtarlama kayıplarını azaltarak sistem verimliliğini artırmıştır.

Önerilen yapıda yaklaşık 0.99 güç faktörü elde edilmiş ve giriş akım harmonikleri önemli ölçüde azaltılmıştır. Bu nedenle Boost-PFC ve LLC rezonans dönüştürücü birlikte kullanılarak hem yüksek güç kalitesi hem de yüksek enerji verimliliği hedeflenmiştir.

Güç Faktörünün Düzeltilmesi

Güç faktörü, gerilim ve akım arasındaki faz ilişkisini ifade etmektedir. İdeal durumda giriş akımı ve gerilim aynı fazda olmalıdır. Ancak harmonikli sistemlerde görünür güç, aktif güç ve reaktif güç arasında bozulmalar oluşmaktadır. Bu nedenle günümüzde güç faktörü düzeltme teknikleri kullanılarak hem harmoniklerin azaltılması hem de sistem verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Güç faktörü , akım ile gerilim arasında oluşan faz farkının ideal sinüsoidal dalga formlarında kosinüsünün elde edilmesidir. Fakat standart durumlarda sinüsoidal olmayan akım veya gerilimlerde bu durum geçerli değildir. Güç faktörü düzeltilmesinde çıkış gücüne göre birçok anahtarlamalı dönüştürücü kullanılmaktadır. Standart anahtarlamalı dönüştürücüler yüksek güç faktörünü elde edemezler çünkü hat gerilimi ve akımı arasında faz farkı vardır ve toplam harmonik bozulma (THD) akımı fazladır. Bu da besleme kaynağındaki gücün terminal elemanlar ile tam verimli olarak kullanılamayacağı anlamına gelmektedir. Bu yüzden günümüzde LED aydınlatma sistemlerinde güç faktörü düzeltilmesi (PFC) için teknikler geliştirilmektedir. AC-DC dönüştürücülerde doğrusal olmayan giriş akımları nedeniyle düşük güç faktörü ve yüksek harmonik bozulma oluşabilmektedir. Reaktif güç ve distorsiyon gücü şebeke üzerinde kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle güç faktörü düzeltme teknikleri günümüzde LED sürücü sistemlerinde önemli hale gelmiştir. Boost-PFC dönüştürücüsü sayesinde giriş akımı sinüzoidal forma yaklaştırılarak güç faktörü artırılmıştır.

Harmonik Standardı

Şebekeye bağlanan güç elektroniği tabanlı cihazlarda harmonik sınırlarının belirlenmesi için EN 61000-3-2 standardı kullanılmaktadır. Bu standart özellikle LED sürücüler gibi doğrusal olmayan yüklerin oluşturduğu harmonik akımları sınırlandırmayı amaçlamaktadır.

Çalışmamızda giriş akım harmoniklerinin azaltılması hedeflenmiş ve sistemin güç kalitesi açısından uygun davranışı incelenmiştir. Özel yapıda olan maksimum sınırlar, cihazlarda akım harmonik bileşen yapılarını ayarlamakta kullanılır. Bu şekilde Avrupa Birliği kapsamında elektrik şebekelerine bağlanacak cihazların dört sınıfa ayrılmaktadır ve Tablo 1'de gösterilmektedir. Her sınıftaki harmonik akımların sahip olduğu limitler mevcuttur. Tablo 2'de ise EN-61000-3-2 standardının harmonik sınırları mevcuttur.

Tablo 1. EN 61000-3-2 cihaz sınıflandırması (CENELEC,2019)

SINIF	ÖZELLİKLERİ
A	Dengeli 3 fazlı cihazlar B, C, D sınıflarında olmayan tüm cihazlar D sınıfı haricindeki ev aletleri Akkor filamanlı lambalarda kullanılan dimmerler Taşınabilir olmayan cihazlar Ses cihazları
B	Taşınabilir cihazlar Amatör ark kaynakları
C	Aydınlatma cihazları
D	Bilgisayar ve monitörler Televizyon alıcıları (75-600W arasındaki)

Tablo 2. EN 61000-3-2 harmonik sınırları (CENELEC,2019)

Harmonikler [n]	**A sınıfı [A]**	**B sınıfı [A]**	**C sınıfı [%]**	**D sınıfı [mA/W]**
Tek Harmonikler				
3	2,3	3,45	30 x PF	3,4
5	1,14	1,71	10	1,9
7	0,77	1,155	7	1
9	**0,4**	0,6	5	0,5
11	0,33	0,495	3	0,35
13	0,21	0,315	3	3,85/13
15≤n≤39	0,15 x 15/n	0,225 x 15/n	3	3,85/n
Çift Harmonikler				
2	1,08	1,62	2	-
4	0,43	0,645	-	-
6	0,3	0,45	-	-
8≤n≤40	0,23 x 8/n	0,345 8/n	-	-

Bu standarttaki cihazların sınıflandırılması C sınıfı olarak düşünülmektedir. İkinci ve tek harmoniklerin tamamında sınırlama mevcuttur.

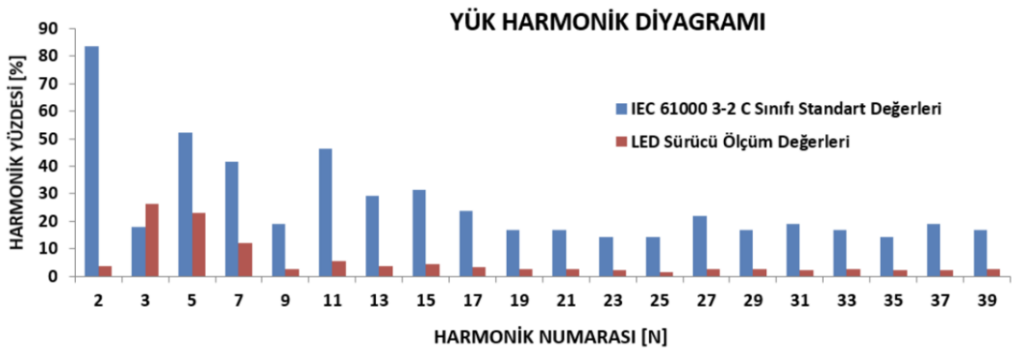
Ölçüm ve Simülasyon Sonuçları

Önerilen Boost-PFC ve LLC rezonans dönüştürücünün ölçüm sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir. Bu değerlere göre sistemde kullanılan rezonans indüktansı, rezonans kapasitansı, manyetik indüktansı ve anahtarlama frekansı analiz edilmiştir.

Tablo 3. Ölçüm Sonuçları

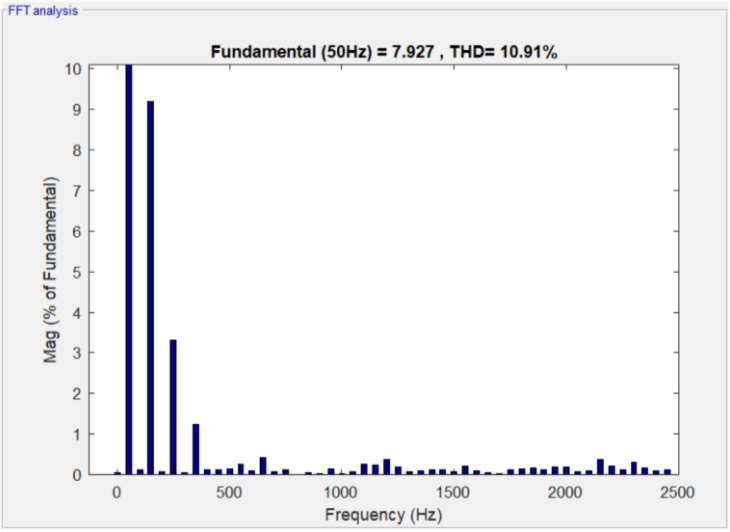
Parametre	**Birim**	**Değer**
Şebeke Voltajı	Vrms	221,52
Şebeke frekansı	Hz	49,97
Ölçülen Çıkış Gerilimi	Vmax	62
Ölçülen Çıkış Akımı	A	1,5
Güç faktörü	PF	0,988
Toplam Harmonik Akımı	mA	40,3
Ölçülen Toplam Harmonik Bozulma	THD	10,4
Verimlilik	η	83

Tasarlanan devrenin simülasyon sonuçlarına göre elde ettiğimiz THD değeri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Standard ve ölçülen yük harmonik diyagramı

Simülasyon değerlerinin doğruluğunu karşılaştırmak için standarda göre istenilen değerler ve güç harmonik cihazı ile ölçtüğümüz harmonik değerlerin karşılaştırma tablosu Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Matlab/Simulink simülasyon değeri (Eker vd., 2023)

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma güç kalitesi ve enerji verimliliği açısından LLC rezonans dönüştürücülerin önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Boost-PFC katının giriş akımını sinüzoidal forma yaklaştırarak güç faktörünü önemli ölçüde iyileştirdiğini ve giriş akım harmoniklerini azalttığını göstermiştir. LLC rezonans dönüştürücü yapısı ise sıfır gerilim anahtarlama (ZVS) özelliği sayesinde anahtarlama kayıplarını azaltmış ve sistem verimliliğinin artırılmasına katkı sağlamıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda yaklaşık 0.99 güç faktörü, %10.91 toplam harmonik bozulma ve yüksek dönüşüm verimi elde edilmiştir. Bu değer simülasyon değerlerini doğrulamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda rezonans tank parametrelerinin optimizasyonu ile sistem verimliliğinin artırılması ve toplam harmonik bozulma değerinin daha düşük seviyelere çekilmesi hedeflenebilir. Ayrıca gelişmiş dijital kontrol yöntemleri, adaptif frekans kontrol algoritmaları ve yapay zekâ tabanlı optimizasyon teknikleri kullanılarak sistem performansı geliştirilebilir. Bunun yanında önerilen yapının deneysel bir prototip üzerinde gerçekleştirilmesi ve farklı LED güç seviyelerinde test edilmesi, elde edilen sonuçların doğrulanması açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

References

Atal, J. K., Rana, S. S., Sen, A., & Ghatak, S. R. (2025). Design and Control of a Novel High-Efficient Three-Phase AC-DC Converter Using Active Full-Bridge and LLC Resonant Topology for Fast EV Charging. 2025 International Conference on Power Electronics and Energy (ICPEE), 1-6. https://doi.org/10.1109/ICPEE65973.2025.11410973

Bhuvela, P., Taghavi, H., & Nasiri, A. (2023). Design Methodology for a Medium Voltage Single Stage LLC Resonant Solar PV Inverter. 2023 12th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 556-562. https://doi.org/10.1109/ICRERA59003.2023.10269431

Chen, H., She, M., Wan, L., Zhang, F., He, W., Zhuang, S., Antoniou, A., & Wang, Z. (2025). Theoretical and experimental research on a single-stage Boost-LLC converter and its sliding mode control applied to electric ships. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 170, 110954. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2025.110954

Choudhary, D. M., & Kotwal, C. D. (2023). Analysis of Load Dynamics in Induction Melting Furnace and Improved Power Quality With Phase Shift Modulated LLC Resonant IGBT Inverter. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 11(5), 4681-4692. https://doi.org/10.1109/JESTPE.2023.3292144

Eker, B. M., Çetinceviz, Y., & Şehirli, E. (2023). LLC Resonant Converter Based Led Driver Fed by Single Phase High Power Factor Boost Converter. 2023 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid, and Renewable Energy (PESGRE), 1-5. https://doi.org/10.1109/PESGRE58662.2023.10404127

Ghanbari, A. R. (2024). Single-Stage LED Driver Based on Coupled Inductor Power Factor Correction and LLC Converter. VDE VERLAG GMBH. https://doi.org/10.30420/566262449

Jiao, D., Hou, Z., Wen, H., & Lai, J.-S. (2025). Single-Stage Isolated Multiresonant LLC Inverter With Over 98% Efficiency and Reduced Backflow Power. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 13(5), 5640-5650. https://doi.org/10.1109/JESTPE.2025.3588805

Jiao, D., Wen, H., & Lai, J.-S. (2023). LLC Resonant Converter Based Single-stage Inverter with Multi-resonant Branches using Variable Frequency Modulation. 2023 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 263-270. https://doi.org/10.1109/APEC43580.2023.10131127

Joshi, K., & Kalpana, R. (2025). Analysis of Dual-Output Off-Board EV Charger by Integrating TP-PFC Converter and H5-Bridge Based Resonant LLC Converter. 2025 IEEE 5th International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SEFET), 1-6. https://doi.org/10.1109/SEFET65155.2025.11255367

Kushwaha, S., & Parakh, A. (2025). Design & Simulation of Totem-Pole PFC integrated LLC Resonant Converter For EV Application. 2025 IEEE International Conference on Interdisciplinary Approaches in Technology and Management for Social Innovation (IATMSI), 1-6. https://doi.org/10.1109/IATMSI64286.2025.10985082

Luo, H., Zhou, B., Liu, G., Zang, T., Chen, S., Zhou, X., & Xu, J. (2023). Voltage-Mode Variable-Frequency Controlled LLC Resonant Power Factor Correction Converter and Its Accurate Numerical Calculation Analysis. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 11(2), 1979-1994. https://doi.org/10.1109/JESTPE.2022.3230089

Ma, J., Sun, Y., & Hu, L. (2021). A single-stage bridgeless LLC resonant converter with constant frequency control based LED driver. IET Power Electronics, 14(15), 2507-2518. https://doi.org/10.1049/pel2.12198

Manlapaz, J. G., Escultero, A., & Odulio, C. M. (2025). Accuracy Analysis of the Fundamental Harmonic Approximation for LLC Resonant Converters. 2025 IEEE 10th Southern Power Electronics Conference (SPEC), 1-6. https://doi.org/10.1109/SPEC64875.2025.11377205

P, J., Chacko, A., & M, R. (2024). Interleaved Boost PFC with Half Bridge LLC Resonant Converter based EV Battery Charger. 2024 International Conference on Advancements in Power, Communication and Intelligent Systems (APCI), 1-6. https://doi.org/10.1109/APCI61480.2024.10617317

Peter, A. K., & Mathew, J. (2021). A Single Phase, Single Stage AC-DC Multilevel LLC Resonant Converter With Power Factor Correction. IEEE Access, 9, 70884-70895. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3078300

Rexy, A. I. (2026). Machine learning-based optimization of resonant LLC converters for improved power quality in electric vehicle chargers. Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-026-51769-4

Sharma, D. M., Mayavan, L., Babu, R., Chaudhary, S., Philip, J. M., & Rajaram, A. (t.y.). ENHANCING POWER QUALITY IN EV CHARGERS USING A RESONANT LLC CONVERTER WITH MACHINE LEARNING OPTIMISATION.

Soomar, A. M., & Musznicki, P. (2024). Design of the LLC Filter for AC Grid-Based Converter. 2024 IEEE 18th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG), 1-6. https://doi.org/10.1109/CPE-POWERENG60842.2024.10604367

Varikuti, R. S., Bhavani, J., & Nireekshana, T. (2022). Design of Off Board Charger with Interleaved Full-Bridge LLC Converter for Electric Vehicle Applications. 2022 Sardar Patel International Conference on Industry 4.0 - Nascent Technologies and Sustainability for "Make in India" Initiative, 1-6. https://doi.org/10.1109/SPICON56577.2022.10180515

Yue, Y., & Wang, G. (2024). An LLC -Based Single-Stage Step-Up AC/DC Resonant Converter Without Boost Circuit for EV Charging With High Power Factor. IEEE Transactions on Power Electronics, 39(6), 7156-7166. https://doi.org/10.1109/TPEL.2024.3370983

Türk Standardları Enstitüsü. (2019). TS EN IEC 61000-3-2: Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 3-2: Sınır değerler - Harmonik akım emisyonları için sınır değerler (cihaz başına giriş akımı 16 A olan ve bağlantı başına 16 A olan cihazlar). TSE.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN RAPID PROTOTYPING PROCESSES USING THE FUSED DEPOSITION MODELING (FDM) METHOD

Asst. Prof. Dr. Ahmet EŞİYOK (ORCID ID: 0000-0001-9665-2393)

Istanbul Beykent University, Vocational School, Health and Safety Department

ABSTRACT

Fused Deposition Modeling (FDM) is the most widely adopted additive manufacturing technology across the globe; valued for its accessibility, low cost, and versatility in rapid prototyping. Despite its proliferation in educational use, industrial applications, and domestic environments; the occupational health and safety implications of FDM operations still remain inadequately understood and managed. This report presents a comprehensive analysis of occupational health and safety hazards inherent to FDM processes, focusing on emissions of ultrafine particles and volatile organic compounds during thermoplastic extrusion. Drawing upon the recent toxicological and exposure assessment studies, this review identifies that acrylonitrile butadiene styrene filaments emit styrene—a Group 2B carcinogen—along with substantial ultrafine particle concentrations, while polylactic acid emits methyl methacrylate and other compounds of toxicological concern. Quantitative risk assessment models estimate excess lung cancer risk at significant levels under the certain exposure scenarios. Beyond the airborne contaminants; additional hazards include thermal risks from heated components, mechanical pinch points, and the ergonomic stressors. This report proposes a hierarchical framework of control measures; emphasizing engineering controls such as enclosure, local exhaust ventilation, and HEPA/carbon filtration as primary interventions. The study is concluded with the recommendations for practitioners and identifies the critical gaps which require further research.

Keywords: Additive Manufacturing, Fused Deposition Modeling, Occupational Health and Safety, Rapid Prototyping, Ultrafine Particles.

ERGİTMELİ YIĞMA MODELLEME (FDM) METODUYLA YAPILAN HIZLI PROTOTİPLEME İŞLEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ÖZET

Ergitme Yöntemiyle Katmanlı Üretim (FDM); yüksek erişilebilirliğe sahip oluşu, düşük maliyetli bir yöntem oluşu ve hızlı prototiplemedeki çok yönlülüğü nedeniyle dünya çapında en yaygın olarak kullanılan hızlı prototipleme teknolojisidir. Eğitim alanında, endüstriyel uygulamalarda ve ev ortamlarında oldukça yaygınlaşmasına rağmen, FDM işlemlerinin iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkileri yeterince anlaşılmamış ve yönetilmemiştir. Bu bildiri, termoplastik ekstrüzyon işlemi sırasında ultra ince parçacıkların ve uçucu organik bileşiklerin emisyonlarına odaklanarak, FDM işlemlerinde ortaya çıkan iş sağlığı ve güvenliği tehlikelerinin kapsamlı bir analizini sunmaktadır. Son toksikolojik ve maruziyet değerlendirme çalışmalarından yararlanan bu inceleme, akrilonitril bütadien stiren (ABS) filamentlerinin önemli miktarda ultra ince parçacık konsantrasyonlarıyla birlikte stiren (Grup 2B kanserojen madde) yaydığını, polilaktik asidin ise metil metakrilat ve toksikolojik açıdan endişe verici diğer bileşikler yaydığını ortaya koymaktadır. Kantitatif risk değerlendirme modelleri, belirli maruziyet senaryoları altında önemli düzeylerde akciğer kanseri riski oluştuğunu tahmin etmektedir. Havada mevcut olan kirleticilerin ötesinde, ek tehlikeler arasında ısıtılmış bileşenlerden kaynaklanan termal riskler, mekanik sıkışma noktaları ve ergonomik stres faktörleri yer almaktadır. Bu bildiri, kontrol önlemlerinin hiyerarşik bir çerçevesini önermekte ve birincil müdahale tedbirleri olarak kapalı alan oluşturma, yerel egzoz havalandırması ve HEPA/karbon filtreleme gibi mühendislik kontrollerine vurgu yapmaktadır. Çalışma, uygulayıcılar için iş sağlığı ve güvenliğine yönelik önerilerle sonuçlanmakta ve daha fazla araştırma gerektiren kritik boşlukları belirlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli İmalat, Ergitmeli Yığma Modelleme, Hızlı Prototipleme, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ultra İnce Partiküller.

1. INTRODUCTION

Additive manufacturing (AM) has fundamentally transformed the landscape of rapid prototyping, enabling designers, engineers, and researchers to fabricate complex geometries with unprecedented speed and cost-efficiency. Among the diverse array of AM technologies, Fused Deposition Modeling (FDM)—also known as Fused Filament Fabrication (FFF)—stands as the most accessible and widely adopted method globally. Its popularity stems from its relatively low equipment cost, ease of operation, and compatibility with a broad range of thermoplastic materials (Azimi et al., 2016).

FDM operates by extruding molten thermoplastic filament through a heated nozzle, depositing material layer-by-layer to build a three-dimensional object. While this process offers significant advantages for prototyping and small-scale production, it simultaneously generates a range of occupational health and safety (OHS) concerns that have only recently begun to receive systematic scientific attention. Unlike traditional manufacturing processes, which are often subject to well-established industrial hygiene standards, FDM has proliferated rapidly in environments—university laboratories, small businesses, maker spaces, and even homes—where formal OHS oversight may be limited or nonexistent (Stefaniak et al., 2017).

The primary OHS concerns associated with FDM relate to the thermal degradation of thermoplastic polymers during extrusion. When heated to their melting temperatures, thermoplastics undergo thermal decomposition, releasing complex mixtures of ultrafine particles (UFPs) and volatile organic compounds (VOCs) into the surrounding air (Zhang et al., 2022). These emissions have been shown to vary significantly based on filament material, extrusion temperature, printer age, and operational conditions (Vance et al., 2017). Chronic exposure to these airborne contaminants has been linked to a range of adverse health outcomes, including respiratory irritation, oxidative stress, cardiovascular disease, and potential carcinogenicity (Barnett et al., 2024).

The primary aim of this report is to conduct a systematic and comprehensive analysis of OHS risks inherent to the FDM process. The specific objectives are: (1) to identify and categorize the principal hazards across the FDM workflow; (2) to synthesize current scientific evidence regarding emission profiles, exposure scenarios, and associated health effects; and (3) to propose a hierarchical framework of control measures tailored to FDM operations. This study emphasizes that the democratization of manufacturing technology must be accompanied by a parallel commitment to worker and user safety.

2. LITERATURE REVIEW

The scientific literature on OHS aspects of FDM has expanded considerably over the past decade, driven by growing awareness of the potential health implications of widespread 3D printer use. Early investigations focused on characterizing emissions from desktop FDM printers, while more recent studies have advanced to quantitative risk assessment and toxicological evaluation.

2.1 Emission Characterization Studies

Stephens et al. (2013) conducted seminal research demonstrating that FDM printers using ABS filament emit substantial concentrations of UFPs, with emission rates comparable to those observed from laser printers and combustion sources. Subsequent studies confirmed these findings and extended them to other filament types. Azimi et al. (2016) reported that UFP emission rates varied significantly across different filament materials, with ABS producing the highest concentrations, followed by nylon and then PLA. The authors documented peak UFP concentrations exceeding 10^5 particles per cubic centimeter during ABS printing.

Stabile et al. (2017) further demonstrated that printing temperature is a critical determinant of emission intensity, with higher temperatures producing proportionally greater UFP concentrations. Their research showed that increasing the extrusion temperature from 210°C to 240°C for ABS filament resulted in a threefold increase in particle emissions. Similarly, Zhang et al. (2022) investigated the effect of nozzle temperature on emission profiles, confirming that temperature optimization represents a viable control strategy.

Mendes et al. (2017) conducted comprehensive emission characterization studies comparing multiple printer models and filament types. Their findings indicated significant inter-printer variability, suggesting that printer design and components substantially influence emission generation. The authors emphasized that emission testing should be conducted on a per-printer basis rather than generalizing across all FDM systems.

2.2 VOC and UFP Composition

The chemical composition of FDM emissions has been a central focus of toxicological research. Gao et al. (2025) conducted a comprehensive review identifying a total of 62 VOC substances emitted during FDM printing with ABS and PLA filaments across various chamber, laboratory, and workplace environments. For ABS, styrene emission rates ranged from 0.29 to 113.10 μg/min, while isopropyl alcohol emissions ranged from 3.55 to 56.53 μg/min. The review emphasized that emission characteristics vary depending on filament composition (including dyes and stabilizers), printing temperature, printer enclosure status, and other operational parameters. For PLA, methyl methacrylate was identified as the predominant compound, accounting for approximately 37% of total VOC emissions.

Steinle (2016) reported that ultrafine aerosol emissions were actually higher for PLA than for ABS when measured on a per-minute basis (2.1×10^9 vs. 2.4×10^8 particles/min), though the chemical composition differed substantially, with styrene accounting for more than 50% of total VOC emissions for ABS and methyl methacrylate predominating for PLA. Notably, Steinle also documented that prolonged printer use led to increased emission rates—by a factor of 2 for PLA and 4 for ABS after seven months of occasional use—suggesting that printer age and maintenance status significantly influence exposure potential.

Vance et al. (2017) compared emissions from FDM printers in controlled chamber conditions versus real indoor environments, finding that actual workplace emissions often exceeded laboratory measurements due to the presence of multiple printers operating simultaneously and variations in ventilation conditions. The study highlighted the importance of conducting exposure assessments under realistic operational scenarios.

2.3 Toxicological and Carcinogenic Risk Assessment

The health implications of FDM emissions have been addressed through both toxicological studies and quantitative risk assessment models. Dobrzyńska et al. (2024) reviewed available in vitro and in vivo studies, concluding that substances emitted during ABS printing may exhibit carcinogenic, hepatotoxic, and teratogenic effects, as well as toxic effects on the respiratory system. The review also highlighted that exposure to plasticizers and other additives occurs through multiple routes—dermal absorption, inhalation, and ingestion—and noted associations with cardiovascular disease, atherosclerosis, and metabolic disorders.

Barnett et al. (2024) evaluated the genotoxic potential of particles emitted from FDM printers using in vitro assays. Their findings demonstrated that exposure to FDM-emitted particles induced DNA damage in cultured human lung cells, with the magnitude of damage correlating with particle concentration and exposure duration. The study concluded that chronic inhalation of these particles may pose a carcinogenic risk, warranting precautionary exposure control measures.

Byrley et al. (2020) conducted a systematic review of the toxicological effects of 3D printer emissions. The review identified consistent evidence of oxidative stress, inflammatory responses, and cytotoxicity following exposure to FDM emissions, with ABS generally exhibiting greater toxicity than PLA. The authors called for the establishment of occupational exposure limits specific to additive manufacturing emissions.

Most recently, Hill and Korchevskiy (2025) developed a quantitative model to estimate excess lung cancer risk from FDM printer emissions based on particle size distribution measured following the ANSI/CAN/UL 2904 standard. Their findings are striking: under a measured exposure scenario (1 m^3 enclosure with air exchanged once per hour), projected excess lung cancer risk reached as high as 468 cases per 10,000 workers. Importantly, predicted risk dropped significantly as extrusion temperature decreased, underscoring the importance of temperature optimization as a control measure.

2.4 Exposure Scenario Variability

A critical theme emerging from the literature is the substantial influence of environmental conditions on actual exposure. Steinle (2016) demonstrated that a single 165-minute print in a large, well-ventilated office did not significantly increase ultrafine aerosol (UFA) and VOC concentrations, whereas the same print in a small, unventilated room produced readily detectable increases—UFA concentrations rising by 2,000 particles/cm^3 and methyl methacrylate reaching a peak of 21 μg/m^3, remaining detectable even 20 hours after printing. This finding has profound implications for workplace design and ventilation requirements.

Hamrol & Osiński. (2025) investigated the effect of workplace ventilation on FDM emission concentrations, demonstrating that rooms with mechanical ventilation systems and air exchange rates exceeding 8 air changes per hour maintained significantly lower contaminant levels compared to naturally ventilated spaces. The study provided practical guidance for facility designers and safety professionals seeking to minimize exposure risks.

Mendes et al. (2017) further emphasized the importance of considering multiple printers operating simultaneously, demonstrating that emission concentrations scaled approximately linearly with the number of operational printers in a space. For facilities housing printer farms, cumulative exposure assessment is essential for accurate risk characterization.

3. WORKING PRINCIPLE OF THE FDM METHOD

Fused Deposition Modeling is a material extrusion-based additive manufacturing process that builds three-dimensional objects by selectively depositing molten thermoplastic material layer by layer. The fundamental operational principle involves feeding a continuous filament of thermoplastic material through a heated nozzle, where it is melted and extruded onto a build platform (Turner & Gold, 2015).

3.1 Filament Preparation and Loading

Thermoplastic filament, typically supplied in spools of 1.75 mm or 2.85 mm diameter, is loaded into the printer. Filaments may be solid or composite materials containing additives such as carbon fiber, metal particles, wood flour, or colorants. These additives introduce additional complexity to emission profiles (Gao et al., 2025).

3.2 Preheating and Build Platform Preparation

The heated nozzle (extruder) is heated to temperatures typically ranging from 180°C to 260°C, depending on the material. The build platform may also be heated, particularly for materials like ABS, to temperatures up to 110°C to prevent warping and ensure first-layer adhesion (Stabile et al., 2017).

3.3 Extrusion and Deposition

The printer's motion system positions the nozzle in the X, Y, and Z axes. The filament is driven by a stepper motor-controlled gear system into the heated nozzle, where it melts. The molten material is extruded through a fine orifice (typically 0.2–0.8 mm diameter) and deposited onto the build platform in precise paths defined by the digital model (Azimi et al., 2016).

3.4 Layer-by-Layer Fabrication

After each layer is deposited, the build platform or nozzle moves vertically to allow the next layer to be deposited. The process repeats until the object is complete. As each layer cools, it solidifies and bonds to the previous layer.

3.5 Post-Processing

Upon completion, printed objects are removed from the build platform. Support structures, required for overhanging geometries, are manually or mechanically removed. Additional finishing steps may include sanding, polishing, or chemical smoothing (Zhang et al., 2022).

Below figure shows the basic components of an FDM setup and the working principle of the system (Raja & Fernandes, 2007).

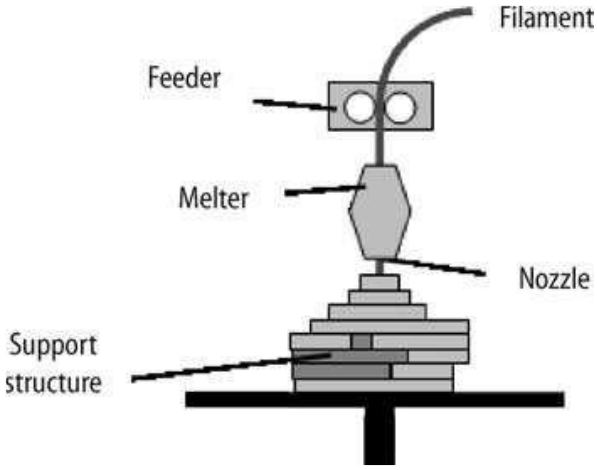


Figure 3.1. How the FDM System Works

4. OHS RISKS ASSOCIATED WITH THE FDM METHOD

The OHS risks associated with FDM operations can be systematically categorized into chemical, physical, mechanical, and ergonomic hazards. Understanding these risks is essential for implementing effective control measures.

4.1 Chemical Hazards: Particulate Matter and VOC Emissions

The most significant and pervasive chemical hazard in FDM operations is the generation of airborne contaminants during filament extrusion. When thermoplastics are heated to their melting temperatures, thermal degradation occurs, releasing complex mixtures of UFPs and VOCs (Stephens et al., 2013; Zhang et al., 2022).

Ultrafine Particles (UFPs): UFPs, defined as particles smaller than 100 nm in diameter, are generated in substantial quantities during FDM printing. Due to their small size, UFPs can bypass respiratory defenses, deposit deeply in the pulmonary alveoli, and potentially translocate to the bloodstream and extrapulmonary organs (Barnett et al., 2024). Studies have documented peak UFP concentrations in the range of 10^5–10^6 particles per cubic centimeter during ABS printing (Azimi et al., 2016). Chronic inhalation of UFPs has been associated with pulmonary inflammation, oxidative stress, cardiovascular dysfunction, and potential carcinogenicity (Byrley et al., 2020).

Volatile Organic Compounds (VOCs): In addition to particulates, FDM printing releases a range of VOCs. ABS filaments are particularly concerning due to the emission of styrene, classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as Group 2B—possibly carcinogenic to humans (Gao et al., 2025). Other VOCs detected in FDM emissions include ethylbenzene, xylenes, acetaldehyde, formaldehyde, and various aldehydes, many of which are known respiratory irritants. For PLA, methyl methacrylate is the predominant VOC, accounting for approximately 37% of total VOC emissions (Gao et al., 2025).

4.2 Material-Specific Risk Profiles

The literature consistently demonstrates that different filament materials present distinct hazard profiles:

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene): Emits styrene, acrylonitrile, ethylbenzene, and high UFP concentrations. Associated with carcinogenic, hepatotoxic, and respiratory toxicity concerns. Styrene emissions range from 0.29–113.10 µg/min (Gao et al., 2025). Hill and Korchevskiy (2025) identified ABS as presenting the highest cancer risk among common FDM filaments.

PLA (Polylactic Acid): Often marketed as a "safer" alternative due to its bio-based origin. However, emissions include methyl methacrylate, lactide, and acetaldehyde. While generally lower in toxicity than ABS, PLA still produces measurable emissions that can accumulate in poorly ventilated spaces. PLA emissions, while less toxic, still warrant ventilation controls. (Steinle, 2016).

Nylon (Polyamide): Requires higher extrusion temperatures and may emit caprolactam, a respiratory sensitizer. Moisture content significantly influences emission profiles (Azimi et al., 2016).

PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol): Generally considered a lower-emission alternative, though limited toxicological data are available (Mendes et al., 2017).

Below table summarizes the risks associated with various materials. Adapted from Gao et al. (2025) and Azimi et al. (2016)

Table 1: Common FDM Filaments and Associated OHS Concerns

Filament Type	Extrusion Temperature (°C)	Primary Emissions	Key OHS Concerns
ABS	220–260	Styrene, ethylbenzene, UFPs	Carcinogenic potential (Group 2B), respiratory irritant
PLA	180–220	Methyl methacrylate, lactide, UFPs	Lower toxicity but respiratory irritant potential
Nylon (PA)	240–260	Caprolactam, UFPs	Respiratory sensitization
PETG	220–250	UFPs, aldehydes	Lower emissions but not risk-free

4.3 Physical Hazards

Thermal Hazards: The heated nozzle (180–260°C) and heated build platform (up to 110°C) present significant burn hazards to operators during material loading, print removal, and maintenance activities (Stefaniak et al., 2017).

Fire Risk: FDM printers operate at temperatures significantly above the autoignition temperatures of many thermoplastics. Malfunctions, thermal runaway events, or accumulation of combustible debris can create fire hazards. Vance et al. (2017) documented several case studies of printer fires attributed to inadequate thermal management.

4.4 Mechanical and Ergonomic Hazards

Mechanical Hazards: Moving parts within the printer, including the print head, motion systems, and feed mechanisms, can cause pinch, crush, or shear injuries if guards are removed or interlocks are defeated (Dobrzyńska et al., 2024).

Ergonomic Hazards: Manual handling of filament spools, removal of prints from build platforms, and repetitive post-processing activities (support removal, sanding) can lead to musculoskeletal disorders. Static standing and fine motor work contribute to ergonomic stress (Zhang et al., 2022).

5. PREVENTIVE MEASURES AND SAFE WORK PRACTICES

A multi-layered defense strategy, following the hierarchy of controls, is essential for mitigating FDM-related risks. Reliance solely on personal protective equipment (PPE) is insufficient; the primary focus must be on eliminating or engineering the hazards out of the process (Erlab, 2026).

5.1 Engineering Controls

Engineering controls are the most effective and reliable means of risk reduction.

Enclosure: FDM printers should be housed in protective enclosures that contain emissions at the source. Enclosures should be constructed of non-combustible materials and designed to facilitate local exhaust ventilation (Erlab, 2026). Zhang et al. (2022) demonstrated that enclosure alone can reduce UFP concentrations by 70-90% compared to open-frame printers.

Local Exhaust Ventilation (LEV): Direct capture of emissions at the printer is essential. LEV systems should be designed to capture both particulates and VOCs, with ductless filtering fume hoods or ducted exhaust systems discharging to the exterior (Hamrol & Osiński, 2025).

Filtration: For recirculated air, filtration systems should employ a two-stage approach: HEPA filtration for particulate capture (including UFPs) and activated carbon filtration for VOC adsorption (Erlab, 2026). Hill and Korchevskiy (2025) confirmed that properly maintained HEPA/carbon filtration systems can reduce cancer risk by over 90%.

Printer Selection: When possible, select printers that incorporate built-in filtration systems and meet emerging safety standards such as UL 2904 (Hill & Korchevskiy, 2025).

5.2 Administrative Controls

Material Substitution: Where feasible, substitute lower-emission filaments. PLA generally presents lower toxicity than ABS, though emissions are not zero (Steinle, 2016). Consider material safety data sheets (SDS) and available emission data when selecting filaments.

Temperature Optimization: Extrusion temperature significantly influences emission rates. Printing at the lowest temperature that achieves adequate layer adhesion reduces UFP and VOC generation (Stabile et al., 2017). A reduction of 10-20°C can decrease emissions by 30-50%.

Training and Competence: Operators must receive thorough training on material hazards, machine operation, emergency procedures, and proper use of controls and PPE (Dobrzyńska et al., 2024).

Safe Work Procedures: Develop and enforce standardized protocols for printer operation, material handling, maintenance, and waste disposal.

Housekeeping: Implement regular cleaning schedules using HEPA-filtered vacuums. Prohibit dry sweeping or use of compressed air for cleaning (Stefaniak et al., 2017).

Work Area Design: Locate printers in well-ventilated spaces with sufficient air exchange rates. Multiple printers in a single room require cumulative exposure assessment (Mendes et al., 2017) and a minimum of 8 air changes per hour for rooms housing multiple FDM printers is recommended.

5.3 Personal Protective Equipment (PPE)

PPE should be used as a last line of defense when engineering and administrative controls cannot sufficiently reduce risk.

Respiratory Protection: For tasks that generate dust or when working in areas where engineering controls are inadequate, wear appropriate respirators. For particulate hazards, N95 or FFP2 respirators are minimal; for VOC hazards, respirators with organic vapor cartridges may be necessary (Barnett et al., 2024).

Eye Protection: Safety glasses protect against particulate irritation during post-processing.

Skin Protection: Heat-resistant gloves for handling hot components; nitrile gloves for chemical protection during cleaning and post-processing (Dobrzyńska et al., 2024).

6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The FDM method, while offering remarkable accessibility and versatility for rapid prototyping, introduces significant occupational health and safety risks that have been inadequately addressed in many workplace settings. The primary concerns are inhalation exposure to UFPs and VOCs emitted during thermoplastic extrusion, with ABS presenting the most serious hazards including styrene—a Group 2B carcinogen—and recent quantitative risk assessments estimating excess lung cancer risk at concerning levels under certain exposure scenarios.

This report has consolidated current scientific evidence and presented a comprehensive framework of control measures grounded in the hierarchy of controls. Engineering controls—including printer enclosure, local

exhaust ventilation, and HEPA/carbon filtration—represent the most effective risk reduction strategies and should be prioritized. Administrative controls such as material substitution, temperature optimization, and comprehensive operator training provide essential supporting measures, while PPE serves as a critical final defense.

Based on this review, the following recommendations are made:

6.1 For Practitioners

- Conduct a task-based risk assessment for all FDM operations, considering material types, number of printers, room ventilation, and occupancy.
- Implement engineering controls as the primary risk reduction strategy; do not rely on PPE alone.
- Locate printers in well-ventilated spaces with documented air exchange rates; multiple printers require cumulative exposure assessment.
- Establish safe work procedures and ensure all operators receive comprehensive training on hazards and controls.
- Consider UL 2904 certification when purchasing new printers and prioritize models with integrated filtration.

6.2 For Standards Bodies

- Develop and enforce specific occupational exposure limits for FDM printer emissions, particularly for styrene and UFPs in additive manufacturing contexts.
- Establish standardized test protocols for printer emissions that reflect real-world conditions.
- Extend existing standards to encompass a broader range of materials and printer configurations.

6.3 For Researchers

- Conduct longitudinal health studies of FDM operators to characterize chronic effects of occupational exposure.
- Investigate the toxicological profiles of emerging filament materials and additives.
- Develop and validate real-time monitoring systems suitable for workplace application.
- Quantify the effectiveness of various engineering controls under realistic operating conditions.

REFERENCES

Azimi, P., Zhao, D., Pouzet, C., Crain, N. E., & Stephens, B. (2016). Emissions of ultrafine particles and volatile organic compounds from commercially available desktop three-dimensional printers with multiple filaments. *Environmental Science & Technology, 50*(3), 1260–1268.

Barnett LMA, Zhang Q, Sharma S, Alqahtani S, Shannahan J, Black M and Wright C (2024) 3D printer emissions elicit filament-specific and dose-dependent metabolic and genotoxic effects in human airway epithelial cells. Front. Public Health 12:1408842. doi: 10.3389/fpubh.2024.1408842.

Byrley, P., Wallace, M. A. G., Boyes, W. K., & Rogers, K. (2020). Particle and volatile organic compound emissions from a 3D printer filament extruder. *Science of the Total Environment,* 736, 139604.

Dobrzyńska, E., Chojnacka-Puchta, L., Sawicka, D., Sobiech, P., Jankowski, T., Okołowicz, A., & Szewczyńska, M. (2024). Risk assessment and toxicity effects of materials used during additive manufacturing with FDM technology. *Medycyna Pracy, 75*(2), 159–171.

Erlab. (2026). *Safety solutions for 3D print additive manufacturing printing process*. Erlab USA.Visit date: 01.04.2026 https://usa.erlab.com/safety-solutions-for-3dprint-additive-manufacturing-printing-process/

Gao, Y., Xue, Y., Sun, C., She, L., & Peng, Y. (2025). Emission Characteristics of Volatile Organic Compounds from Material Extrusion Printers Using Acrylonitrile–Butadiene–Styrene and Polylactic Acid Filaments in Printing Environments and Their Toxicological Concerns. *Toxics,* 13(4), 276.

Hamrol, A., & Osiński, F. (2025). Workplace Exposure to Dust Emissions in Additive Manufacturing with an FFF Method. *Processes,* 13(11), 3470.

Hill, W. C., & Korchevskiy, A. (2025). The size distribution of nanoparticles emitted from advanced manufacturing devices impacts predicted carcinogenic potential. *Frontiers in Public Health, 13*, 1582690.

Mendes, L., Kangas, A., Kukko, K., Mølgaard, B., Säämänen, A., Kanerva, T., ... & Viitanen, A. K. (2017). Characterization of emissions from a desktop 3D printer. *Journal of Industrial Ecology,* 21(Suppl 1), S94-S106.

Raja, V., & Fernandes, K. J. (Eds.). (2007). Reverse engineering: an industrial perspective. Springer Science & Business Media.

Stabile, L., Scungio, M., Buonanno, G., Arpino, F., & Ficco, G. (2017). Airborne particle emission of a commercial 3D printer: The effect of filament material and printing temperature. *Indoor Air, 27*(2), 398–408.

Stefaniak, A. B., LeBouf, R. F., Yi, J., Ham, J., Nurkewicz, T., Schwegler-Berry, D. E., ... & Virji, M. A. (2017). Characterization of chemical contaminants generated by a desktop fused deposition modeling 3-dimensional printer. *Journal of occupational and environmental hygiene,* 14(7), 540-550.

Steinle, P. (2016). Characterization of emissions from a desktop 3D printer and indoor air measurements in office settings. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 13*(2), 121–132.

Stephens, B., Azimi, P., El Orch, Z., & Ramos, T. (2013). Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers. *Atmospheric Environment, 79*, 334–339.

Turner, B. N., & Gold, S. A. (2015). A review of melt extrusion additive manufacturing processes: II. Materials, dimensional accuracy, and surface roughness. *Rapid Prototyping Journal, 21*(3), 250–261.

Vance, M. E., Pegues, V., Van Montfrans, S., Leng, W., & Marr, L. C. (2017). Aerosol emissions from fuse-deposition modeling 3D printers in a chamber and in real indoor environments. *Environmental Science & Technology, 51*(17), 9516–9523.

Zhang, J., Chen, D. R., & Chen, S. C. (2022). Sampling and characterization of particle emission from the 3D FDM printing. Journal of Building Engineering, 52, 104476.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİJİTAL VATANDAŞLIK YETKİNLİKLERİ VE EĞİTİM 5.0 DİJİTAL ÖĞRENME TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK ÖZ-YETERLİKLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Hüseyin ÇEVİK

Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri, Zonguldak-Türkiye, (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-8420-5481

Ayşemine Dinçer Gül

Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri, Zonguldak-Türkiye, ORCID: 0000-0003-4378-8558

Özet

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 bağlamında dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterliklerinin; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenlerine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini incelemektir. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kapsamında karşılaştırmalı desenle yürütülmüştür. Çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki üniversitelerde öğrenim gören 255 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde "Dijital Vatandaşlık Ölçeği" ile "Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterlik Ölçeği" kullanılmıştır. Verilerin analizinde bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermezken, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarının erkek öğretmen adayları lehine anlamlı biçimde farklılaştığı belirlenmiştir. Ayrıca sınıf düzeyi, internette geçirilen süre ve internet kullanım amacı değişkenlerine göre her iki değişkende de anlamlı farklılık saptanmamıştır. Buna karşılık teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenlerine göre hem dijital vatandaşlık yetkinliği hem de Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının dijital yeterliklerinin özellikle teknolojiye erişim, sosyal medya kullanım yoğunluğu ve yeniliklere açıklık gibi dijital deneyim ve tutum değişkenleriyle daha yakından ilişkili olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Vatandaşlık, Eğitim 5.0, Dijital Öğrenme Teknolojileri, Öz-Yeterlik, Öğretmen Adayları

AN INVESTIGATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' DIGITAL CITIZENSHIP COMPETENCIES AND SELF-EFFICACY REGARDING EDUCATION 5.0 DIGITAL LEARNING TECHNOLOGIES IN TERMS OF CERTAIN VARIABLES

Abstract

The aim of this study is to examine whether pre-service teachers' digital citizenship competencies and their self-efficacy regarding digital learning technologies in the context of Education 5.0 differ significantly according to gender, grade level, time spent on the internet, purpose of internet use, access to technology, frequency of social media use, and openness to innovation. The study was conducted using a quantitative survey design with a comparative approach. The study group consisted of 255 pre-service teachers studying at universities in the Western Black Sea Region during the 2025–2026 academic year. Data were collected through the "Digital Citizenship Scale" and the "Education 5.0 Digital Learning Technologies Self-Efficacy Scale." Independent samples t-test and one-way ANOVA were used for data analysis. The findings showed that digital citizenship scores did not differ significantly by gender, whereas self-efficacy regarding Education 5.0 digital learning technologies differed significantly in favor of male participants. In addition, no significant differences were found in either variable in terms of grade level, time spent on the internet, or purpose of internet use. However, significant differences were identified in both digital citizenship and Education 5.0 self-

efficacy scores according to access to technology, frequency of social media use, and openness to innovation. Overall, the findings suggest that pre-service teachers' digital competencies are more closely associated with digital experience and attitude-related variables such as access to technology, intensity of social media use, and openness to innovation.

Keywords: Digital Citizenship, Education 5.0, Digital Learning Technologies, Self-Efficacy, Pre-Service Teachers

Giriş

21. yüzyılda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, eğitim sistemlerinde köklü dönüşümleri beraberinde getirmiştir. Dijital teknolojiler, öğrenme süreçlerini zaman ve mekân sınırlarının ötesine taşıyarak daha esnek, etkileşimli ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamlarının gelişmesini mümkün kılmıştır (OECD, 2019). Bu dönüşüm yalnızca öğretim araçlarını değil, aynı zamanda eğitim politikalarını, öğretmen rollerini ve bireylerden beklenen yeterlikleri de yeniden şekillendirmiştir. Nitekim pek çok ülkede eğitim sistemleri, dijital teknolojilerin öğretim süreçlerine entegrasyonunu destekleyen politika ve stratejiler geliştirmeye yönelmiştir (Comi et al., 2017; Fernández-Gutiérrez et al., 2020; OECD, 2023). Dijital ve bilgi okuryazarlığı becerilerinin geliştirilmesi, bireylerin toplumsal, ekonomik ve kültürel yaşama etkin katılımı açısından önemli görüldüğünden, bu beceriler hem ulusal eğitim programlarında hem de yükseköğretim düzeyindeki öğretmen yetiştirme süreçlerinde daha görünür hâle gelmiştir (Szőke-Milinte, 2024).

Yapay zekâ, nesnelerin interneti, artırılmış ve sanal gerçeklik ile veri temelli sistemler gibi yeni nesil teknolojiler, öğretme ve öğrenme süreçlerine önemli fırsatlar sunmaktadır (Gaol & Prasolova-Førland, 2022). Bu gelişmeler, eğitimin yalnızca teknoloji kullanımını artırmasını değil, aynı zamanda teknolojiyi insan odaklı ve pedagojik amaçlarla yeniden düşünmesini gerekli kılmıştır. Bu bağlamda Eğitim 5.0 yaklaşımı öne çıkmaktadır. Eğitim 5.0, dijital teknolojilerin öğrenme süreçlerini geliştirmek, bireysel farklılıklara duyarlı öğretim sunmak ve öğrencilerin bütüncül gelişimini desteklemek amacıyla kullanıldığı insan merkezli bir eğitim anlayışı olarak tanımlanmaktadır (Ahmad et al., 2023; Rane et al., 2024). Bu yaklaşımda öğrencilerin yalnızca akademik başarıları değil; eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, uyum sağlama ve dijital ortamlarda sorumlu davranma gibi becerileri de önem kazanmaktadır (Rane et al., 2024). Ayrıca Eğitim 5.0, öğretim süreçlerinin öğrencilerin bireysel özelliklerine göre uyarlanmasını, teknolojinin öğrenme engellerini azaltacak biçimde kullanılmasını ve bireyin bilişsel olduğu kadar sosyal ve etik yönleriyle de desteklenmesini hedeflemektedir (Ahmad et al., 2023; Melluso et al., 2020).

Dijitalleşmenin eğitimde yarattığı bu dönüşüm, bireylerin dijital ortamlardaki rollerini ve sorumluluklarını da yeniden tanımlamıştır. Bu noktada dijital vatandaşlık kavramı, çağdaş eğitimin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Dijital vatandaşlık, bireylerin çevrim içi ortamlarda etik, güvenli, bilinçli ve sorumlu davranarak toplumsal yaşama aktif biçimde katılmalarını ifade etmektedir (Mossberger et al., 2008; Permana et al., 2023). Bu kavram, yalnızca dijital araçları teknik olarak kullanabilmeyi değil; aynı zamanda mahremiyetin korunması, dijital hak ve sorumlulukların bilinmesi, çevrim içi ortamlarda saygılı davranılması ve dijital bilgilerin eleştirel biçimde değerlendirilmesi gibi çok boyutlu yeterlikleri içermektedir (Balinska-Ourdeva, 2015; Richardson & Milovidov, 2019). Günümüzde dijital vatandaşlık, bireylerin hem kişisel güvenliklerini hem de toplumsal katılımlarını etkileyen önemli bir yeterlik alanı olarak görülmektedir (Erdoğan & Tonga, 2020). Bu nedenle eğitim ortamlarında yalnızca teknoloji kullanımının öğretilmesi yeterli olmamakta; teknolojinin etik ve sorumlu kullanımına ilişkin farkındalığın da geliştirilmesi gerekmektedir (Farmer, 2010).

Öğretmen adayları açısından değerlendirildiğinde, dijital vatandaşlık ve dijital öğrenme teknolojilerine yönelik yeterlikler daha da kritik bir önem taşımaktadır. Çünkü öğretmen adaylarının yalnızca dijital araçları kullanabilmeleri değil, aynı zamanda bu araçları öğretim süreçlerine etkili biçimde entegre edebilmeleri ve öğrencilerine dijital ortamlarda doğru davranış konusunda model olabilmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik algısı önemli bir değişken olarak öne çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının bu teknolojileri kullanabileceklerine ilişkin inançlarının yüksek olması, onların teknoloji destekli öğrenme ortamlarında daha etkili ve güvenli uygulamalar geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

Türkiye'de de dijital yeterliklerin geliştirilmesi, eğitim politikalarının öncelikli alanlarından biri hâline gelmiştir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2023 Eğitim Vizyonu ile başlayan ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile devam eden süreçte; dijital okuryazarlık, medya farkındalığı ve etik teknoloji kullanımı gibi boyutlar vatandaşlık eğitimi ve karakter gelişimi ile ilişkilendirilmiştir (MEB, 2018; MEB, 2025). Bu durum, öğretmen yetiştirme programlarında dijital vatandaşlık ve dijital öğrenme teknolojilerine yönelik yeterliklerin birlikte ele alınmasını daha önemli kılmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde, dijital vatandaşlık ve dijital öz-yeterlik konularının ayrı ayrı sıkça ele alındığı; ancak bu iki yapının bir arada incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Aldosari et al., 2020; Coklar & Tatlı, 2020; Kukreja & Rajendran, 2024; Prasetiyo et al., 2024; Mujtahidin et al., 2025). Özellikle öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterliklerinin çeşitli değişkenlere göre nasıl farklılaştığını inceleyen çalışmaların sınırlı olması dikkat çekmektedir. Oysa cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu ve sosyal medya kullanım sıklığı gibi değişkenler, bireylerin dijital deneyimlerini ve teknolojiyle etkileşim düzeylerini etkileyebilecek unsurlar arasında yer almaktadır.

Yapılan çalışma, öğretmen yetiştiren yükseköğretim programlarında dijital vatandaşlık bilincinin geliştirilmesi ve Eğitim 5.0 kapsamında yer alan dijital öğrenme teknolojilerinin etkili biçimde kullanılmasına yönelik strateji geliştirme sürecine katkı sunması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye'de öğretmen eğitimi programlarının yeniden yapılandırılması ve eğitimde insan odaklı teknoloji kullanımına geçiş sürecinde politika yapıcılara rehberlik edecek niteliktedir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2023 Eğitim Vizyonu ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli gibi ulusal strateji belgeleriyle uyumlu biçimde, dijital yeterlik ve etik dijital davranışların geliştirilmesi bağlamında ele alınan bu çalışma, alanyazındaki sınırlı sayıdaki araştırmalara katkı sunması bakımından da dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 bağlamındaki dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterliklerinin; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenlerine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini incelemektir. Bu kapsamda araştırmanın temel sorusu şu şekilde belirlenmiştir:

Öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlikleri; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Yöntem

Araştırma modeli

Bu araştırma, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 bağlamındaki dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik algılarının çeşitli demografik ve dijital kullanım değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını inceleyen nicel bir çalışmadır. Araştırma, genel tarama modeli içinde karşılaştırmalı tarama desenine uygun olarak tasarlanmıştır. Karşılaştırmalı tarama araştırmaları, var olan bir durumun farklı gruplar açısından incelenmesine ve gruplar arası farklılıkların ortaya konmasına olanak tanır (Karasar, 2013). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının ilgili puanları; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenleri bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırma sürecinde değişkenler üzerinde herhangi bir deneysel işlem uygulanmamış, mevcut durum olduğu gibi incelenmiştir (Creswell, 2012).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki üniversitelerde öğrenim görmekte olan 255 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde, araştırmaya hız ve uygulama kolaylığı kazandırması nedeniyle kolay ulaşılabilir durum örneklemesi tercih edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri ve Dijital Davranışlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Değişken	Kategori	Frekans (N)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	202	79,2
	Erkek	53	20,8
	Toplam	255	100,0
Sınıf Düzeyi	1	73	28,6
	2	82	32,2
	3	39	15,3
	4	61	23,9
	Toplam	255	100,0
Bölüm	Sınıf Öğretmenliği	34	13,3
	Matematik Öğretmenliği	30	11,8
	Fen Bilgisi Öğretmenliği	13	5,1
	Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	27	10,6
	Özel Eğitim Öğretmenliği	54	21,2
	RPD	53	20,8
	Okul Öncesi Öğretmenliği	44	17,3
	Toplam	255	100,0
Teknolojiye Erişim Durumu	Nadiren erişiyorum	8	3,1
	Düzenli erişimim var	96	37,6
	Sürekli erişimim var	151	59,2
	Toplam	255	100,0
İnternette Zaman Geçirme Durumu	1-2 saat	21	8,2
	3-4 saat	124	48,6
	5 saat ve üzeri	110	43,1
	Toplam	255	100,0
İnternet Kullanım Amacı	Eğitim ve Araştırma	27	10,6
	Eğlence	83	32,5
	Haber Takibi ve Bilgi	14	5,5
	Alışveriş	6	2,4
	Sosyal Medya	125	49,0
	Toplam	255	100,0
Sosyal Medya Kullanım Sıklığı	Ara sıra kullanıyorum	43	16,9
	Düzenli kullanıyorum	127	49,8
	Sürekli kullanıyorum	85	33,3
	Toplam	255	100,0
Yeniliklere Açıklık Durumu	Bazen açığım	39	15,3
	Çoğu zaman açığım	148	58,0
	Her zaman açığım	68	26,7
	Toplam	255	100,0

Tablo 1'de araştırmaya katılan öğretmen adaylarının demografik özellikleri ile dijital davranışlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur. Katılımcıların %79,2'si (n=202) kadın, %20,8'i (n=53) erkektir. Sınıf düzeyine göre dağılım incelendiğinde, 2. sınıf öğrencileri %32,2 (n=82) ile en yoğun grubu oluştururken; bunu %28,6 (n=73) ile 1. sınıf, %23,9 (n=61) ile 4. sınıf ve %15,3 (n=39) ile 3. sınıf öğrencileri izlemektedir. Bölümler açısından değerlendirildiğinde, en yüksek katılım %21,2 (n=54) ile Özel Eğitim Öğretmenliği bölümünden gerçekleşmiş; bunu %20,8 (n=53) ile Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık (RPD) ve %17,3 (n=44) ile Okul Öncesi Öğretmenliği takip etmiştir. Teknolojiye erişim durumu bakımından, katılımcıların %59,2'si (n=151) sürekli erişime sahip olduğunu, %37,6'sı (n=96) düzenli erişimi bulunduğunu, yalnızca %3,1'i (n=8) ise teknolojiye nadiren erişebildiğini belirtmiştir. İnternette geçirilen süreye ilişkin bulgular, katılımcıların %48,6'sının (n=124) günde 3–4 saat, %43,1'inin (n=110) ise 5 saat ve üzeri süreyle internet

Değişken	Kategori	Frekans (N)	Yüzde (%)

kullandığını göstermektedir. İnternet kullanım amacı açısından en yüksek oran %49,0 (n=125) ile sosyal medya kullanımına aittir. Bunu %32,5 (n=83) ile eğlence ve %10,6 (n=27) ile eğitim ve araştırma amaçlı kullanım izlemektedir. Sosyal medya kullanım sıklığı incelendiğinde, katılımcıların %49,8'i (n=127) düzenli, %33,3'ü (n=85) sürekli, %16,9'u (n=43) ise ara sıra sosyal medya kullandığını ifade etmiştir. Teknolojik yeniliklere açıklık düzeyine göre, katılımcıların %58,0'i (n=148) kendisini "çoğu zaman açık", %26,7'si (n=68) "her zaman açık" ve %15,3'ü (n=39) ise "bazen açık" olarak değerlendirmiştir.

Veri Toplama Araçları

Kişisel bilgi formu

Kişisel bilgi formu, katılımcıların demografik özelliklerini ve dijital kullanım profillerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Formda öğretmen adaylarının cinsiyeti, sınıf düzeyi, öğrenim gördüğü bölüm, teknolojiye erişim durumu, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu gibi değişkenlere ilişkin sorular yer almaktadır.

Dijital Vatandaşlık Ölçeği

Dijital vatandaşlık ölçeği (DVÖ) Tutar, Erdem ve Şahin (2024) tarafından insanların dijital vatandaşlık yetkinliğini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. DVÖ beşli likert tipinde hazırlanmış olup "Kesinlikle katılmıyorum (1)", "Katılmıyorum (2)", "Kararsızım (3)", "Katılıyorum (4)" ve "Kesinlikle katılıyorum (5)" seçeneklerini sunmaktadır. Ölçek üç alt boyut ve 23 maddeden oluşmaktadır. Alt boyutlar "dijital yetkinlik", "dijital güven" ve "dijital kaygı" şeklindedir. Ölçeğin güvenirlik analizi sonucunda dijital yetkinlik için Cronbach's Alpha (α) değeri .96, dijital güven için .93, dijital kaygı için .80 olarak bulunmuş, ölçeğin toplam Cronbach's Alpha (α) katsayısı ise .96 olarak hesaplanmıştır. Test tekrar test güvenirlik katsayısı da .79 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise Cronbach's Alpha (α) değeri .842 olarak hesaplanmıştır.

Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterlik Ölçeği

Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-yeterlik Ölçeği Karagül & Kinay (2024) tarafından öğretmen adaylarının dijital öğrenme teknolojileri öz-yeterliklerini Eğitim 5.0 bağlamında incelemek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek beşli likert tipinde hazırlanmış olup "Hiçbir zaman" (1), "Nadiren" (2), "Ara sıra" (3), "Çoğu zaman" (4) ve "Her zaman" (5) seçeneklerini sunmaktadır. Ölçek beş alt boyut ve 25 maddeden oluşmaktadır. Alt boyutlar "yaratıcı düşünme ve girişimcilik yeterliği", "eleştirel düşünme yeterliği", "veri yeterliği", "internet ve nesnelerin yeterliği" ve "gizlilik yeterliği" şeklindedir. Araştırmada ölçeğin toplam Cronbach's Alpha (α) değeri .91 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise Cronbach's Alpha (α) değeri .950 olarak hesaplanmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma verileri, 2026 yılı Mart–Nisan ayları arasında Google Formlar aracılığıyla çevrim içi ortamda toplanmıştır. Katılımcılara gönüllülük esasına dayalı olarak ulaşılmış, araştırmanın amacı ve gizlilik ilkeleri hakkında bilgilendirme yapıldıktan sonra onayları alınmıştır. Toplanan veriler yalnızca bu araştırma kapsamında değerlendirilmiştir. Verilerin analizine geçilmeden önce, parametrik testlerin ön koşullarından biri olan normal dağılım varsayımının karşılanıp karşılanmadığını belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, veri setinin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymuş; bu nedenle analizlerde parametrik testler tercih edilmiştir. Bu kapsamda cinsiyet değişkeni için Bağımsız Örneklem t-Testi, diğer kategorik değişkenler için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Normallik analizine ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Dijital Vatandaşlık Yetkinliği ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterlik Ölçeğine Ait Normallik Testi Sonuçları

Dijital Vatandaşlık Ölçeği ve Alt Boyutları	**Çarpıklık (Skewness)**	**Basıklık (Kurtosis)**
1. Alt boyut: Dijital Yetkinlik	0,186	0,543
2. Alt boyut: Dijital Güven	-0,350	0,643
3. Alt boyut: Dijital Kaygı	-0,146	-0,874
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği Genel Puanı	-0,440	0,947
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterlik Ölçeği ve Alt Boyutları	**Çarpıklık (Skewness)**	**Basıklık (Kurtosis)**
1. Alt boyut: Yaratıcı Düşünme ve Girişimcilik Yeterliği	-0,353	0,526
2. Alt boyut: Eleştirel Düşünme Yeterliği	-0,017	0,090
3. Alt boyut: Veri Yeterliği	0,089	-0,183
4. Alt boyut: Nesnelerin İnterneti Yeterliği	-0,329	0,249
5. Alt boyut: Gizlilik Yeterliği	-0,151	-0,212
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliği Genel Puanı	0,050	0,485

Tablo 2 incelendiğinde, dijital vatandaşlık yetkinliği ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojileri öz-yeterliğine ilişkin tüm alt boyutlar ve genel puanlar için çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 aralığında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermektedir. Dolayısıyla araştırma kapsamında elde edilen verilerin parametrik testlerin uygulanmasına uygun olduğu değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, cinsiyet değişkeni için Bağımsız Örneklem t-Testi; sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenleri için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular, araştırmanın alt problemi doğrultusunda sırasıyla sunulmuştur. Öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterliklerinin; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu değişkenleri açısından anlamlı biçimde farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin bulgular Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Cinsiyet Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerinin Bağımsız T- Testi Sonuçları

Değişkenler	**Gruplar**	**N**	**x̄**	**ss**	***T Testi***			
					t	**sd**	**p**	**Cohen's d**
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Kadın	202	3,63	0,31	-0,599	253	0,550	0,09
	Erkek	53	3,66	0,32				
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Kadın	202	3,53	0,51	-2,042	253	,042*	0,32
	Erkek	53	3,70	0,53				

Not: $p < 0,05$

Tablo 3'te yer alan verilere göre, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinliği puanları cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($t = -0,599$; $p > 0,05$). Kadınların ($\bar{x} = 3,63$; $ss = 0,31$) ve erkeklerin ($\bar{x} = 3,66$; $ss = 0,32$) ortalama puanları birbirine oldukça yakın olup, Cohen's d = 0,09 değeri etki büyüklüğünün çok düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermektedir ($t(253) = -2,042$; $p < 0,05$). Kadın

öğretmen adaylarının bu yeterliğe ilişkin ortalama puanı ($\bar{x}$ = 3,53; ss = 0,51), erkek öğretmen adaylarına göre ($\bar{x}$ = 3,70; ss = 0,53) daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Sınıf Düzeyi Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Df	Kareler Ortalaması	F	p
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	0,366	3	0,122	1,259	0,289
	Gruplar içinde	24,354	251	0,097		
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	0,471	3	0,157	0,578	0,630
	Gruplar içinde	68,180	251	0,272		

Tablo 4'te öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine göre dijital vatandaşlık yetkinliği ve Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarının anlamlı biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($F(3, 251) = 1,259$; $p = 0,289$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında da sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F(3, 251) = 0,578$; $p = 0,630$). Bu bulgular, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin sınıf düzeyine bağlı olarak anlamlı biçimde değişmediğini göstermektedir.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının İnternette Geçirilen Süre Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	0,228	2	0,114	1,171	0,312
	Gruplar içinde	24,493	252	0,097		
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	0,316	2	0,158	0,583	0,559
	Gruplar içinde	68,335	252	0,271		

Tablo 5'te öğretmen adaylarının internette geçirdikleri süreye göre dijital vatandaşlık yetkinliği ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarının anlamlı biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları açısından internette geçirilen süreye göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F(2, 252) = 1,171$; $p = 0,312$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında da internette geçirilen süreye göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($F(2, 252) = 0,583$; $p = 0,559$). Bu bulgular, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin internette geçirdikleri süreye bağlı olarak anlamlı biçimde değişmediğini göstermektedir.

Tablo 6. Öğretmen Adaylarının İnternet Kullanım Amacı Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	0,411	4	0,103	1,058	0,378
	Gruplar içinde	24,309	250	0,097		
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	1,525	4	0,381	1,420	0,228
	Gruplar içinde	67,126	250	0,269		

Tablo 6'da öğretmen adaylarının internet kullanım amaçlarına göre dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları internet kullanım amacına göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($F(4, 250) = 1,058$; $p = 0,378$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanları açısından da internet kullanım amacına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F(4, 250) = 1,420$; $p = 0,228$). Bu bulgular, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin interneti hangi amaçla kullandıklarına bağlı olarak anlamlı biçimde değişmediğini göstermektedir.

Tablo 7. Öğretmen Adaylarının Teknolojiye Erişim Durumu Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlılık	Eta Kare (η2)
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	0,675	2	0,337	3,536	.031	3 > 1	0,027
	Gruplar içinde	24,045	252	0,095				
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	4,206	2	2,103	8,223	.000	3 > 2; 3 > 1	0,061
	Gruplar içinde	64,446	252	0,256				

Not: p<0,05; 1=Nadiren erişim, 2=Düzenli erişim, 3=Sürekli erişim

Tablo 7'de öğretmen adaylarının teknolojiye erişim durumlarına göre dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları teknolojiye erişim durumuna göre anlamlı biçimde farklılaşmaktadır ($F(2, 252) = 3,536$; $p = 0,031$; $\eta^2 = 0,027$). Anlamlılık sonrası yapılan karşılaştırmalarda, dijital vatandaşlık yetkinliği puanlarının sürekli erişim sağlayan öğretmen adaylarında nadiren erişim sağlayanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($3 > 1$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanları da teknolojiye erişim durumuna göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F(2, 252) = 8,223$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,061$). Post hoc karşılaştırmalar, sürekli erişim sağlayan öğretmen adaylarının puanlarının hem nadiren erişim sağlayanlardan hem de düzenli erişim sağlayanlardan anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu göstermektedir ($3 > 1$; $3 > 2$). Bu bulgular, teknolojiye sürekli erişimin hem dijital vatandaşlık yetkinliği hem de Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 8. Öğretmen Adaylarının Sosyal Medya Kullanım Sıklığı Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlılık	Eta Kare (η2)
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	1,058	2	0,529	5,631	,004*	2>1; 3>1	0,043
	Gruplar içinde	23,663	252	0,094				
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	2,545	2	1,273	4,852	,009*	3>1; 3>2	0,037
	Gruplar içinde	66,106	252	0,262				

Not: p<0,05; 1=Ara sıra kullanıyorum, 2=Düzenli kullanıyorum, 3=Sürekli kullanıyorum

Tablo 8'de öğretmen adaylarının sosyal medya kullanım sıklıklarına göre dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları açısından sosyal medya kullanım sıklığına göre anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F(2, 252) = 5,631$; $p = 0,004$; $\eta^2 = 0,043$). Anlamlılık sonrası yapılan karşılaştırmalarda, dijital vatandaşlık yetkinliği puanlarının düzenli kullanan bireylerde ve sürekli kullanan bireylerde ara sıra kullanan bireylere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($2 > 1$; $3 > 1$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanları açısından da sosyal medya kullanım sıklığına göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($F(2, 252) = 4,852$; $p = 0,009$; $\eta^2 = 0,037$). Post hoc karşılaştırmalar, sürekli kullanan bireylerin puanlarının hem ara sıra kullanan bireylerden hem de düzenli kullanan bireylerden anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu göstermektedir ($3 > 1$; $3 > 2$).

Tablo 9. Öğretmen Adaylarının **Yeniliklere Açıklık Durumu** Değişkenine Göre Dijital Vatandaşlık Yetkinlikleri ve Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Teknolojileri Öz-Yeterliklerine İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlılık	Eta Kare (η2)
Dijital Vatandaşlık Yetkinliği	Gruplar arasında	2,110	2	1,055	11,756	0,000*	2>1; 3>1	0,085
	Gruplar içinde	22,611	252	0,090				
Eğitim 5.0 Dijital Öğrenme Öz-Yeterliği	Gruplar arasında	12,744	2	6,372	28,721	0,000*	2>1; 3>1; 3>2	0,186
	Gruplar içinde	55,907	252	0,222				

Not: p<0,01; 1=Bazen açığım, 2=Çoğu zaman açığım, 3=Herzaman açığım

Tablo 9'da öğretmen adaylarının yeniliklere açıklık düzeylerine göre dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçlarına göre, dijital vatandaşlık yetkinliği puanları açısından yeniliklere açıklık düzeyine göre anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F(2, 252) = 11,756$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,085$). Anlamlılık sonrası yapılan karşılaştırmalarda, dijital vatandaşlık yetkinliği puanlarının çoğu zaman açık olan ve her zaman açık olan öğretmen adaylarında, bazen açık olan öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($2 > 1$; $3 > 1$). Benzer biçimde, Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanları açısından da yeniliklere açıklık düzeyine göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($F(2, 252) = 28,721$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,186$). Post hoc karşılaştırmalar, çoğu zaman açık olan öğretmen adaylarının puanlarının bazen açık olanlardan; her zaman açık olan öğretmen adaylarının puanlarının ise hem bazen açık

olanlardan hem de çoğu zaman açık olanlardan anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu göstermektedir (2 > 1; 3 > 1; 3 > 2).

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin çeşitli demografik ve dijital kullanım değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Araştırma bulguları, söz konusu değişkenlerin tamamının aynı düzeyde etkili olmadığını; özellikle teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık düzeyinin öğretmen adaylarının hem dijital vatandaşlık yetkinlikleri hem de Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik algıları üzerinde anlamlı farklılık yarattığını göstermiştir. Ayrıca cinsiyet değişkenine göre yalnızca Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik puanlarında anlamlı bir farklılık belirlenirken, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre ve internet kullanım amacı değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlar alanyazındaki benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmış; ardından öğretmen eğitimi uygulamalarına ve gelecekte yapılacak araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur

Araştırma kapsamında, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterliklerinin; cinsiyet, sınıf düzeyi, internette geçirilen süre, internet kullanım amacı, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık durumu açısından anlamlı farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Bulgulara göre, cinsiyet değişkeni yalnızca Eğitim 5.0 dijital öğrenme öz-yeterliği açısından anlamlı bir farklılık yaratmış; erkek öğretmen adaylarının bu yeterlik düzeylerinin kadınlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, alanyazında sıklıkla rapor edilen cinsiyete dayalı teknoloji öz-yeterliği farkıyla örtüşmektedir. Nitekim çeşitli çalışmalarda erkek öğrencilerin dijital yeterlik puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Kaya, 2020; Kocadağ, 2012; Menzi, Çalışkan ve Çetin, 2012; Özçelik ve Akyol, 2025; Özoğlu ve Kaya, 2021; Yılmaz, Üredi ve Akbaşlı, 2015). Benzer eğilimlerin uluslararası alanyazında da doğrulandığı anlaşılmaktadır (Krause, Pietzner, Dori ve Eilks, 2017; Scherer ve Siddiq, 2015; Tømte ve Hatlevik, 2011). Bununla birlikte, kadınların dijital yeterlik düzeylerinin daha yüksek bulunduğu ya da cinsiyet açısından anlamlı farkın saptanmadığı araştırmalar da bulunmaktadır (Kaman, 2025; Özden ve Örge-Yaşar, 2024; Liu ve Liu, 2021; Tatlı, 2018). Bu bağlamda, cinsiyet değişkeninin yalnızca Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlikte anlamlı bir farklılık yaratması, söz konusu yapının temel dijital kullanım becerilerinden çok; problem çözme, veri temelli düşünme ve ileri teknolojilerle etkileşim kurma gibi daha üst düzey bilişsel süreçleri içermesiyle açıklanabilir. Nitekim erkek bireylerin özellikle teknik ve problem çözme odaklı dijital görevlerde öz-yeterlik algılarının daha yüksek olabildiği; buna karşılık kadın bireylerin temel dijital kullanım becerilerinde benzer ya da daha yüksek performans gösterebildikleri ifade edilmektedir (Murphy, Coover ve Owen, 1989; Torkzadeh ve Koufteros, 1994; Akkoyunlu ve Orhan, 2003). Ayrıca Hargittai ve Shafer'in (2006) vurguladığı üzere, kadın ve erkeklerin gerçek performansları benzer olsa bile erkeklerin kendi yeteneklerine ilişkin algılarının daha yüksek olması, mevcut araştırmadaki farkın teknik beceriden çok teknolojiye yönelik öz-yeterlik algısıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri, internette geçirdikleri süre ve internet kullanım amaçlarına göre dijital vatandaşlık ve Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojileri öz-yeterlik puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine (Çukurbaşı ve İşman, 2014; Özerbaş ve Kuralbayeva, 2018; Sarıkaya, 2019) ve internet kullanım sürelerine (Göldağ ve Kanat, 2018; Kuloğlu, Gürbüz, Tutuş ve Özer, 2024) göre dijital yeterliklerinde anlamlı farklılık bulunmadığını ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Her ne kadar sınıf düzeyi arttıkça akademik yeterliklerde artış bekleniyor olsa da, bu çalışmada böyle bir farklılığın gözlenmemesi, dijital yeterliklerin nicel kullanım süresinden ziyade nitelikli kullanım ve dijital farkındalıkla ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Benzer şekilde Hatlevik ve Christophersen (2013), öğrencilerin dijital yeterlik düzeylerinin sınıf seviyesinden çok öz-düzenleme becerileri ve bilinçli teknoloji kullanımı ile ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, dijital yeterliklerin yalnızca zaman ve kullanım sıklığıyla kendiliğinden gelişen bir yapı olmadığını; aksine bilinçli, amaçlı ve pedagojik olarak yapılandırılmış dijital deneyimlerle desteklenmesi gereken çok boyutlu bir yeterlik alanı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, teknolojiye erişim durumu, sosyal medya kullanım sıklığı ve yeniliklere açıklık düzeyi değişkenleri her iki yeterlik alanında da anlamlı farklılık yaratmıştır. Özellikle dijital araçlara sürekli erişimi olan bireylerin dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojileri öz-yeterliklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, dijital yeterliklerin gelişiminde

fiziksel erişimin belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Benzer biçimde, sosyal medya kullanım sıklığı arttıkça bireylerin dijital beceri düzeylerinin de yükseldiği anlaşılmaktadır. Literatürde, sosyal medyanın dijital okuryazarlık ve teknoloji farkındalığı üzerinde olumlu etkileri olduğu vurgulanmaktadır (Jian, Zou ve Mahadi, 2025; Maisuroh, Jamil ve Manshur, 2024; Tsvetkova vd., 2021). Araştırmada anlamlı farklılık yaratan bir diğer değişken olan yeniliklere açıklık düzeyi ise öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık ve Eğitim 5.0 öz-yeterlik puanlarının yalnızca dijital deneyimle değil, aynı zamanda teknolojiye yönelik tutum ve açıklıkla da ilişkili olduğunu göstermektedir. Yeniliklere daha açık olan bireylerin yeni dijital araçları denemeye, öğrenmeye ve bunları günlük ya da akademik yaşama entegre etmeye daha yatkın olmaları, bu farklılığı açıklayabilir. Dolayısıyla dijital yeterliklerin gelişiminde yalnızca erişim ve kullanım sıklığı değil, yeniliklere yönelik bilişsel ve duyuşsal açıklık da önemli bir rol oynamaktadır.

Araştırma sonuçları doğrultusunda, öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık yetkinlikleri ile Eğitim 5.0 dijital öğrenme teknolojilerine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin geliştirilmesine ilişkin çeşitli öneriler sunulabilir. Öncelikle, öğretmen adaylarına yalnızca teknik araç kullanımı kazandırmaya odaklanan uygulamalarla yetinilmemeli; bu araçları etik, yaratıcı ve toplumsal fayda odaklı biçimde kullanabilecekleri öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Bu kapsamda, öğretmen adaylarının sosyal sorumluluk projeleri geliştirebildikleri, dijital ortamlarda karşılaşabilecekleri etik ikilemleri tartışabildikleri ve dijital içerik üretebildikleri "Eğitim 5.0 Tasarım Atölyeleri"nin planlanması yararlı olabilir. Ayrıca dijital kaygının azaltılmasına yönelik destekleyici içeriklere ve rehberlik uygulamalarına yer verilmesi, öğretmen adaylarının dijital ortamlarda daha güvenli ve etkili biçimde hareket etmelerine katkı sağlayabilir. Benzer şekilde, dijital mahremiyet, veri güvenliği ve gizlilik konularına yönelik eğitimlerin artırılması, özellikle dijital ortamlarda sorumlu ve bilinçli davranışların geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Araştırma bulguları doğrultusunda, öğretmen yetiştirme süreçlerinde geliştirilecek eğitim uygulamalarının cinsiyete duyarlı ve farklı beceri alanlarını dikkate alan esnek bir yapıda tasarlanması önerilebilir. Bunun yanı sıra, teknolojiye erişim düzeyinin hem dijital vatandaşlık yetkinliği hem de Eğitim 5.0 öz-yeterliği üzerinde belirleyici bir değişken olarak öne çıkması, öğretmen adayları arasında fırsat eşitliğini destekleyecek teknolojik altyapı ve erişim olanaklarının güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sosyal medya kullanım sıklığına ilişkin bulgular da dikkate alındığında, öğretmen adaylarının sosyal medya okuryazarlıklarının geliştirilmesi ve bu platformların pedagojik amaçlarla etkili kullanımının desteklenmesi önemli görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının yeniliklere açıklık düzeylerini artıracak, yeni teknolojileri denemeye ve öğrenmeye yönelik olumlu tutum geliştirmelerini destekleyecek uygulamalara öğretmen eğitimi programlarında daha fazla yer verilmesi önerilebilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Çalışmada çıkar çatışması oluşturabilecek herhangi bir durum bulunmamaktadır.

Kaynaklar

Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: requirements, enabling technologies, and future directions. *arXiv preprint,* arXiv:2307.15846, 1-24. doi: 10.48550/arXiv.2307.15846

Akbaba-Dağ, S., & Kılıç-Şahin, H. (2024). Sınıf öğretmeni adaylarının web 2.0 araçlarına ilişkin görüşleri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 14*(2), 540-553. doi: 10.48146/odusobiad.138118

Akdemir, Ö. (2014). Öğretmen adaylarının interneti kullanım amaçları. Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, 2(2014), 49-57.

Akkoyunlu, B., & Orhan, F. (2003). Bilgisayar ve Ögretim Teknolojileri Egitimi (BÖTE) Bölümü Ögrencilerinin Bilgisayar Kullanma Öz Yeterlik İnanci ile Demografik Özellikleri Arasindaki İliski. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(3), 86-93.

Aldosari, F. F., Aldaihan, M. A., & Alhassan, R. A. (2020). Availability of ISTE Digital Citizenship Standards among Middle and High School Students and Its Relation to Internet Self-Efficacy. *Journal of Education and Learning, 9*(5), 59-74. doi:10.5539/jel.v9n5p59

Arcagök, S. (2020). Öğretmenlerin dijital vatandaşlığa yönelik algılarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*(1), 534-556. doi: 10.33711/yyuefd.693832

Balinska-Ourdeva, V. (2015). 21st century learners: Economic humanism and the marginalization of wisdom. In A. A. Abdi, L. Shultz, & T. Pillay (Eds.), *Decolonizing global citizenship education* (pp. 179–188). Rotterdam, SensePublishers. doi: 10.1007/978-94-6300-277-6_15

Choi, M., Cristol, D., & Gimbert, B. (2018). Teachers as digital citizens: The influence of individual backgrounds, internet use and psychological characteristics on teachers' levels of digital citizenship. *Computers & Education, 121* (2018), 143-161. doi: 10.1016/j.compedu.2018.03.005

Coklar, A. N., & Tatlı, A. (2020). Evaluation of digital citizenship levels of teachers in the context of information literacy and internet and computer use self-efficacy. *Asian Journal of Contemporary Education, 4*(2), 80-90. doi: 10.18488/journal.137.2020.42.80.90

Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review,* 56, 24–39. doi: 10.1016/j.econedurev.2016.11.007

Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly, 19*(2), 189-211. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/pdf/249688.pdf

Cortesi, S., Hasse, A., Lombana-Bermudez, A., Kim, S., & Gasser, U. (2020). *Youth and digital citizenship+ (plus): Understanding skills for a digital world*. Youth and Media, Berkman Klein Center for Internet & Society. Retrieved from https://cyber.harvard.edu/publication/2020/youth-and-digital-citizenship-plus

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Çetin, M., & Baklavacı, G. Y. (2024). Öğretmenlerin Dijital Vatandaşlık Kavramına Yönelik Algıları: Nitel Bir Analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 13*(4), 139-163. doi: 10.15869/itobiad.1514446

Çukurbaşı, B., & İşman, A. (2014). Öğretmen adaylarının dijital yerli özelliklerinin incelenmesi (Bartın Üniversitesi örneği). *Bartın University Journal of Faculty of Education, 3*(1), 28-54. doi: 10.14686/BUEFAD.201416206

Dincer, S. (2012). A study of the relationship between pupils and parents' computer literacy level and use. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 46, 484-489.

Eastin, M. S., & LaRose, R. (2000). Internet self-efficacy and the psychology of the digital divide. *Journal of Computer-Mediated Communication, 6*(1), JCMC611. doi: 10.1111/j.1083-6101.2000.tb00110.x

Elçi, A. C., & Sarı, M. (2016). Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programına Yönelik Öğrenci Görüşlerinin Dijital Vatandaşlık Bağlamında İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25*(3), 87-102.

Erdem, C., & Koçyigit, M. (2019). Exploring Undergraduates' Digital Citizenship Levels: Adaptation of the Digital Citizenship Scale to Turkish. *Malaysian Online Journal of Educational Technology, 7*(3), 22-38. doi: 10.17220/mojet.2019.03.003

Erdoğan, E. & Tonga, D. (2020). Middle School Students and Digital Citizenship: Is Technology Important for Digital Citizens in Turkey?. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(11), 194-227.

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education, 42*(3), 255-284.

Farmer, L. (2011). Teaching digital citizenship. In C. Ho & M. Lin (Eds.), *Proceedings of e-learn 2011--world conference on e-learning in corporate, government, healthcare, and higher education* (pp. 99-104). Honolulu, Hawaii, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Retrieved July 15, 2025 from https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Abdalla-44/publication/340467945_Teaching_Digital_Citizenship/links/5e8bd5224585150839c637ab/Teaching-Digital-Citizenship.pdf

Fernández-Gutiérrez, M., Gimenez, G., & Calero, J. (2020). Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *Computers & Education*, 157, 1-15. doi: 10.1016/j.compedu.2020.103969

Gaol, F. L., & Prasolova-Førland, E. (2022). Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. *Education and Information Technologies, 27*, 611–623. doi:10.1007/s10639-021-10746-2

George, D., & Mallery, P. (2024). *IBM SPSS statistics 29 step by step: A simple guide and reference*. London: Routledge.

Gerstein, J. (2014). *Moving from Education 1.0 Through Education 2.0 Towards Education 3.0.* Retrieved from https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1104&context=edtech_facpubs

Göldağ, B., & Kanat, S. (2018). Güzel sanatlar eğitimi alan öğrencilerin dijital okuryazarlik durumlari. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 70, 77-92.

Hargittai, E., & Shafer, S. (2006). Differences in actual and perceived online skills: The role of gender. *Social Science Quarterly, 87*(2), 432-448. doi: 10.1111/j.1540-6237.2006.00389.x

Hatlevik, I. K. R., & Hatlevik, O. E. (2018). Examining the relationship between teachers' ICT self-efficacy for educational purposes, collegial collaboration, lack of facilitation and the use of ICT in teaching practice. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-8.

Hatlevik, O. E., & Christophersen, K. A. (2013). Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. *Computers & Education, 63* (2013), 240-247. doi: 10.1016/j.compedu.2012.11.015

Helsper E. J., & Galácz, A. (2009) Understanding the links between social and digital inclusion in Europe. In Cardoso, G., Cheong, A., & Cole, J. (Eds.)., *The worldwide ınternet: changing societies, economies and cultures* (pp. 146–178). Taipa, China: University of Macau Press.

Jian, C., Zou, D., & Mahadi, N. (2025). Social media, digital literacy, and career competence: a mixed methods study among university students in China. *Frontiers in Psychology, 16*,(1700213), 1-19. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1700213

Kaman, Ş. (2025). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dijital Yeterlikleri ile Yapay Zekâ Okuryazarlık Düzeyleri Arasındaki İlişki. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11*(2), 596-612. doi: 10.31592/aeusbed.1663406

Kaptangil, K., & Kaptangil Çalışır, İ. (2023). Dijital Vatandaşlık ve Siber Zorbalık Arasındaki İlişkide Sosyal Medya Bağımlılığının Aracılık Rolü. *Beden Eğitimi Spor Sağlık ve Efor Dergisi, 2*(1), 115-126.

Karagül, A., & Kinay, İ. (2024). Education 5.0 Digital Learning Technologies Self-Efficacy Scale for Pre-Service Teachers: A Validity and Reliability Study. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 13*(2), 527-542. doi: 10.30703/cije.1370433

Karaman, M. K., & Kurtoğlu, M. (2009). Öğretmen adaylarının internet bağımlılığı hakkındaki görüşleri. *Akademik Bilişim, 11*(13), 641-650.

Karasar, N. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemi* (25. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Kaya, A., & Kaya, B. (2014). Teacher candidates' perceptions of digital citizenship. *International Journal of Human Sciences, 11*(2), 346-361.

Kaya, R. (2020). *Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Teknoloji Entegrasyonu Öz-Yeterlik Algıları ile Dijital Yeterlik Seviyeleri Arasındaki İlişkisinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Türkiye.

Kaya-Özgül, B. Aktaş, N., & Özdemir, E. Ç. (2023). Sınıf öğretmenlerinin ve sınıf öğretmeni adaylarının dijital okuryazarlık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 12(1), 204-221. doi: 10.30703/cije.1191366

Ke, D., & Xu, S. (2017, December). *A Research on factors affecting college students' digital citizenship*. In 2017 International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT) (pp. 61-64). IEEE. doi: 10.1109/EITT.2017.23

Keats, D., & Schmidt, J. P. (2007). The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa. *First Monday, 12*(3). doi: 10.5210/fm.v12i3.1625

Kıyıcı, M. (2008). *Öğretmen Adaylarının Sayısal Okuryazarlık Düzeylerinin Belirlenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Türkiye.

Kocadağ, T. (2012). *Öğretmen Adaylarının Dijital Vatandaşlık Düzeylerinin Belirlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.

Kocaman-Karoğlu, A., Bal-Çetinkaya, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye'de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi, 3*(3), 147-158.

Kocoglu, E., Oguz-Hacat, S., & Gocer, V. (2023). The relationship between digital literacy and digital citizenship levels of STEM teacher candidates: The mediating role of digital teaching material development self-efficacy. *Journal of Education in Science Environment and Health, 9*(3), 194-205. 194-205. doi: 10.55549/jeseh.1331283

Koç, R. (2022). Dijitalleşen Kültür Ya Da Kültürün Dijitalleşmesi: Dijital Kültür Kavramı. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi, 15*(38), 500-513. doi: 10.12981/mahder.1112610

Kolata, F. (2022). *Okul öncesi öğretmen adaylarının dijital vatandaşlık ile 21. yüzyıl becerileri özyeterlilik algılarının incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye.

Kozinski, S. (2017). *How generation Z is shaping the change in education.* Retrieved from https://www.forbes.com/sites/sievakozinsky/2017/07/24/how-generation-z-is-shaping-the-change-in-education/#304059746520

Krause, M., Pietzner, V., Dori, Y. J., & Eilks, I. (2017). Differences and developments in attitudes and self-efficacy of prospective chemistry teachers concerning the use of ICT in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(8), 4405-4417. doi: 10.12973/eurasia.2017.00935a

Kukreja, D., & Rajendran, M. (2024). Digital Citizenship, Internet Attitudes and Computer Self Efficacy: Mapping Factors Influencing Middle School Students' Online Participation. *Indian Journal of Educational Technology, 6*(I2), 127-144.

Kuloğlu, A., Gürbüz, N. N., Tutuş, F., & Özer, M. (2024). Öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını kullanım yetkinlikleri. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi, 13*(26), 156-171. doi: 10.55605/ejedus.1411047

Liu, H. H., Ye, Y. C., & Jiang, H. L. (2021). Self-efficacy in home-based online learning environments. *Journal of Internet Technology, 22*(3), 557-567.

Liu, Y., & Liu, Q. (2021). Factors influencing teachers' level of digital citizenship in underdeveloped regions of China. *South African Journal of Education, 41*(4), 1-17. doi: 10.15700/saje.v41n4a1886

Maisuroh, S., Jamil, M., & Manshur, U. (2024). The role of social media in enhancing digital literacy among generation z: A social and psychological perspective. *Journal of Social Studies and Education, 2*(1), 41-53.

Martin, F., Gezer, T., & Wang, C. (2019). Educators' perceptions of student digital citizenship practices. *Computers in the Schools, 36*(4), 238-254. doi: 10.1080/07380569.2019.1674621

Martin, F., Hunt, B., Wang, C., & Brooks, E. (2020). Middle school student perception of technology use and digital citizenship practices. *Computers in the Schools, 37*(3), 196-215. doi: 10.1080/07380569.2020.1795500

MEB (2017). *Öğretmen Strateji Belgesi.* https://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/1849.pdf adresinden erişilmiştir.

MEB (2018). *2023 Eğitim Vizyonu*. https://baklan.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_12/11144802_2023_EGITIM_VIZYONU.pdf adresinden erişilmiştir.

MEB (2025). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni*. https://tymm.meb.gov.tr/upload/brosur/ortak_metin.pdf adresinden erişişmiştir.

Meekaew, N., & Jongnimitsataporn, P. (2023). How capable are they of becoming a digital teacher? Correlation analysis of ındividual characteristics, digital self-efficacy, and digital citizenship among pre-service teachers in Northeast Thailand. *Higher Education Studies, 13*(2), 63-73. doi:10.5539/hes.v13n2p63

Melluso, N., Fareri, S., Fantoni, G., Bonaccorsi, A., Chiarello, F., Coli, E., ... & Manafi, S. (2020). Lights and shadows of COVID-19, Technology and Industry 4.0. *arXiv preprint arXiv:2004.13457*, 1-12. doi: 10.48550/arXiv.2004.13457

Menzi, N., Çalışkan, E., & Çetin, O. (2012). Öğretmen Adaylarının Teknoloji Yeterliliklerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, *2*(1), 1-18.

Mossberger, K., Tolbert, C. J., & McNeal, R. S. (2008). *Digital citizenship. The Internet, Society and Participation.*
Cambridge, MA: The MIT Press. Retrieved from https://perpustakaan.atmaluhur.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/ZjAwNzAyN2NmNWI2MGExNWY0ZjczMzA3NDZiMjYyZTgwYzc5YmQ4MQ==.pdf

Mujtahidin, M., Wahjoedi, W., Wiyono, S., Atok, A. R., & Blažič, M. M. (2025). The influence of blended learning models and internet self-efficacy on digital citizenship attitudes of elementary school students in Indonesia. *Psychological Science and Education, 30*(3), 47-58.

Murphy, C. A., Coover, D., & Owen, S. V. (1989). Development and validation of the computer self-efficacy scale. *Educational and Psychological Measurement, 49*(4), 893-899. doi: 10.1177/001316448904900

Ocak, G., & Karakuş, G. (2019). Öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık öz-yeterlilik becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21*(1), 129-147. doi: 10.32709/akusosbil.466549

OECD (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/df80bc12-en.

OECD (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/c74f03de-en.

Özçelik, F. C., & Akyol, H. (2025). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dijital Okuryazarlık Becerileri ile Web 2.0 İçerik Geliştirme Özyeterlik İnançları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 26*(1), 174-192. doi: 10.29299/kefad.1555945

Özden, M., & Yaşar, F. Ö. (2024). Eğitim fakültesi öğrencilerinin dijital yeterlikleri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi, 12*(3), 516-529. doi: 10.16916/aded.1496401

Özerbaş, M. A., & Kuralbayeva, A. (2018). Türkiye ve Kazakistan öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeylerinin değerlendirilmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5*(1), 16-25. doi: 10.21666/muefd.314761

Özoğlu, C., & Kaya, E. (2021). Z Kuşağı Öğretmen Adaylarının Yaşam Boyu Öğrenmeleri ve Dijital Okuryazarlıkları Arasındaki İlişki. *Anadolu Journal of Educational Sciences International, 11*(1), 415-437. doi: 10.18039/ajesi.824040

Öztürk, C. (2019). *8. sınıf öğrencilerinin dijital vatandaşlık düzeyleri ile siber zorbalık eğilimleri arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Türkiye.

Permana, I. K. A., Yasa, I. K. A. S., Saputra, I. K. A. D., & Sudwika, I. P. R. (2023). Citizenship in the Digital Age: Implications and challenges. *Journal of Digital Law and Policy, 3*(1), 52-62.

Prasetiyo, W. H., Sari, B. I., Mahadir Naidu, N. B., & Nurlaili, N. G. (2024). Students' digital citizenship in ubiquitous technology: A comprehensive model based on DC-REP framework, internet attitudes, computer self-efficacy, and internet skills. *Education and Information Technologies, 29*(17), 23185-23224. doi: 10.1007/s10639-024-12761-5

Pusey, P., & Sadera, W. A. (2011) Cyberethics, Cybersafety, and Cybersecurity. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 28*(2), 82-88. doi: 10.1080/21532974.2011.10784684

Rane, N. L., Choudhary, S. P., & Rane, J. (2024). Education 4.0 and 5.0: Integrating artificial intelligence (AI) for personalized and adaptive learning. *Journal of Artificial Intelligence and Robotics, 1*(1), 29-43. doi: 10.61577/jaiar.2024.100006

Ribble, M. (2009). Passport to digital citizenship: Journey toward appropriate technology use at school and at home. *Learning & Leading with Technology, 36*(4), 14–17.

Ribble, M. (2011). *Digital citizenship in schools* (2nd ed.). Washington: International Society for Technology in Education. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ahmed-Shaaban-25/publication/340468314_Digital_Citizenship_in_Schools_Second_Edition/links/5e8bd7244585150839c63804/Digital-Citizenship-in-Schools-Second-Edition.pdf

Ribble, M. (2012). Digital citizenship for educational change. *Kappa Delta Pi Record, 48*(4), 148-151. doi: 10.1080/00228958.2012.734015

Ribble, M., Bailey, G. D., & Ross, T. W. (2004). Digital citizenship: Addressing appropriate technology behavior. *Learning & Leading with Technology, 32*(1), 6–11.

Richardson, J., & Milovidov, E. (2019). *Digital citizenship education handbook: Being online, well-being online, and rights online*. Council of Europe Publishing. Retrieved from

Russell, M., Bebell, D., O'Dwyer, L., & O'Connor, K. (2003). Examining teacher technology use: Implications for preservice and inservice teacher preparation. *Journal of Teacher Education, 54* (4), 279-310. doi: 10.1177/0022487103255

Sakallı, H. (2015). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dijital Vatandaşlık Düzeyleri ile Siber Zorbalık Eğitilimleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye.

Sarıkaya, B. (2019). Türkçe öğretmeni adaylarının dijital okuryazarlık durumlarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 12*(62), 1098-1107. doi:10.17719/jisr.2019.3122

Scherer, R., & Siddiq, F. (2015). Revisiting teachers' computer self-efficacy: A differentiated view on gender differences. *Computers in Human Behavior, 53* (2015), 48-57. doi: 10.1016/j.chb.2015.06.038

Solmaz, M. (2020). *Öğretmen Adaylarının Siber Bilgi Güvenliği Farkındalıklarının ve Dijital Vatandaşlık Düzeylerinin Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mersin Üniversitesi, Türkiye.

Som-Vural, S., & Kurt, A. A. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Bakış Açısıyla Dijital Vatandaşlık Göstergelerinin İncelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 8*(1), 60-80.

Süslü, S. İ. (2022). *Dijital Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye.

Szőke-Milinte, E. (2024). Examination of University Students' Information Literacy and Digital Self-efficacy. *Educatia 21 Journal*, 28, 134-144. doi: 10.24193/ed21.2024.28.14

Tatlı, A. (2018). *Öğretmenlerin dijital vatandaşlık düzeylerinin bilgi okuryazarlığı ile internet ve bilgisayar kullanım özyeterlikleri bağlamında değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye.

Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Sobrino, S. V., Giannoutsou, N., Cachia, R., ... & Ioannou, A. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity

and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies, 28*(6), 6695-6726. doi: 10.1007/s10639-022-11431-8

Tømte, C., & Hatlevik, O. E. (2011). Gender-differences in self-efficacy ICT related to various ICT-user profiles in Finland and Norway. How do self-efficacy, gender and ICT-user profiles relate to findings from PISA 2006. *Computers & Education, 57*(2011), 1416-1424. doi:10.1016/j.compedu.2010.12.011

Torkzadeh, G., & Koufteros, X. (1994). Factorial validity of a computer self-efficacy scale and the impact of computer training. *Educational and Psychological Measurement, 54*(3), 813-821. doi: 10.1177/001316449405400

Tsvetkova, M., Ushatikova, I., Antonova, N., Salimova, S., & Degtyarevskaya, T. (2021). The Use of Social Media for the Development of Digital Literacy of Students: From Adequate Use to Cognition Tools. International *Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 16*(2), 65-78. doi: 10.3991/ijet.v16i02.1875

Tutar, H., Erdem, A. T., & Şahin, N. (2024). Dijital vatandaşlık ölçeği (DVÖ): Geçerlilik ve güvenirlik çalışması. *Alanya Akademik Bakış, 8*(1), 310-327. doi: 10.29023/alanyaakademik.1337114

Türkmen, M., Yazgı, G., Hayat, T., & Hayat, İ. T. (2024). Öğretmen Adaylarının Sosyal Medya Kullanımları ile Öğretmen Öz–Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Eurasian Education & Literature Journal*, 19, 105-123. doi: 10.17740/eas.edu.2024-V19-07

Uludağ-Kırçıl, & Uluçınar-Sağır, Ş. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin Sınıf İçi Yansımaları: Öğretmen Görüşleri. Erciyes Journal of Education, 9(1), 24-46.

Van Deursen, A. J., & Van Dijk, J. A. (2014). The digital divide shifts to differences in usage. *New Media & Society, 16*(3), 507-526. doi: 10.1177/1461444813487

Yan, R., & Hu, W. (2025). Does more support mean more literacy? The relationship and mechanisms between digital support and college students' digital literacy. *Frontiers in Psychology*, *16*, (1571926), 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1571926

Yavuz-Mumcu, H., & Dönmez-Usta, N. (2014). Öğretmen adaylarının bilgisayar ve internet kullanımına yönelik tutumları. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi, 3*(3), 44-55.

Yazıcı, T. (2023). Bilgiye Erişimde Dijital Okuryazarlık Kullanımı: Muş Alparslan Üniversitesi Gazetecilik Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma. *ODU Journal of Social Sciences Research, 13*(3), 2709-2740. doi: 10.48146/odusobiad.1186489

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık

Yılmaz, M., Üredi, L., & Akbaşlı, S. (2015). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilgisayar Yeterlilik Düzeylerinin ve Eğitimde Teknoloji Kullanımına Yönelik Algılarının Belirlenmesi. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi, 1*(1), 105-121.

Young, D. (2014). A 21st-century model for teaching digital citizenship. *Educational Horizons, 92*(3), 9-12. doi: 10.1177/0013175X1409200

Yusuf, B., Walters, L. M., & Sailin, S. N. (2020). Restructuring Educational Institutions for Growth in the Fourth Industrial Revolution (4IR): A Systematic Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15*(3), 93-109. doi: 10.3991/ijet.v15i03.11849

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENCİ KATILIMI, DERSE İLGİ VE AKADEMİK ÖZYETERLİK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Hüseyin ÇEVİK

Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri, Zonguldak-Türkiye, (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0001-8420-5481

Özet

Bu araştırmanın amacı, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerini belirlemek, bu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek ve öğrenci katılımı ile derse ilgi düzeylerinin akademik özyeterliği yordama düzeyini ortaya koymaktır. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli ile yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında üniversitelerde öğrenim gören 254 üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde Öğrenci Katılım Ölçeği, Derse İlgi Ölçeği ve Akademik Özyeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerinin genel olarak orta ve orta üzeri düzeyde olduğunu göstermektedir. Korelasyon analizi sonuçları, öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Regresyon analizi sonuçları ise öğrenci katılımı ve derse ilgi düzeylerinin akademik özyeterliği anlamlı düzeyde yordadığını göstermiştir. Ayrıca, derse ilginin akademik özyeterlik üzerindeki yordayıcı etkisinin öğrenci katılımına göre daha güçlü olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, üniversite öğrencilerinin akademik özyeterliklerinin geliştirilmesinde öğrencilerin derse ilgilerini artıran ve derse katılımlarını destekleyen öğretim uygulamalarının önemli olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, yükseköğretim kurumlarında öğrencilerin hem derse ilgilerini hem de öğrenci katılımlarını destekleyecek öğrenme ortamlarının oluşturulması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Öğrenci katılımı, derse ilgi, akademik özyeterlik, üniversite öğrencileri, ilişkisel tarama modeli.

AN EXAMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS' STUDENT ENGAGEMENT, COURSE INTEREST, AND ACADEMIC SELF-EFFICACY LEVELS

Abstract

The aim of this study is to determine university students' levels of student engagement, course interest, and academic self-efficacy, to examine the relationships among these variables, and to reveal the extent to which student engagement and course interest predict academic self-efficacy. The study was conducted using the relational survey model, one of the quantitative research methods. The study group consisted of 254 university students studying at universities during the 2025–2026 academic year. The Student Engagement Scale, the Course Interest Scale, and the Academic Self-Efficacy Scale were used in the data collection process. The findings revealed that students' levels of student engagement, course interest, and academic self-efficacy were generally at moderate and above-moderate levels. The results of the correlation analysis indicated positive, high-level, and significant relationships among student engagement, course interest, and academic self-efficacy. The results of the regression analysis showed that student engagement and course interest significantly predicted academic self-efficacy. In addition, course interest was found to have a stronger predictive effect on academic self-efficacy than student engagement. The findings suggest that instructional practices that increase students' interest in courses and support their engagement are important for improving university students' academic self-efficacy. In line with these findings, it is recommended that higher education institutions create learning environments that support both students' course interest and student engagement.

Keywords: Student engagement, course interest, academic self-efficacy, university students, relational survey model.

Giriş

Yükseköğretim, bireylerin sadece mesleki ve teknik beceriler kazanmalarını sağlayan bir basamak değil, aynı zamanda psikososyal gelişimlerini tamamladıkları, entelektüel becerilerini derinleştirdikleri ve akademik yetkinliklerini en üst düzeye çıkardıkları kritik bir dönemdir (Ökdem, 2020). Küreselleşme ve yükseköğretim sistemindeki hızlı kitleselleşme ile birlikte, üniversitelerde sunulan eğitimin kalitesini artırmak ve öğrenci başarısını etkileyen temel faktörleri anlamak her zamankinden daha önemli hale gelmiştir (Çalışkan, 2023). Güncel yaklaşımlar, öğrencilerin akademik başarısının ve performansının yalnızca sahip oldukları bilişsel kapasiteye bağlı olmadığını; aynı zamanda motivasyon, çaba, kuruma duyulan aidiyet, öz-düzenleme ve öğrenme süreçlerine olan aktif katılımları gibi bilişsel olmayan faktörler tarafından da büyük ölçüde şekillendirildiğini göstermektedir (Demirbilek & Han, 2022). Bu bağlamda, üniversite öğrencilerinin öğrenme çıktılarını, memnuniyet düzeylerini ve akademik başarılarını belirleyen en önemli psikososyal ve pedagojik unsurların başında öğrenci katılımı, derse (durumsal) ilgi ve akademik özyeterlik gelmektedir (Sun & Rueda, 2012).

Öğrenci katılımı (student engagement), genel anlamıyla bir öğrencinin öğrenmeye, becerilerinde ustalaşmaya ve akademik görevlerini tamamlamaya yönelik olarak harcadığı psikolojik çabayı, zamanı ve yatırımı temsil eden çok boyutlu yapısal bir kavramdır (Fatimah vd., 2024; Çalışkan, 2023). Alanyazında öğrenci katılımı genel olarak davranışsal, duyuşsal ve bilişsel olmak üzere üç temel alt boyutta ele alınmaktadır (Dadandı, 2022). Davranışsal katılım, öğrencilerin derslere düzenli olarak devam etmesi, okul kurallarına uyması, verilen ödevleri yapması ve sınıf içi ya da sınıf dışı akademik etkinliklere aktif bir şekilde iştirak etmesi gibi doğrudan gözlemlenebilir eylemleri içerir (Çalışkan, 2023). Duygusal katılım öğrencinin okula, derslerine, öğretmenlerine ve akranlarına karşı hissettiği aidiyet duygusunu, öğrenmeye verdiği değeri ve eğitim sürecine yönelik taşıdığı pozitif hevesi ifade eder (Cutipa-Flores vd., 2025; Dadandı, 2022). Bilişsel katılım ise, yeni bilgileri kavramak, karmaşık fikirleri anlamlandırmak ve öğrenme hedeflerine ulaşmak için öğrencinin asgari gerekliliklerin ötesine geçerek gösterdiği zihinsel çaba, kullandığı stratejiler ve öğrenmeye karşı sahip olduğu derin motivasyon ile ilgilidir (Çalışkan, 2023).

Yüksek katılım düzeyine sahip öğrenciler, sınıf içi etkinliklerde daha istekli ve gayretli olmakta, konuları sadece yüksek not almak ya da zorunlulukları yerine getirmek için değil, gerçekten anlamak ve kendi hayatlarına entegre etmek için öğrenmeye çalışmaktadırlar (Dadandı, 2022). Araştırmalar, öğrenci katılımının uzun vadede kümülatif öğrenmenin, yüksek akademik başarının, kurum memnuniyetinin ve istendik olumlu eğitim çıktılarının doğrudan bir yordayıcısı olduğunu kanıtlamaktadır (Fatimah vd., 2024; Çalışkan, 2023). Buna karşın, katılımı düşük veya eğitimden kopuk olan öğrencilerde devamsızlık, sınıfın huzurunu bozucu davranışlar, görevleri geciktirme (akademik erteleme) ve nihayetinde okulu tamamen terk etme gibi pek çok olumsuz risk faktörü ortaya çıkmaktadır (Cutipa-Flores vd., 2025; Dadandı, 2022). Öğrenci katılımını tetikleyen, destekleyen ve öğrenme sürecini dinamik kılan bir diğer önemli değişken ise derse ilgi, literatürdeki daha geniş tanımıyla durumsal ilgidir (situational interest) (Sun & Rueda, 2012). Derse ilgi, çevresel uyarıcılar, dersin sunum şekli, öğretim elemanının kullandığı yenilikçi metotlar veya öğrenme ortamının interaktif yapısı tarafından harekete geçirilen anlık ve bağlama özgü bilişsel ve duygusal bir uyarılma halidir (Dadandı, 2022). Gerek uzaktan eğitim gerekse yüz yüze eğitim ortamlarında yapılan çalışmalar, derse ilginin öğrencinin davranışsal, duygusal ve bilişsel katılımı ile anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir (Sun & Rueda, 2012). Katılımcı öğretim yaklaşımını benimseyen, ders içeriğini günlük yaşamla anlamlı bir biçimde ilişkilendiren ve ilgi çekici materyallerle destekleyen öğrenme ortamları, öğrencilerin merak ve aidiyet duygularını besleyerek derse olan ilgilerini büyük ölçüde artırır (Dadandı, 2022). Derse yönelik ilgi arttıkça, öğrencinin konuyu derinlemesine anlama çabası (bilişsel katılımı) ve derse yönelik olumlu hisleri (duygusal katılımı) de aynı oranda yükselmekte, bu da daha kalıcı bir öğrenme sağlamaktadır (Sun & Rueda, 2012; Dadandı, 2022).

Öğrenci katılımı ve derse ilgi kavramlarının işleyişinin temelinde yatan ve bu süreçleri yönlendiren en kritik bireysel ve psikolojik faktörlerden biri de akademik özyeterliktir (Demirbilek & Han, 2022). Bandura'nın Sosyal Bilişsel Teorisi'ne dayanan özyeterlik, en genel anlamıyla bireyin belirli bir performansı gösterebilmek veya bir görevi başarıyla tamamlayabilmek için gerekli eylemleri organize etme ve yürütme konusundaki kendi kişisel kapasitesine duyduğu güçlü inançtır (Cutipa-Flores vd., 2025; Dadandı, 2022; Fatimah vd., 2024). Bu kavramın eğitime uyarlanmış spesifik hali olan akademik özyeterlik ise, öğrencinin akademik zorluklara rağmen belirlenen eğitim hedeflerine ulaşabileceğine ve zorlu akademik görevleri istenen düzeyde başarıyla yerine getirebileceğine olan güvenini yansıtır (Fatimah vd., 2024).

Sosyal Bilişsel Teori'ye göre, insan davranışları yalnızca sahip olunan nesnel yetenekler veya dışsal gerçeklikler tarafından değil, bireyin bu yeteneklerle neler yapabileceğine ilişkin inançları, yani özyeterlik inançları tarafından şekillendirilir (Dadandı, 2022). Akademik özyeterliği yüksek olan öğrenciler, karşılaştıkları akademik görevlerde hedeflerine ulaşmak için çok daha yüksek düzeyde içsel motivasyon, sebat ve çaba gösterirler (Demirbilek & Han, 2022). Bu öğrenciler, sadece kolayca başarabilecekleri görevleri değil, zorluk derecesi yüksek görevleri de seçmeye eğilimlidirler ve karşılaştıkları engeller, stres ya da başarısızlıklar karşısında kolayca pes etmezler (Fatimah vd., 2024). Aksine, düşük özyeterliğe sahip öğrenciler zorluklardan kaçınma eğilimindedir. Yeteneklerine dair sınırlı bir güvene sahiptirler ve en küçük bir başarısızlık deneyiminde dahi zihinsel olarak çabuk geri çekilebilirler (Fatimah vd., 2024; Dadandı, 2022). Akademik özyeterlik, bireyin doğrudan edindiği ustalık (başarı) deneyimlerinden, başkalarının başarılarını gözlemleme yoluyla elde ettiği dolaylı deneyimlerden, çevresinden aldığı sözel ikna veya teşviklerden ve o anki fizyolojik ve duygusal durumundan beslenerek gelişir (Fatimah vd., 2024; Dadandı, 2022).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik arasında güçlü, dinamik ve birbirini sürekli olarak besleyen bir ilişki döngüsü olduğu açıkça görülmektedir (Çalışkan, 2023; Fatimah vd., 2024). Akademik özyeterlik inancı güçlü olan öğrencilerin, derslere karşı daha proaktif bir tutum sergiledikleri, sorumluluklarını daha iyi yerine getirerek daha az akademik erteleme (procrastination) davranışı gösterdikleri ve öğrenci katılımı düzeylerinin bilişsel, duygusal ve davranışsal bağlamda anlamlı şekilde yüksek olduğu saptanmıştır (Cutipa-Flores vd., 2025; Demirbilek & Han, 2022). Öğrencilerin akademik hedeflerine ulaşabileceklerine dair içsel inançları, onları derslere daha fazla ilgi duymaya ve öğretim sürecinin aktif bir katılımcısı olmaya sevk etmektedir (Cutipa-Flores vd., 2025; Dadandı, 2022). Aynı şekilde, katılımcı öğretim ortamlarında derse olan ilginin teşvik edilmesi ve öğrencinin desteklendiğini hissetmesi, öğrencinin kendi potansiyelini fark etmesini sağlayarak özyeterlik inançlarını güçlendirir ve bu da doğrudan akademik katılıma, artan motivasyona ve dolayısıyla yüksek akademik performansa dönüşür (Dadandı, 2022; Doğan, 2015).

Tüm bu değişkenlerin (öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik) akademik başarı ve öğrenci memnuniyeti üzerindeki olumlu etkileri bilimsel çalışmalarla desteklenmiş olmasına rağmen, bu üç temel kavramın üniversite öğrencileri örnekleminde bir arada ve bütüncül bir model içinde incelendiği araştırmalar hâlen sınırlıdır (Çalışkan, 2023). Özellikle COVID-19 pandemisi sonrasında değişen küresel eğitim dinamikleri ile yaygınlaşan çevrimiçi ve hibrit öğrenme ortamları, öğrencilerin derslere yönelik ilgilerini, motivasyonlarını ve öğrenme sürecine katılım biçimlerini derinden etkilemiştir (Çalışkan, 2023; Cutipa-Flores vd., 2025). Türkiye'deki yükseköğretim sisteminde yaşanan niceliksel büyüme ve kalite güvencesi arayışları da göz önünde bulundurulduğunda, üniversite öğrencilerinin derse ilgi duyarak öğrenme sürecine aktif ve çok boyutlu biçimde katılımını sağlamak ve onların akademik yetkinliklerine ilişkin inançlarını güçlendirecek temel mekanizmaları ortaya koymak bir zorunluluk hâline gelmiştir (Çalışkan, 2023).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerini belirlemek, bu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek ve bu değişkenlerin birbirlerini yordama düzeylerini ortaya koymaktır. Bu kapsamda, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeyleri ne düzeydedir?
- Üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- Üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı ve derse ilgi düzeyleri, akademik özyeterlik düzeylerini anlamlı olarak yordamakta mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerini belirlemek; bu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek; öğrenci katılımı ile derse ilginin akademik özyeterliği yordama düzeyini ortaya koymak amacıyla nicel araştırma yaklaşımı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, nicel araştırma desenlerinden ilişkisel tarama modeli benimsenmiştir. İlişkisel tarama modeli, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin varlığını ve derecesini belirlemeyi amaçlayan bir araştırma modelidir (Karasar, 2016). Bu araştırmada da söz konusu model kapsamında öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik değişkenleri arasındaki ilişkiler mevcut durum çerçevesinde incelenmiştir.

Çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025–2026 öğretim yılında İç Anadolu Bölgesi'ndeki bir üniversitede öğrenim gören 254 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi; araştırmacının ulaşılabilir ve gönüllü katılımcılar üzerinden veri toplamasına imkân tanıması, zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlaması ve uygulama kolaylığı sunması nedeniyle sosyal bilimler araştırmalarında yaygın olarak tercih edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2019, s. 95). Bu araştırmada da veri toplama sürecinin daha ekonomik ve uygulanabilir biçimde yürütülebilmesi amacıyla çalışma grubu uygun örnekleme yöntemiyle oluşturulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler

Değişken	Grup	n	%
Cinsiyet	Kadın	191	75,2
	Erkek	63	24,8
	Toplam	254	100,0
Bölüm	Sınıf Öğretmenliği	92	36,2
	Türkçe Öğretmenliği	88	34,6
	Matematik Öğretmenliği	22	8,7
	Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	31	12,2
	Özel Eğitim Öğretmenliği	6	2,4
	Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık	7	2,8
	Okul Öncesi Öğretmenliği	8	3,1
	Toplam	254	100,0

Tablo 1 incelendiğinde, araştırmaya katılan 254 üniversite öğrencisinin %75,2'sinin kadın, %24,8'inin ise erkek olduğu görülmektedir. Bölüm değişkenine göre dağılım incelendiğinde, en yüksek katılımın %36,2 ile Sınıf Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerden oluştuğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %34,6 ile Türkçe Öğretmenliği, %12,2 ile Sosyal Bilgiler Öğretmenliği, %8,7 ile Matematik Öğretmenliği, %3,1 ile Okul Öncesi Öğretmenliği, %2,8 ile RPD ve %2,4 ile Özel Eğitim Öğretmenliği bölümü izlemektedir.

Veri Toplama Araçları

Çalışmanın verileri Öğrenci Katılım Ölçeği**,** Derse İlgi Ölçeği ve Akademik Özyeterlik Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir.

Öğrenci Katılım Ölçeği

Bu araştırmada, üniversite öğrencilerinin derslere katılım düzeylerini belirlemek amacıyla Mazer (2012) tarafından geliştirilen ve Yıldırım, Sökmen, Taş ve Dilekmen (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan "Öğrenci Katılım Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçe uyarlama çalışması toplam 171 öğretmen adayı üzerinde yürütülmüş; dil geçerliği için 25, yapı geçerliği ve güvenirlik analizleri için ise 146 kişilik iki ayrı örneklemden yararlanılmıştır. Ölçek, yedi seviyeli Likert tipi (1 = Hiçbir zaman, 7 = Her zaman) bir derecelendirme yapısına sahip olup toplam 13 maddeden oluşmaktadır. Ölçek, "Sınıf İçi Sessiz Davranışlar", "Sınıf İçi Sözlü Davranışlar", "Ders İçeriği Hakkında Düşünme" ve "Sınıf Dışı Davranışlar" olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Uyarlama sürecinde İngilizce ve Türkçe formlar arasındaki ilişki incelenmiş ve iki form arasında yüksek düzeyde, pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r = .80). Ölçeğin yapı geçerliğini test etmek amacıyla gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonucunda, kültürel bağlam dikkate alınarak "Derslere katılırım" maddesi "Sınıf İçi Sözlü Davranışlar" boyutuna alınmış ve dört faktörlü yapının veriyle iyi uyum sağladığı görülmüştür (χ^2/df = 1.70, RMSEA = .070, S-RMR = .068, NNFI = .947, CFI = .960). Ölçekte yer alan maddelerin faktör yüklerinin .60 ve üzerinde, madde-toplam korelasyonlarının ise .44 ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach Alfa güvenirlik katsayıları alt boyutlar için sırasıyla .81 (Sınıf İçi Sessiz Davranışlar), .91 (Sınıf İçi Sözlü Davranışlar), .70 (Ders İçeriği Hakkında Düşünme) ve .77 (Sınıf Dışı Davranışlar) olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, Öğrenci Katılım Ölçeği'nin öğretmen adaylarının derslere katılım düzeylerini belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Derse İlgi Ölçeği

Bu araştırmada, öğrencilerin derse yönelik ilgi düzeylerini belirlemek amacıyla Mazer (2013b) tarafından geliştirilen ve Akın, Uğur ve Akın (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan "Derse İlgi Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçe uyarlama çalışması 258 üniversite öğrencisi üzerinde yürütülmüştür. Ölçek, beşli Likert tipi (1 = Hiç katılmıyorum, 5 = Tamamen katılıyorum) bir derecelendirme yapısına sahip olup toplam 16 maddeden oluşmaktadır. Ölçek, "Duyuşsal İlgi" ve "Bilişsel İlgi" olmak üzere iki alt boyuttan oluşmaktadır. Uyarlama sürecinde gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi sonucunda, bütün maddelerin iki alt boyut altında toplandığı, iki faktörlü yapının toplam varyansın %59'unu açıkladığı ve madde faktör yüklerinin .53 ile .86 arasında değiştiği belirlenmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarına göre 16 maddeden ve iki alt boyuttan oluşan modelin uyum indeksleri χ^2 = 245.88, sd = 99, RMSEA = .076, NFI = .90, NNFI = .92, CFI = .94, IFI = .94 ve SRMR = .056 olarak bulunmuştur. Ölçeğin düzeltilmiş madde-toplam korelasyon katsayılarının .56 ile .78 arasında sıralandığı saptanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach Alfa güvenirlik katsayıları duyuşsal ilgi alt boyutu için .90, bilişsel ilgi alt boyutu için ise .89 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, Derse İlgi Ölçeği'nin üniversite öğrencilerinin derse yönelik ilgi düzeylerini belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Akademik Özyeterlik Ölçeği

Bu araştırmada, üniversite öğrencilerinin akademik özyeterlik düzeylerini belirlemek amacıyla Jerusalem ve Schwarzer (1981) tarafından geliştirilen ve Yılmaz, Gürçay ve Ekici (2007) tarafından Türkçeye uyarlanan "Akademik Özyeterlik Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek, 672 üniversite öğrencisinden oluşan bir örneklem grubuyla uyarlanmış olup, dörtlü Likert tipi bir derecelendirme yapısına sahiptir. Toplam 7 maddeden oluşan bu ölçek tek boyutlu bir yapı göstermektedir. Ölçeğin uyarlama sürecinde gerçekleştirilen faktör analizi sonucunda, Türkçe formun orijinal ölçekte olduğu gibi tek faktör altında toplandığı ve bu yapının toplam varyansın %45'ini açıkladığı belirlenmiştir. Ölçeğin faktör analizine uygunluğunu gösteren Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri .83, Bartlett testi sonucu ise χ^2 = 1230.09 ($p \leq .05$) olarak bulunmuştur. Maddelerin faktör yüklerinin .50 ile .829 arasında, madde-toplam korelasyonlarının ise .359 ile .711 arasında değiştiği saptanmıştır. Ölçeğin ölçüt bağıntılı geçerliği kapsamında Benlik Saygısı Ölçeği ile ilişkisi incelenmiş ve iki ölçek arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r = .435, $p < .01$). Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı .79 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, Akademik Özyeterlik Ölçeği'nin üniversite öğrencilerinin akademik özyeterlik düzeylerini belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler, istatistik paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz öncesinde veri seti, normallik varsayımı bakımından incelenmiş; değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, çarpıklık ve basıklık katsayıları esas alınarak değerlendirilmiştir. Öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik değişkenlerine ilişkin normallik bulguları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Çarpıklık ve Basıklık Analizi

Değişken	N	Ort.	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Akademik Özyeterlik	254	3,54	0,67	0,181	-0,513
Öğrenci Katılımı Ölçeği	254	4,58	0,86	0,166	-0,812
Alt boyut: Sınıf İçi Sessiz Davranışlar	254	2,79	0,49	-0,173	-0,226
Alt boyut: Sınıf İçi Sözlü Davranışlar	254	5,22	1,08	-0,147	-0,376
Alt boyut: Ders İçeriği Hakkında Düşünme	254	4,59	1,29	0,206	-0,554
Alt boyut: Sınıf Dışı Davranışlar	254	5,44	1,10	-0,298	-0,829
Derse İlgi Ölçeği	254	3,27	0,68	0,131	0,404
1. Alt boyut: Duyuşsal İlgi	254	2,96	0,73	0,214	0,419
2. Alt boyut: Bilişsel İlgi	254	3,68	0,74	-0,166	0,016

Araştırmada yer alan değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu çarpıklık ve basıklık katsayıları dikkate alınarak incelenmiştir. Tablo 2'de görüldüğü üzere akademik özyeterlik, öğrenci katılımı, derse ilgi ve bu ölçeklerin alt boyutlarına ilişkin çarpıklık değerleri -0,298 ile 0,214 arasında; basıklık değerleri ise -0,829 ile 0,419 arasında değişmektedir. Elde edilen bu değerlerin kabul edilebilir sınırlar içinde yer aldığı görülmektedir. Buna göre araştırmada incelenen değişkenlerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiş ve analizlerde parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerini belirlemek amacıyla betimsel istatistikler hesaplanmıştır. Bu kapsamda değişkenlere ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler incelenmiştir. Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson momentler çarpımı korelasyon analizi yapılmıştır. Araştırmanın üçüncü alt probleminde ise öğrenci katılımı ve derse ilgi değişkenlerinin akademik özyeterliği yordama düzeyini belirlemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Araştırmada gerçekleştirilen tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak esas alınmıştır.

Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeyleri incelenmiştir. Bu amaçla, katılımcıların söz konusu değişkenlerden aldıkları puanlara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3. Üniversite Öğrencilerinin Öğrenci Katılımı, Derse İlgi ve Akademik Özyeterlik Düzeylerine İlişkin Betimsel İstatistikler

Değişken	N	Min.	Max.	Ort.	Ss
Akademik Özyeterlik Genel	254	1,86	4,86	3,53	0,671
Öğrenci Katılımı Genel	254	3,00	6,23	4,58	0,861
Sınıf İçi Sessiz Davranışlar	254	1,33	3,67	2,79	0,494
Sınıf İçi Sözlü Davranışlar	254	2,00	7,00	5,22	1,079
Ders İçeriği Hakkında Düşünme	254	1,67	7,00	4,59	1,289
Sınıf Dışı Davranışlar	254	3,00	7,00	5,43	1,100
Derse İlgi Genel	254	1,13	4,88	3,27	0,681
Duyuşsal İlgi	254	1,00	4,78	2,96	0,728
Bilişsel İlgi	254	1,29	5,00	3,6783	0,74214

Araştırma bulguları, üniversite öğrencilerinin akademik özyeterlik, öğrenci katılımı ve derse ilgi düzeylerinin genel olarak orta ve orta üzeri düzeyde olduğunu göstermektedir. Akademik özyeterlik puan ortalaması $\bar{x}$ = 3,53 (ss = ,671) olarak bulunmuştur. Bu bulgu, öğrencilerin akademik görevleri yerine getirme konusunda kendilerine ilişkin yeterlik algılarının olumlu düzeyde olduğunu göstermektedir.

Öğrenci katılımı açısından genel puan ortalaması $\bar{x}$ = 4,58 (ss = 0,861) olarak hesaplanmıştır. Alt boyutlar incelendiğinde, en yüksek ortalamanın "Sınıf Dışı Davranışlar" boyutunda ($\bar{x}$ = 5,43) olduğu, bunu "Sınıf İçi Sözlü Davranışlar" ($\bar{x}$ = 5,22) ve "Ders İçeriği Hakkında Düşünme" ($\bar{x}$ = 4,59) boyutlarının izlediği görülmektedir. En düşük ortalama ise "Sınıf İçi Sessiz Davranışlar" boyutunda ($\bar{x}$ = 2,7927) elde edilmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin özellikle sınıf dışındaki öğrenme davranışları ve sınıf içi sözlü katılım bakımından daha yüksek düzeyde katılım gösterdiklerini, buna karşılık sınıf içi sessiz davranışlar boyutunda görece daha düşük puan aldıklarını ortaya koymaktadır.

Derse ilgi açısından genel puan ortalaması $\bar{x}$ = 3,27 (ss = ,681) olarak belirlenmiştir. Alt boyutlar incelendiğinde, "Bilişsel İlgi" boyutunun ($\bar{x}$ = 3,67) "Duyuşsal İlgi" boyutuna ($\bar{x}$ = 2,96) göre daha yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin derse yönelik zihinsel odaklanma, düşünsel katılım ve bilişsel yönelimlerinin, duyuşsal ilgilerine kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın ikinci araştırma sorusu, "Üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?" biçiminde ifade edilmiştir. Bu soruya ilişkin verilerin analizinde, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson momentler çarpımı korelasyon analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4. Üniversite Öğrencilerinin Öğrenci Katılımı, Derse İlgi ve Akademik Özyeterlik Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

Değişken	1	2	3
1. Akademik Özyeterlik	1	0,728**	0,749**
2. Öğrenci Katılımı	0,728**	1	0,730**
3. Derse İlgi	0,749**	0,730**	1

Not: $p < .01$

Araştırmanın ikinci araştırma sorusu doğrultusunda, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeyleri arasındaki ilişki Pearson momentler çarpımı korelasyon analizi ile incelenmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, akademik özyeterlik ile öğrenci katılımı arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir ($r = 0,728$; $p < .001$). Benzer biçimde, akademik özyeterlik ile derse ilgi arasında da pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r = 0,749$; $p < .001$). Ayrıca,

öğrenci katılımı ile derse ilgi arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = 0{,}730$; $p < .001$).

Bu bulgular, öğrencilerin derse yönelik katılımları ve derse ilgileri arttıkça akademik özyeterlik düzeylerinin de arttığını göstermektedir. Aynı zamanda, öğrenci katılımı ile derse ilgi değişkenlerinin birbiriyle de güçlü biçimde ilişkili olduğu söylenebilir.

Araştırmanın üçüncü araştırma sorusu, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı ve derse ilgi düzeylerinin akademik özyeterlik düzeylerini anlamlı biçimde yordayıp yordamadığını belirlemeye yöneliktir. Bu amaç doğrultusunda çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 5. Üniversite Öğrencilerinin Öğrenci Katılımı ve Derse İlgi Düzeylerinin Akademik Özyeterliği Yordamasına İlişkin Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

Değişken	**B**	**Std. Hata**	**Beta**	**t**	**p**
Sabit	0,648	0,143	—	4,516	0,000
Öğrenci Katılımı	0,303	0,044	0,389	6,932	0,000
Derse İlgi	0,458	0,055	0,465	8,287	0,000

Model istatistikleri: $R = ,795$; $R^2 = ,631$; Düzeltilmiş $R^2 = ,629$; $F(2, 251) = 215{,}069$; $p < ,001$

Tablo 5'te sunulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre, kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(2, 251) = 215{,}069$; $p < .001$). Modelin bağımlı değişken olan akademik özyeterliğe ilişkin açıkladığı toplam varyans oranı %63,1'dir ($R^2 = ,631$). Ayrıca modelin düzeltilmiş açıklayıcılık katsayısı ,629, çoklu korelasyon katsayısı ise ,795 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, öğrenci katılımı ve derse ilgi değişkenlerinin birlikte akademik özyeterliği yüksek düzeyde açıkladığını göstermektedir. Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları incelendiğinde, öğrenci katılımı değişkeninin akademik özyeterlik üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($\beta = ,389$; $t = 6{,}932$; $p < .001$). Bu sonuç, öğrencilerin katılım düzeyleri arttıkça akademik özyeterlik algılarının da arttığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, derse ilgi değişkeninin de akademik özyeterlik üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($\beta = ,465$; $t = 8{,}287$; $p < .001$). Bu bulgu, öğrencilerin derse yönelik ilgi düzeyleri yükseldikçe akademik özyeterlik düzeylerinin de arttığını göstermektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin öğrenci katılımı, derse ilgi ve akademik özyeterlik düzeylerini belirlemeyi; bu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemeyi; ayrıca öğrenci katılımı ile derse ilginin akademik özyeterliği yordama düzeyini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin öğrenme sürecine yalnızca pasif alıcılar olarak değil, bilişsel ve davranışsal olarak sürece dahil olan bireyler olarak katıldıkları; buna paralel biçimde akademik yeterlik algılarının da olumlu bir görünüm sergilediği anlaşılmaktadır. Bu genel çerçeve, öğrenci katılımının yükseköğretimde öğrenme kalitesi ve başarıyla yakından ilişkili olduğunu, akademik özyeterliğin ise bireyin çaba, ısrar ve performansını etkileyen temel bir inanç alanı olduğunu vurgulayan alanyazınla uyumludur (Bandura, 1993; Fredricks et al., 2004; Kahu, 2013).

Araştırmanın birinci alt amacı doğrultusunda elde edilen bulgular, üniversite öğrencilerinin akademik özyeterlik düzeylerinin olumlu ve ortalamanın üzerinde olduğunu göstermektedir. Akademik özyeterlik puan ortalamasının görece yüksek olması, öğrencilerin akademik görevleri yerine getirme, güçlüklerle baş etme ve akademik sorumluluklarını sürdürebilme konusunda kendilerine belirli bir güven duyduklarını düşündürmektedir. Bu bulgu, Demirbilek ve Han'ın (2022) üniversite öğrencilerinde akademik özyeterlik düzeyinin ortalamanın üzerinde bulunduğunu gösteren araştırmasıyla örtüşmektedir. Ayrıca Bandura'nın (1993) özyeterliğin bilişsel, motivasyonel ve davranışsal süreçleri etkileyen temel bir mekanizma olduğuna ilişkin yaklaşımı da bu bulguyu kuramsal olarak desteklemektedir.

Araştırmada öğrenci katılımı genel puan ortalamasının da orta üzeri düzeyde olduğu belirlenmiştir. Alt boyutlar incelendiğinde öğrencilerin en yüksek puanları sınıf dışı davranışlar ile sınıf içi sözlü davranışlarda, en düşük puanı ise sınıf içi sessiz davranışlarda aldıkları görülmektedir. Bu sonuç, katılımcıların öğrenme sürecine özellikle etkileşim, ifade etme ve ders dışı akademik sorumluluklar üzerinden dahil olduklarını göstermektedir. Öğrenci katılımının davranışsal, duyuşsal ve bilişsel boyutları olan çok boyutlu bir yapı olduğu ve öğrencinin nasıl davrandığı, ne hissettiği ve nasıl düşündüğü üzerinden değerlendirilmesi gerektiği literatürde açık biçimde vurgulanmaktadır (Fredricks et al., 2004). Kahu (2013) da yükseköğretimde öğrenci katılımını, öğrencinin öğrenme sürecine yaptığı zaman, çaba ve psikolojik yatırım üzerinden açıklamaktadır. Bu çerçevede, sınıf dışı davranışların ve sözlü katılımın yüksek olması, öğrencilerin öğrenme sürecinde görece aktif bir konumda olduklarını göstermektedir.

Derse ilgi açısından elde edilen bulgular ise öğrencilerin genel ilgi düzeylerinin orta ve orta üzeri düzey arasında konumlandığını, bilişsel ilgi puanlarının duyuşsal ilgi puanlarından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin derslere yönelik zihinsel odaklanma, anlama ve anlamlandırma çabalarının, derse karşı duydukları anlık keyif ya da duygusal yakınlıktan daha baskın olduğunu düşündürmektedir. Hidi ve Renninger'in (2006) geliştirdiği dört aşamalı ilgi gelişimi modeli, ilginin anlık durumsal ilgiden daha kalıcı bireysel ilgiye doğru gelişen bir yapı olduğunu, bu süreçte bilişsel ve duyuşsal bileşenlerin birlikte işlediğini ortaya koymaktadır. Sun ve Rueda'nın (2012) çalışması da durumsal ilginin davranışsal, duygusal ve bilişsel katılımla anlamlı biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle araştırmada bilişsel ilginin daha yüksek bulunması, öğrencilerin ders içeriğini zihinsel olarak işlemeye ve anlamlandırmaya daha yatkın oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Araştırmanın ikinci alt amacı doğrultusunda yapılan korelasyon analizi, akademik özyeterlik ile öğrenci katılımı arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunduğunu göstermiştir. Bu bulgu, öğrencilerin akademik görevleri başarabileceklerine yönelik inançları arttıkça öğrenme sürecine daha fazla zaman, çaba ve dikkat ayırdıklarını göstermektedir. Bandura'nın (1993) kuramına göre özyeterlik inancı, bireyin görev seçimlerini, çabasını ve güçlükler karşısındaki sebatını doğrudan etkilemektedir. Benzer biçimde, Wang ve Zhang'ın (2024) üniversite öğrencileriyle yürüttüğü araştırmada akademik özyeterlik ile öğrenme katılımı arasında pozitif ilişki saptanmış; Fatimah ve arkadaşlarının (2024) meta-analizinde de öz-yeterliğin akademik katılımla olumlu biçimde ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu bağlamda mevcut araştırmanın bulgusu, hem kuramsal hem de ampirik alanyazınla tutarlıdır.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, akademik özyeterlik ile derse ilgi arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmasıdır. Bu sonuç, kendisini akademik olarak yeterli hisseden öğrencilerin derse yönelik daha fazla merak, dikkat ve bilişsel yakınlık geliştirdiklerini düşündürmektedir. Bandura ve Schunk'un (1981) çalışması, yeterlik algısı ile içsel ilginin birbirini besleyen yapılar olduğunu göstermektedir. Hidi ve Renninger'in (2006) ilgi gelişimi modeli de öğrencinin bir içeriğe yönelmesinde bilişsel-davranışsal destekleyicilerin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla akademik özyeterliği yüksek öğrencilerin ders içeriğini daha ulaşılabilir görmeleri ve bu nedenle derse karşı daha fazla ilgi geliştirmeleri beklenen bir durumdur.

Öğrenci katılımı ile derse ilgi arasında bulunan pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı ilişki de dikkat çekicidir. Bu bulgu, öğrencinin derse ilgi duymasının onu davranışsal ve bilişsel olarak daha fazla katılıma yönelttiğini; benzer biçimde sürece aktif katılımın da derse yönelik ilgiyi canlı tuttuğunu göstermektedir. Fredricks ve arkadaşları (2004), katılımın duygusal ve bilişsel boyutlarının birbirinden bağımsız değil, iç içe geçmiş yapılar olduğunu belirtmektedir. Sun ve Rueda'nın (2012) sonuçları da durumsal ilginin öğrenci katılımının davranışsal, duygusal ve bilişsel boyutlarıyla anlamlı ilişkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bu araştırmada bulunan güçlü ilişki, ilgi ile katılımın karşılıklı olarak birbirini besleyen yapılar olduğu biçiminde yorumlanabilir.

Araştırmanın üçüncü alt amacı doğrultusunda gerçekleştirilen çoklu doğrusal regresyon analizi, öğrenci katılımı ile derse ilginin akademik özyeterliği anlamlı düzeyde yordadığını göstermiştir. Modelin akademik özyeterlikteki varyansın %63,1'ini açıklaması, bu iki değişkenin öğrencilerin akademik yeterlik algısı üzerinde oldukça güçlü bir açıklayıcılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Üstelik standardize edilmiş katsayılar incelendiğinde, derse ilginin akademik özyeterliğin daha güçlü bir yordayıcısı olduğu görülmektedir. Bu sonuç, öğrencinin derse yönelik bilişsel ve duyuşsal yakınlığının, akademik görevleri başarabileceğine dair inancını biçimlendirmede özellikle belirleyici olabileceğini düşündürmektedir. Bandura'nın (1993) özyeterlik yaklaşımı ve Hidi ile Renninger'in (2006) ilgi gelişimi modeli birlikte değerlendirildiğinde, öğrencinin derse

yönelmesi, içerikle bağ kurması ve öğrenme sürecini anlamlı bulmasının yeterlik algısını güçlendirebileceği söylenebilir. Bu bulgu aynı zamanda yükseköğretimde öğretim süreçlerinin yalnızca içerik aktarımı üzerinden değil, öğrencinin derse ilgi duymasını ve aktif katılım göstermesini sağlayacak biçimde düzenlenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Wang ve Zhang'ın (2024) çalışmasında da akademik özyeterliğin öğrenme katılımıyla yakın ilişkili olduğu ve öğrenme sürecini destekleyen psikolojik değişkenlerle birlikte çalıştığı gösterilmiştir. Bu araştırmada ise yön farklı ele alınmış olmakla birlikte, derse ilgi ve öğrenci katılımının akademik özyeterlik üzerindeki yüksek açıklayıcılığı, bu üç yapının birbirinden bağımsız değil, karşılıklı etkileşim içinde işleyen bir öğrenme sistemi oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, araştırmanın ilişkisel desende yürütülmüş olması nedeniyle söz konusu bulguların nedensellik değil, istatistiksel yordama çerçevesinde değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

Sonuç olarak bu araştırma, üniversite öğrencilerinin akademik özyeterlik, öğrenci katılımı ve derse ilgi düzeylerinin genel olarak olumlu olduğunu; bu değişkenler arasında güçlü ve pozitif ilişkiler bulunduğunu; ayrıca öğrenci katılımı ile derse ilginin akademik özyeterliği anlamlı biçimde yordadığını ortaya koymuştur. Özellikle derse ilginin daha güçlü bir yordayıcı olarak öne çıkması, üniversite derslerinde öğrencilerin merakını, dikkatini ve bilişsel yönelimini canlı tutan öğretim uygulamalarının önemini göstermektedir. Bu doğrultuda derslerde gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş içeriklere, etkileşimli etkinliklere, tartışma ve sunum temelli çalışmalara, yapılandırılmış geri bildirim süreçlerine ve öğrencinin başarı deneyimi yaşamasını sağlayacak öğrenme düzenlemelerine daha fazla yer verilmesi yararlı olabilir. Gelecek araştırmalarda farklı üniversite ve bölümlerde karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak bulguların genellenebilirliği sınanabilir; ayrıca motivasyon, öz düzenleme, akademik başarı ve öğrenme ortamı gibi değişkenlerin bu ilişkilerdeki aracı ya da düzenleyici rolleri incelenebilir

Teşekkür ve Açıklamalar

Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden maddi destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Araştırmacının araştırma ile ilgili herhangi bir kişisel ya da finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkısı

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi, analiz edilmesi ve yazılı hâle getirilmesi süreci yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

Akın, A., Uğur, E., & Akın, Ü. (2015). Derse İlgi Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Kastamonu Eğitim Dergisi, 23(4), 1471-1480.

Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. Educational Psychologist, 28(2), 117-148.

Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. Journal of Personality and Social Psychology, 41(3), 586-598.

Cutipa-Flores, T., Fabian-Osorio, L., Navarro-Cárdenas, M. A., & Abanto-Ramírez, C. D. (2025). Academic engagement and academic self-efficacy as predictors of academic procrastination in Peruvian adolescents. *Frontiers in Education*, *10*, 1533810. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1533810

Çalışkan, Z. (2023). *The relationship between student engagement and satisfaction in higher education* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Dadandı, İ. (2022). Katılımcı öğretim, öz-yeterlik ve matematik başarısı arasındaki ilişkiler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (62), 67-85. https://doi.org/10.21764/maeuefd.794626

Demirbilek, N. ve Han, F. (2022). Üniversite öğrencilerinde akademik özyeterliğin yordayıcıları olarak akademik motivasyon, sosyal bağlılık ve erteleme eğilimi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *24*, 311-324. https://doi.org/10.29029/busbed.1165591

Dogan, U. (2015). Student engagement, academic self-efficacy, and academic motivation as predictors of academic performance. *Anthropologist*, *20*(3).

Fatimah, S., Murwani, F. D., Farida, I. A., & Hitipeuw, I. (2024). Academic self-efficacy and its effect on academic engagement: Meta-analysis. *International Journal of Instruction*, *17*(1), 271-294. https://doi.org/10.29333/iji.2024.17115a

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. Review of Educational Research, 74(1), 59–109.

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. Educational Psychologist, 41(2), 111–127.

Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. Studies in Higher Education, 38(5), 758–773.

Karaçam, Z. (2015). Bilimsel araştırma makalesinde tartışma bölümü ve sınırlılıkların yazımı. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, *31*(2), 86-97.

Ökdem, M. (2020). Üniversite öğrencilerinin yaşam becerileri, derse katılımı ve motivasyon düzeyi arasındaki ilişki. *Social Sciences Studies Journal*, 6(56), 602-615.

Pang, H.-P., & Veloo, A. (2024). The relation between learning engagement and academic self-efficacy toward academic achievement among university students. Qubahan Academic Journal, 4(2), 170–183.

Sun, J. C.-Y., & Rueda, R. (2012). Situational interest, computer self-efficacy and self-regulation: Their impact on student engagement in distance education. *British Journal of Educational Technology*, *43*(2), 191-204.

Wang, Y., & Zhang, W. (2024). The relationship between college students' learning engagement and academic self-efficacy: A moderated mediation model. Frontiers in Psychology, 15, 142517

Yıldırım, G., Sökmen, Y., Taş, Y., & Dilekmen, M. (2017). Öğrenci Katılım Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(1), 68-79. https://doi.org/10.24315/trkefd.364039

Yılmaz, M., Gürçay, D., & Ekici, G. (2007). Akademik özyeterlik ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33, 253-259.

KESİRLER KONUSUNU MÜZİK İLE İLİŞKİLENDİREREK TASARLANAN DERS SENARYOLARININ İNCELENMESİ

Zeynep ATAM

Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Ensititüsü, Matematik Eğitimi, Bursa-Türkiye, (Responsible Author)
ORCID: 0009-0000-1059-8091

Menekşe Seden TAPAN BROUTİN

Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Bursa-Türkiye, ORCID: 0000-0002-1860-852X

Tuğçe KOZAKLI ÜLGER

Doç. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Bursa-Türkiye, ORCID: 0000-0001-8413-8290

ÖZET

Bu araştırma, disiplinlerarası matematik öğretimi bağlamında matematik öğretmen adaylarının müzik ve kesirler konusunu ilişkilendirerek tasarladıkları ders senaryolarının incelenmesini amaçlamaktadır. Bu doğrultuda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geliştirdikleri öğrenme ders senaryolarının Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde yer alan kesirler konusunu müzikle ilişkilendirerek öğrenme çıktılarıyla ne ölçüde örtüştüğü araştırılmıştır. Çalışma, nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması deseniyle yürütülmüştür. Çalışma grubunu, Marmara Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinin 2. ve 3.sınıf düzeyinde öğrenim gören 11 ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmakta olup katılımcılar kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırmanın veri kaynağını öğretmen adaylarının hazırladığı ders senaryoları oluşturmaktadır. Veriler doküman incelemesi yoluyla toplanmış ve içerik analizi yaklaşımıyla çözümlenmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarından, 5. sınıf düzeyi için tanımlanan "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" ve "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme" öğrenme çıktıları doğrultusunda müzik bağlamıyla ilişkilendirilmiş ders senaryoları geliştirmeleri istenmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kesirlerin farklı gösterimlerini gerçek yaşam bağlamında ele alabildiğini, ancak ilgili öğrenme çıktısının içerdiği süreç bileşenlerini ders senaryolarına bütüncül biçimde yansıtmakta sınırlılıklar yaşadıklarını göstermektedir. Bununla birlikte, kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapma öğrenme çıktısının yalnızca sınırlı sayıda senaryoda yer aldığı ve bu kullanımın öğrenme çıktısında çoğunlukla yüzeysel düzeyde ele alındığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı öğretmen adaylarının ders senaryolarını parçalı bir yapıda kurguladıkları ve öğrenme çıktıları ile öğretim süreçleri arasında bütüncül bir ilişki kuramadıkları görülmüştür. Genel olarak bulgular, öğretmen adaylarının Maarif Modeli öğrenme çıktılarının yapısını ve bu çıktıları öğretim süreçlerine entegre etme konusunda yeterli düzeyde derinlemesine anlayış geliştiremediklerine işaret etmektedir. Bu durum, öğretmen eğitiminde öğrenme çıktılarının uygulamaya dönük olarak ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Disiplinler arası Matematik Öğretimi, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

GİRİŞ

Disiplinlerarası öğretim, farklı bilgi alanları arasında kurduğu köprüler sayesinde öğrencilerin bütüncül düşünme kapasitelerini geliştirmekte (Hargreaves, Earl, Moore, & Manning, 2002) ve sosyal-kültürel bağlamda şekillenen yaşantılar aracılığıyla yaratıcılık süreçlerini desteklemektedir (Marshall, 2005). Little (2019), disiplinlerarası bağlar kurmanın matematik öğrenimini daha anlamlı kıldığını ve motivasyonu artırdığını savunmaktadır. Aynı şekilde Boaler (1993), matematiğin gerçek hayat ve farklı disiplinlerle sentezlenerek öğretilmesinin, öğrencilerin bu derse yönelik ilgisini artırdığını ve pozitif tutum geliştirmelerini desteklediğini belirtmiştir. Bu yaklaşım, matematiğin soyut ve izole bir alan olmaktan çıkarılıp, hayatın içinden somut bir gerçeklik olarak algılanması noktasında kritik bir öneme sahiptir.

Matematik ve müzik birbirinden ayrı iki disiplin olarak düşünülmektedir (Işıtan & Doğan, 2020). Matematiğin sistematik, nicel ve hesaplanabilir doğasına karşılık; müzik, estetik ve duygusal bağlamda ön plana çıkan bir sanat dalıdır. Bununla birlikte, her iki disiplinin de temelinde kural ve estetik unsurlarının iç içe geçtiği görülmektedir (Yener ve Çiçek, 2016). Bu bağlamda matematik ve müzik, müziğin birlikte ele alınabilecek pek çok ortak yönü de bulunabilmektedir. Bu ortak yönler dikkate alındığında müziğin entegrasyonu disiplinler arası bir yaklaşım için önemli görülmektedir. Müzik ve matematik arasındaki bağlantılar; melodi, ritim, aralıklar, diziler, armoni, akort ve mizaçları içeren oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Bu müzikal kavramlar; oranlar ve sayısal ilişkiler, tam sayılar, logaritma ve aritmetik işlemler gibi matematiksel kavramlarla ve cebir, olasılık, trigonometri ve geometri gibi içerik alanlarıyla ilişkilidir (Beer, 1998; Harkleroad, 2006).

Matematiksel ilişkilendirme yetkinliği; öğrencilerin kavramsal anlamlandırma süreçlerini ve bilişsel gelişimlerini destekleyen önemli bir unsur olarak kabul edilmektedir. Matematiksel bilginin statik ve soyut bir yapıdan ziyade, gerçek yaşamla temas eden dinamik bir sistem şeklinde kavranması, öğrenilenlerin kalıcılığını ve işlevselliğini artırmaktadır. Dolayısıyla, kavramlar arası kurulan bağlar, bilginin anlamlı bir biçimde inşa edilmesinde temel bir işlev görmektedir (Kuzu, Biber & Uzun, 2025). Bu çalışmalara ek olarak da 2024 yılında Türkiye'de uygulanmaya başlanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde (TYMM) de disiplinler arası öğretimin öneminden bahsedilmektedir. TYMM'de yer alan temalar başta fen bilimleri olmak üzere farklı disiplin ve uygulama alanlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu disiplinler arası yaklaşım, matematiği soyut bir yapıdan çıkararak somut problem durumlarına ve uygulama bağlamlarına taşımayı; böylece öğrenme sürecini daha işlevsel, nitelikli ve öğrenci açısından ilgi uyandırıcı bir etkileşim zeminine oturtmayı amaçlamaktadır (MEB, 2024). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının disiplinler arası ilişkileri öğretim süreçlerinde kullanmaları beklenmektedir.

Öğrenciler tarafından kavramsallaştırılması en zor olarak nitelendirilen kavramlardan biri kesir kavramıdır. (Behr, Wachsmuth, Post & Lesh, 1984; Cramer, Post & delMas, 2002; Moss & Case, 1999). Diğer yandan kesir kavramı disiplinler arası bir bakış açısı kavram olarak hayatımızın pek çok alanında ve disiplininde yer almaktadır (Işıtan & Doğan, 2020) Pek çok öğrenci için kesirleri anlama mücadelesi ortaokul ve lise boyunca devam etmektedir (Brigham, Wilson, Jones & Moisio, 1996; Mazzocco & Devlin, 2008; National Research Council, 2001). Gençel Ataman'a (2014) göre, mevcut öğretim yöntemlerinin birçoğu, matematiği gerçek yaşamdan kopuk, soyut ve zorlayıcı bir uğraş olarak sunan etkinliklerle doludur. Bu durum, öğrencilerin matematiksel kavramları içselleştirmesini zorlaştırmakta ve konuyu anlamlandırmalarının önünde çeşitli güçlükler çıkarmaktadır. Bu bağlamda; matematik öğrenimini etkili ve verimli bir biçimde öğreten, öğrenme sürecini keyifli hale getirerek öğrencilerin kaygılarını minimize eden ve derse karşı olumlu bir tutum geliştirmelerini sağlayan bir eğitim anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yaklaşım; öğrenciye akıl yürütme, eleştirel ve yaratıcı düşünme ile problem çözme gibi temel becerileri kazandırmalı; aynı zamanda matematiği günlük yaşamla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirebilmelidir (Kocabaş, 2008). Bu çalışmanın amacı da; ilköğretim matematik öğretmen adaylarının müzik ile kesirler konusunu ilişkilendirerek tasarladıkları öğrenme süreçlerinin öğrenme çıktılarına uygunluğunu incelenmektir. Amaç doğrultusunda çalışmanın alt problemleri şu şekildedir:

- Öğretmen adaylarının müzik ile kesirler konusunu ilişkilendirerek tasarladıkları ders senaryolarının hangi öğrenme çıktıları hedeflenmiştir?
- Tasarlanan ders senaryolarının Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında belirlenen kesirler öğrenme çıktıları ile müzikle ilişkilendirilmesi nasıldır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının müzik ile kesirler arasındaki ilişkiyi derse yansıtma süreçlerini detaylı bir şekilde incelemek amacıyla, nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması deseni kullanılmıştır. Nitekim durum çalışmaları sınırlandırılmış bir sistemin derinlemesine incelenmesi ve bu süreçten çıkarımlar yapılabilmesini amaçlar (Creswell, 2013).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, Marmara Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinin 2. ve 3. sınıflarında öğrenim gören 11 ilköğretim matematik öğretmen adayıdır. Katılımcılar kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Katılımcıların isimleri yazılmamış, bunun yerine kodlar verilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmanın veri toplama kaynağı öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu ders senaryolarıdır. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarından, 5. Sınıf düzeyine ait "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" ve "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme" öğrenme çıktıları doğrultusunda ders senaryoları geliştirmeleri istenmiştir.

Veri toplama aşamasına başlamadan önce müzik ve matematik entegrasyonuna yönelik öğretmen adaylarına formasyon verilmiştir. Daha sonrasında öğretmen adaylarından müzik ve matematik entegrasyonuna yönelik ders senaryosu istenmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler doküman inceleme yoluyla analiz edilmiş ve içerik analizi yaklaşımı kullanılmıştır. İçerik analiz tekniği; çoğunlukla doküman temelli veri toplama ve analizine dayanan nitel çözümlemelerde, verilerin özgün yapısına bağlı kalınarak genel eğilimlerin ya da sonuçların sistematik biçimde ortaya konmasını sağlayan nitel araştırma desenlerinden biridir (Karadağ, 2010; Çalık ve Sözbilir, 2014).

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu çalışmada geçerlik ve güvenirlik için öğretmen adaylarına hazırlanmış müzik ve matematik entegrasyon formasyonu uzman bir akademisyen tarafından incelenmiştir. Öğretmen adaylarından alınan ders senaryoları yine uzman bir akademisyen ile incelenmiş olup yapılan incelemeler tarafsız bir şekilde değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarına çalışma hakkında bilgi verilmiş olup isimlerinin gizli kalacağı söylenmiştir. Aynı zamanda not kaygısı olmadan gönüllük esasına uygun olarak hazırlamaları istenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde 11 öğretmen adayından alınan ders senaryolarını 5. Sınıf düzeyine ait "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" ve "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme" öğrenme çıktılarına uyumluluk ve ilişkilendirmeye uyumluluk açısından iki temada kodlanmıştır. Ve Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: *Öğretmen Adaylarının Öğrenme Çıktılarını Kullanma Sayıları*

Öğrenme Çıktıları	Kullanan Öğretmen Adayları
Gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme	K1, K2, K3, K6, K7, K8, K9, K10, K11
Farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme	K1, K2, K3, K6, K8, K9, K11

Öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu ders senaryolarında K4 ve K5 ile isimlendirilen öğretmen adayları öğrenme çıktılarından herhangi birini kullanmamış olup hazırlamış oldukları ders senaryoları daha çok kesirler konusuna giriş yapmaya uygun ders senaryosu hazırlamışlardır. Bazı öğretmen adayları da her iki öğrenme çıktısını ders senaryolarında kullanmış olup bu durum öğrenme çıktılarının sürece yansıtma da yetersiz kalmasına sebep olmuştur.

Öğrenme Çıktılarına Uygunluk

Tablo 2: *Öğretmen Adaylarının Hazırladığı Ders Senaryolarının Öğrenme Çıktılarına Uygunluğunun İncelenmesi*

ÖĞR. KOD	ÖĞRENME ÇIKTILARINA UYGUNLUK
K1	Öğretmen adayının hazırlamış olduğu senaryo incelendiği zaman, ilişkilendirme olarak başarılı bir süreç olmasının yanında öğrenme çıktılarına uygunlukta yetersiz kalmıştır. Öğrenme çıktılarını kullanmaya çalışmış, ama tam olarak öğrenme çıktılarında yansıtmada başarısız olmuştur. Öğrenme çıktılarının uygulama ve genelleme kısımlarını hiç kullanmamıştır.
K2	Hazırlamış olduğu ders senaryosu incelendiği zaman, istenilen öğrenme çıktılarından her ikisini de kullanmaya çalışmıştır. Bundan kaynaklı olarak da öğrenme çıktıları yüzeysel bir şekilde yer almıştır. Öğrenme çıktılarında yer alan genelleme ve diğer süreç bileşenleri kullanılmamıştır.
K3	Senaryo incelendiği zaman istenilen öğrenme çıktılarıyla uyumlu bir öğrenme süreci yapılmaya çalışılmıştır. Öğrenme çıktıları kullanılmış olup, öğrenme çıktıları biraz yüzeysel şekilde kullanılmıştır. Yani, öğrenme çıktılarında öğrencilerin genelleme yapmaları, nedenleriyle açıklamaları beklenirken, öğrenme sürecinde bu kısımlara girilmemiştir. Öğrenme çıktılarını yansıtmadan ziyade, daha çok kesirler konusuna giriş – tanıtım dersleri için daha uygundur.
K4	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayının öğrenme çıktılarını neredeyse hiç kullanmadığı dersin sadece bazı kısımlarında yer verdiği genel olarak öğrenme çıktılarıyla uyumsuz bir öğrenme süreci olmuştur. İnceleme yapıldığında öğrenme çıktılarının öğretmen adayı tarafından anlaşılmadığı görülmektedir.
K5	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayının öğrenme çıktılarını neredeyse hiç kullanmamıştır. Aynı zamanda öğretmen adayının öğrenme sürecini planlamada da eksiklikleri olduğu görülmüştür.
K6	Ders senaryosu genel olarak incelendiği zaman, öğretmen adayının öğrenme çıktılarını uygulamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Öğrenme çıktıları yüzeysel olarak işlenmiş. Genelleme ve ileri düzeyde olan beceriler kullanılmamıştır. Aynı zamanda öğretmen adayının ders sürecini planlamada da problemli kısımları olmuştur.
K7	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğrenme çıktılarını yansıtmada yetersiz kalmıştır; aynı zamanda öğrenme çıktıları yüzeysel bir şekilde kullanılmıştır.
K8	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğrenme çıktılarını yansıtmada daha başarılı olduğu görülmüştür. "Gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" ve "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme" öğrenme çıktılarını süreçte iyi kullanmış ve bunları senaryosunda yansıtmıştır. Eksik olan kısımlar ise varsayımda bulunma ve genelleme aşamalarını yansıtmada yetersiz olmuştur. Bu kısımlar ile ilgili düzenlemeler yapıldığı zaman daha başarılı bir öğrenme süreci olur.
K9	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğrenme çıktıları öğrenme sürecinde yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Hem "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" hem de "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik çıkarım yapabilme" öğrenme çıktılarını kullanmış ve öğrencilere uygulama yapmalarına imkân vermiştir. Öğrenme çıktılarını kullanan en başarılı öğrenmen adayı diyebiliriz.
K10	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğrenme çıktılarından "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" öğrenme çıktısına daha uygun olan bir öğrenme süreci planlanmıştır. Bu öğrenme çıktısının alt maddelerini de doğru bir şekilde uygulamıştır. Sadece ileri düzeyde olan alt maddelerin uygulaması yer almamaktadır. Bunun dışında başarılı bir öğrenme süreci olmuştur.
K11	Ders senaryosu incelendiğinde, öğrenme çıktılarını kullanmada yetersiz kalmıştır. Öğrenme çıktıları öğrenme sürecinde yüzeysel olarak kullanılmış ve detaylandırılmamıştır. Bu da öğrenme sürecinin zayıf ve yetersiz olmasına sebep olmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde, öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu ders senaryoları incelendiği zaman, genel olarak öğretmen adaylarının öğrenme çıktılarını anlamlandırmada ve ders sürecine entegre etmede sıkıntılar yaşadığı görülmüştür. Öğrenme çıktıları ders senaryolarında yüzeysel olarak kullanılmış olup, öğrenme çıktılarının süreç bileşenleri bazı öğretmen adayları dışında kullanılmamıştır. Kullanan öğretmen adayları da süreç bileşenlerini ders içerisinde istenildiği yönde kullanmamıştır. Bu durumda elde edilen ders senaryolarının öğrenme çıktılarına uygunluğu düşmektedir.

İlişkilendirmeye Uygunluk

Tablo 3: *Öğretmen Adaylarının Hazırladığı Ders Senaryolarının İlişkilendirmeye Uygunluğunun İncelenmesi*

ÖGR. KOD	İLİŞKİLENDİRMEYE UYGUNLUK
K1	Öğretmen adayının hazırlamış olduğu ders senaryosu incelendiği zaman, müzik-kesir ilişkisini yansıtmada başarılı olduğu görülmüştür. Müzik ve kesir ilişkilendirmelerini ders içerisinde aktif bir şekilde kullanmıştır. Ve iki dersin ilişkilendirmesini doğru bir şekilde yapmış ve ders içerisinde de doğru bir şekilde yerleştirmiştir.
K2	Öğretmen adayının hazırlamış olduğu senaryo incelendiği zaman, istenilen kesir-müzik ilişkilendirmesi yapılmış olup süreç içerisinde gerçek hayat durumları ile de ilişkilendirme yapılmış. Aynı zamanda teknolojik uygulamalardan (AIMUSUCGEN.AI) da yararlanmıştır. İlişkilendirme olarak zengin bir çalışma olmuştur.
K3	Hazırlanan senaryo incelendiği zaman, müzik-matematik ilişkisini açıklama başarılı olduğu söylenebilir. İlişkilendirmenin örnekleri güzel bir şekilde açıklanmış ve verilen örnekler konuyu açıklamada yeterli olmuştur. Aynı zamanda öğrencilerin ilgisini çekebilecek düzeydedir.
K4	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayının matematik-müzik ilişkilendirmesini açıklamada yetersiz olduğu görülmüştür. İlişkilendirme yapmak yerine kesir konusunu normal bir şekilde öğretimini planlamıştır.
K5	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayının istenilen müzik-kesir ilişkilendirmesini ders sürecinde aktif bir şekilde dersin akışına uygun olarak kullanmamıştır. İlişkilendirme olarak da yetersiz bir öğrenme süreci olmuştur.
K6	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayının müzik-kesir ilişkisini ders içerisindeki ilişkilendirmesi de yetersiz olmuştur.
K7	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayı matematik-müzik ilişkisini ders içerisinde kullanmış, ama bu kullanım yeterli kalmıştır. Ders içerisinde aynı zamanda spor ile ilgili de ilişkilendirme yapmış olup ders içerisinde birden fazla disiplin kullanmıştır.
K8	Ders senaryosu incelendiği zaman, öğretmen adayı dersin giriş aşamasından itibaren ilişkilendirmeleri doğru bir şekilde öğrencilere uygulamıştır. Verdiği örnekler ile birlikte ilişkilendirme sürecini iyi bir şekilde kurgulamıştır. Hem öğrencilerin ilgisini çekecek düzeydedir hem de konuyla ilgili olarak kurgulanmıştır. Başarılı bir ilişkilendirme süreci olmuştur.
K9	Ders senaryosu incelendiği zaman, ilişkilendirmeyi süreçte çok iyi kullanmıştır. Gerek matematik tarihinden Pisagor'dan bahsetmiş gerekse de kesir çubuklarını ve nota bilgilerini konuyla güzel bir şekilde bağlayarak ders içerisinde kullanmıştır. İlişkilendirme sürecini en zengin şekilde kullanan öğretmen adayı diyebiliriz.
K10	Ders senaryosu incelendiği zaman, ilişkilendirme ders içerisinde sınırlı bir kısımda uygulanmıştır. Daha çok gitar ile bir şarkı çalmıştır ve bu şarkıyı da dersin giriş aşamasında kullanmıştır. Dersin ilerleyen kısımlarında ilişkilendirme yetersiz kalmıştır. Biraz daha yoğun ilişkilendirme yapılabilirdi. İlişkilendirme süreci yetersiz olmuştur.
K11	Ders senaryosu incelendiği zaman, ilişkilendirmeyle ilgili yeterince uyumlu bir kurgu hazırlayamamıştır. Öğrenme sürecinde sadece nota kavramından bahsedilerek ilişkilendirme yapılmaya çalışılmıştır. Bu da süreci yetersiz yapmıştır.

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının hazırlamış olduğu ders senaryoları incelendiği zaman, öğretmen adaylarının matematik ve müzik arasındaki ilişkilendirmeyi doğru bir şekilde yaptıkları görülür. İki disiplini öğrencilerin ilgisini derse çekecek şekilde birleştirmişlerdir. İlişkilendirmeler matematiksel açıdan ve müzikle anlamlı bir şekilde ilişkilendirilmiş olup öğretmenlere daha önceden anlatılan formasyon dersinin başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Öğrenciler bu ders içerisinde anlatılan ilişkilendirmeleri kendi hazırlamış oldukları ders senaryolarında başarılı bir şekilde uygulamıştır. Aynı zamanda öğretmen adaylarından K2 olarak isimlendirilen öğretmen adayının dersinde müzik uygulamaları kullanmış olup teknolojik süreçlere dersinde yer vermiştir. Bu durumun ders içerisinde olumlu bir atmosfer yaratacağı düşünülmektedir. Bazı öğretmen adayları da derslerinde enstrüman kullanmış olup, bu uygulamanın öğrencilerin ilgisini çekebileceği düşünülmektedir. Bazı öğretmen adayları da ilişkilendirme sürecinde yetersiz kalmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretmen adaylarından beklenen iki öğrenme çıktısından birini seçip bu öğrenme çıktısının süreç bileşenlerini kullanarak ders senaryoları hazırlamalarıdır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarından bu sonuç elde edilememiştir. Öğretmen adaylarının 5. Sınıf düzeyine ait "gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen kesirleri farklı biçimlerde temsil edebilme" ve "farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik

çıkarım yapabilme" öğrenme çıktılarını kullanarak müziği entegre ettikleri ders programları incelendiği zaman öğretmen adaylarının çoğunluğunun öğrenme çıktılarını kullanmada yetersiz kaldığı görülmüştür ve öğrenme çıktılarını ya ikisini de kullanıp yüzeysel bir ders planı hazırlamıştır ya da bir tanesini kullanmaya çalışıp yüzeysel kalmıştır. Her iki durumda da yüzeysel bir sonuç elde edilmiştir. Aynı zamanda süreç bileşenlerini ders içerisinde planlamada da yetersiz kalmışlardır. İlişkilendirmeye uygunluğu açısından, öğrenme çıktılarına uygunluğuna göre daha iyi bir sonuç elde edilmiş olup ders içerisinde ilişkilendirmeler daha iyi kurgulanmıştır. Öğretmen adayları ilişkilendirmeleri iki disiplin içinde mantık ve anlam çerçevesi içinde yapmıştır. Bazı öğretmen adayları hem öğrenme çıktılarını kullanmada hem de ilişkilendirme yapmada yetersiz kalmıştır. Toplamda incelenen 11 ders senaryosunun iki tanesi dışında (K4 ve K5), öğrenme çıktılarını ders senaryolarında kullanmaya çalışmıştır. İlişkilendirmeye uygunluk açısından da yine üç tanesi (K4, K5 ve K6) dışında öğretmen adaylarının ders senaryolarında yeterli düzeyde yer almıştır. Aynı iki öğretmen adayı hem ilişkilendirme hem de öğrenme çıktılarını ders senaryolarında kullanmada yetersiz kalmıştır. Öğretmen adaylarının, öğrenme çıktılarını ders senaryolarında yansıtamamalarını 2. Ve 3. Sınıfta öğrenim görmelerine ve TYMM'nin yeni olarak uygulanmasına bağlanabilir. Aynı zamanda çalışmanın ilişkilendirme kısmının iyi olmasını da verilmiş olan formasyona bağlanabilir. Bu durumlar göz önüne alındığında çalışmanın 4. Sınıfta öğrenim gören ve staj uygulaması yapan öğretmen adaylarına uygulanması farklı sonuçlar elde edilebileceğini öngörmektedir. Aynı zamanda bu çalışma kapsamında hazırlanan ders senaryolarının sınıf ortamında uygulanması sürecinin incelendiği çalışmaların alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Beer, M. (1998). How do mathematics and music relate to each other? Brisbane, Queensland, Australia: East Coast College of English.

Behr, M. J., Wachsmuth, I., Post, T. R., & Lesh, R. (1984). Order and equivalence of rational numbers: A clinical teaching experiment. Journal for Research in Mathematics Education, 15, 323–341. doi:10.2307/748423.

Boaler, J. (1993). Encouraging the transfer of 'school' mathematics to the 'real world' through the integration of process and content, context and culture. Educational Studies in Mathematics, 25(4), 341-373. https://doi.org/10.1007/BF01273906

Brigham, J. F., Wilson, R., Jones, E., & Moisio, M. (1996). Best Practices: Teaching decimals, fractions, and percents to students with learning disabilities. LD Forum, 21, 10–15. Available from http://www.cldinternational.org/PDF/Initiatives/MathSeries/brigham.pdf. Accessed 11 August 2011.

Calik, M., & Sözbilir, M. (2014). Parameters of content analysis. Egitim ve Bilim,39(174) . DOI: 10.15390/EB.2014.3412

Cramer, K. A., Post, T. R., & delMas, R. C. (2002). Initial fraction learning by fourth- and fifth-grade students: A comparison of the effects of using commercial curricula with the effects of using the rational number project curriculum. Journal for Research in Mathematics Education, 33, 111–145. doi:10.2307/749646.

Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). Sage Publications

Gençel Ataman, Ö. (2014). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi başarısında Mozart müziği etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29(2), 81-93.

Hargreaves, A., Earl, L., Moore, S., & Manning, S. (2002). Learning to change: Teaching beyond subjects and standards. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Harkleroad, L. (2006). The math behind the music. Cambridge, UK: University Press

Işıtan, S., & Doğan, M. (2020). Müzik destekli matematik öğretiminin erişi ve tutuma etkisi. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 404–424. https://doi.org/10.21733/ibad.742905

Karadağ, E. (2010). Eğitim bilimleri doktora tezlerinde kullanılan araştırma modelleri: Nitelik düzeyleri ve analitik hata tipleri. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi,1(1), 49-71. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/108243

Kocabaş, A. (2008). Müzik ve matematik. Yeniden İmece Dergisi, 18, 79-82.

Kuzu, Ç. İ., Biber, A. Ç., & Uzun, M. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 5. sınıf matematik ders kitabının matematiksel ilişkilendirme açısından incelenmesi. 19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi, 6(4) . https://doi.org/10.52835/19maysbd.1755748.

Little, J. (2019). Connecting mathematics with science to enhance student achievement—A position paper [Oral presentation]. Proceedings of the 42nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Perth.

Marshall, J. (2005). Connecting art, learning, and creativity: A case for curriculum integration. Studies in Art Education, 46(3), 227-241.

Mazzocco, M. M. M., & Devlin, K. T. (2008). Parts and 'holes': Gaps in rational number sense among children with vs. without mathematical learning disabilities. Developmental Science, 11(5), 681–691. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00717.x.

MEB 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaokul Öğretim Programı https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmat5678Onayli.pdf

Moss, J., & Case, R. (1999). Developing children's understanding of the rational numbers: A new experimental curriculum. Journal for Research in Mathematics Education, 30, 122–147. doi:10.2307/749607.

National Research Council. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. In J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.), Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press

Yener, S. ve Çiçek, V. (2016). Adım adım uygulamalı müzik teorisi ve armoni. Ankara: Pegem Akademi.

FARKLI ÖĞRETMEN PROFİLLERİNİN TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ UYGULAMADAKİ GÜÇLÜKLERİ

Tuğba TAŞDEMİR ALP

Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Bursa-Türkiye, ORCID: 0009-0003-4427-4644

Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Bursa- Türkiye, ORCID: 0000-0002-1860-852X

Rıdvan EZENTAŞ

Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Bursa-Türkiye, ORCID: 0000-0001-8619-8334

Özet

Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinin hedeflediği bütüncül eğitim anlayışının sınıf ortamına yansıtılmasında, farklı öğretmen profillerinin modele uyum süreçlerinde yaşadıkları güçlükler belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu araştırmadaki amaç; farklı derslerin öğretmenlerinin Türkiye Yüzyılı Maarif Modelini uygularken karşılaştıkları sorunları farklı açıdan değerlendirerek yaşadıkları zorlukları belirlemektir. Bu araştırma nitel bir araştırma olup durum çalışması desenine uygun olarak yapılmıştır. Araştırmada çalışma grubu, Bursa ilinde Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Anadolu Lisesi'nde görev yapmakta olan 7 öğretmenden oluşmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış sözlü mülakatlar yardımıyla toplanmıştır. Veriler içerik analiziyle analiz edilmiştir. Verilerin ilk analizindeki bulgulara göre katılımcıların araştırma konusuna ilişkin algı, deneyim ve uygulamalarında belirgin ortaklıklar ve ayrışmalar bulunduğunu göstermektedir. Analiz sonuçları, katılımcıların uygulama sürecinde karşılaştıkları güçlükleri, kullandıkları stratejileri ve bu sürece yükledikleri anlamları görünür kılmıştır. İlk analiz aşamasında, verilerden türetilen ifadelerin büyük ölçüde uygulamaya dayalı deneyimler etrafında yoğunlaştığı, katılımcıların hem bireysel yeterliklerine hem de bağlamsal koşullara sıkça atıfta bulunduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı katılımcı ifadelerinde belirsizlik, kararsızlık ve uygulamada süreklilik sağlayamama gibi durumların öne çıktığı görülmüştür. Bu durum, araştırma konusunun katılımcılar açısından çok boyutlu ve dinamik bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Öğretmen profilleri, öğretmen görüşleri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

Giriş

Eğitim sistemleri, toplumsal beklentilerin evrilmesi, teknolojik ilerlemeler ve küresel rekabetin bir sonucu olarak dinamik bir yapı arz etmektedir. Her ülkenin kendi eğitim politikası, toplumun ihtiyaçlarının karşılanması, bireye sunulan hizmetlerin niteliğinin artırılması ve paydaşlar (öğrenci, öğretmen, veli) arasındaki etkileşimin güçlendirilmesi amacıyla sistem üzerinde periyodik yenilikler yapmayı zorunlu kılar (Kuzu, Kuzu ve Gelbal, 2019). Ancak bu yeniliklerin başarısı, sadece politika belgelerinin niteliğiyle değil, bu politikaların sahadaki asıl uygulayıcıları olan öğretmenlerin bu süreci nasıl anlamlandırdığıyla doğrudan ilişkilidir. Öğretmenlerin öğretme ve öğrenmeye ilişkin sahip oldukları köklü inançların, yapılandırmacı reformların ve yeni modellerin hayata geçirilmesinde "belirleyici bir süzgeç" rolü oynadığı bilinmektedir (Prawat, 1992).

Eğitimin niteliğini artırma gayesiyle yapılan program değişiklikleri, öğretmenlerin alışılagelmiş görev tanımlarında ve mesleki sorumluluklarında köklü dönüşümlere yol açar. Öğretmenler, bu değişim süreçlerinin hem vizyoner taşıyıcıları hem de uygulama aşamasındaki en güçlü sınırlayıcıları olarak kritik bir konumda yer alırlar (Prawat, 1990). Bu durumun temelinde, öğretmenlerin yeni müfredatı hayata geçirirken bilimsel pedagojik yönelimlerden ziyade, yıllar içinde kemikleşmiş olan kişisel inançlarına ve deneyimlerine güvenme eğiliminde olmaları yatmaktadır (Handal ve Herrington, 2003). Dolayısıyla, tepeden inme (top-down) bir yaklaşımla tasarlanan reformların sınıfa yansıma düzeyi, öğretmenin bu değişimi kabul etme veya direnç gösterme kapasitesiyle sınırlıdır.

Cumhuriyet tarihinin en kapsamlı eğitim hamlelerinden biri olarak nitelendirilen "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli", eğitim programlarına sadece içerik bazında değil, felsefi ve pedagojik düzeyde de büyük ve köklü değişiklikler getirmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Modelin; beceri odaklı yaklaşımı, değerler eğitimini sistemin merkezine alması ve "bütüncül gelişim" vizyonu, öğretmenlerden sadece bilgi aktarıcı değil, aynı zamanda rehber ve karakter inşa edicisi olmalarını beklemektedir (Kangal ve Çevik Kansu, 2025; MEB, 2024). Ancak eğitim sistemindeki öğretmen kitlesi homojen bir yapıya sahip değildir. Mesleki kıdem, teknolojik yatkınlık, pedagojik formasyon geçmişi ve branş farklılıkları gibi unsurlar, farklı "öğretmen profilleri"ni ortaya çıkarmaktadır (Fullan, 2016). Literatürde, özellikle TYMM gibi paradigma değişikliği öngören modellerde, farklı profildeki öğretmenlerin bu sürece nasıl uyum sağladığına veya ne tür uygulama güçlükleriyle karşılaştığına dair yeterli sayıda ampirik çalışma bulunmadığı görülmektedir (Kangal ve Çevik Kansu, 2025).

Öğretmenlerin mesleki deneyimleri, branşları veya eğitim düzeyleri, modelin getirdiği yenilikleri (örneğin süreç odaklı ölçme-değerlendirme veya disiplinlerarası yaklaşım) algılama biçimlerini doğrudan etkilemektedir. Mesleğinin ilk yıllarındaki bir öğretmenin karşılaştığı güçlüklerle, geleneksel yöntemlere alışmış kıdemli bir öğretmenin yaşadığı "paradigma kayması" zorluklarının farklılaşması kaçınılmazdır. Bu nedenlerden dolayı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin farklı profildeki öğretmenlerin bakış açısıyla incelenmesi; modelin kağıt üzerindeki hedefleri ile sahadaki gerçekliği arasındaki boşluğun (gap) tespit edilmesi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma, farklı profillere sahip öğretmenlerin deneyimlerini derinlemesine analiz ederek, modelin uygulama etkinliğini artırmaya yönelik stratejik öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Bu çalışmanın yöntemi, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli uygulanırken öğretmenlerin karşılaşmış oldukları sorunları anlamak ve değerlendirmek amacıyla nitel araştırmadır. Nitel araştırma yöntemi katılımcıların bakış açılarını, deneyimlerini ve değerlendirmelerini daha derinlemesine anlamak için kullanılan bir yöntemdir (Baltacı, 2019). Bu araştırmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışmaları araştırılan durumun, katılımcıların açıklamaları, görüşmeler ve diğer veri kaynaklarından elde edilen verilerle derinlemesine incelenmesine imkân tanımaktadır (Kaleli Yılmaz, 2019). Araştırmanın örneklemini kolay ulaşılabilir örneklem ile seçilen Bursa ilinde görev yapmakta olan farklı branşlardaki 7 öğretmen oluşturmuştur. Kolay ulaşılabilir örneklem araştırmacının örnekleme yöntemi kolay ulaşılabilir veya elverişli örneklemedir (Creswell,2013). Bu araştırmada veri toplama yöntemi olarak yarı yapılandırmış görüşmeler kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler 7 sorudan oluşmuştur. Görüşme soruları araştırmanın amacına uygun olarak ve uzman görüşü alınarak yapılandırılmıştır. Görüşmeler her bir öğretmenle bireysel olarak sakin bir ortamda gerçekleşmiştir. Yapılan görüşmeler yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Araştırmada veri analizi yöntemi olarak içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktadır (Çepni,2012). İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.27). Araştırmada geçerlilik ve güvenilirlik sağlanması için gerekli önlemler alınmıştır. Nitel araştırmalarda geçerlik kullanılan veri toplama aracının, gerçekleştirilen işlemlerin ve verilerin uygunluğunu ifade ederken; güvenirlik ise çalışmanın tutarlılığı hakkında bilgi vermektedir (Creswell, 2017).

Bulgular

Araştırmada verilerin analiz sonucunda "öğrencilere ilişkin güçlüklere yönelik", "öğretmenlere ilişkin güçlüklere yönelik" ve "ders materyalleri ve öğrenme ortamlarına ilişkin güçlüklere yönelik" bulgular olmak üzere 3 tema oluşturulmuştur. Bulunan bu üç temaya yönelik bulgular aşağıda verilmiştir.

Öğrencilere İlişkin Güçlüklere Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin verdiği cevaplara göre Öğrencilere ilişkin güçlüklere yönelik bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilere ilişkin güçlüklere yönelik bulgular

TEMA	KATEGORİ	KOD	ÖRNEK CÜMLE
Öğrencilere İlişkin	Öğrenci Profili ve Hazır bulunuşluk	Hazır bulunuşluk eksiği	Temelsiz binaya gökdelen çıkmaya çalışıyoruz diyebilirim.
		Konu karmaşıklığı	Zor ve sayısal konuların öğrenimi ve anlaşılması zor oluyor.
		Eğitim kademeleri arası kopukluk	Ortaokuldan konu eksik geldikleri için konuları işleme konusunda maalesef zorlanıyoruz.
	Öğrenci Görevleri ve Öğrenme Süreçleri	Başarılı öğrenciye uygunluk	Başarılı öğrenci, ders tekrarı yaptığından verilen ödevleri yaptığından faydalanabilir.
		Sorumluluk fazlalığı	Sorumluluğun çok fazla olduğunu düşünüyorum. Hem öğretmene hem de öğrenciye yük biniyor. Sürekli ödev vermek zorunda kalıyoruz.
	Temel Bilgi Eksikliği	Seviye farklılığı	Temelleri zayıf ise öğrenci aynı seviyede olmuyor, en basitten aldığımızda bu sefer iyi seviyedeki öğrenci sıkılıyor.
		Müfredatın gerisinde kalmak	Tekrar tekrar konulara dönmem gerekiyor, bu durum aksamalara yol açıyor.
	Ödevler	İlgisiz öğrenciler için sorun	Kitapta ödevlendirmeyle ilgili öğrenciler için yeterli ama ilgisiz çocuklar için büyük dert.
		Ödevlerin yoğunluğu	Öğrencilerin ödevlendirmeleri çok yoğun, bu yüzden baştan savma yapılıyor.
		Ödev sorularının zorlayıcılığı	Ödevlendirme kısmındaki sorular çok zor.

Bütün bulgular değerlendirildiğinde, öğrencilerden kaynaklanan güçlüklerin öğretim sürecini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Öğrencilerin hazır bulunuşluk eksikliği, öğretmenlerin *"Temelsiz binaya gökdelen çıkmaya çalışıyoruz."* şeklinde ifade ettiği gibi yeni bilgilerin düzgün bir altyapı hazırlanmadan edinildiği anlaşılmaktadır. Bununla beraber konu karmaşıklığı vurgusu, öncelikli olarak matematiksel konuları kavramaya çalışan öğrencilerin zorluk yaşadığını göstermektedir. Bu durum öğrenme zincirindeki halkaların zayıflamasına yol açmaktadır. Öğrencilerin bireysel farklılıklara sahip olması öğretim sürecinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Aynı öğrenme ortamında farklı düzeyde öğrencilerin bulunması, öğretmenin öğretim düzeyini belirlemesini zorlaştırmakta; yeterli seviyede olmayan öğrencilerin derse katılımları sınırlı olurken, iyi seviyedeki öğrenciler için öğretim düzeyinin yeterli olmamasına sebep olmaktadır. Öğrencilerin bu farklılıkları, öğrencilerin derse katılımını ve öğrenme isteklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca öğretmenlerin yeterli seviyede olmayan öğrencilere yönelik telafi yapma ihtiyacı duyması öğretim planının aksamasına neden olmaktadır. Öğrenciye verilen sorumlulukların yoğunluğu öğrenmenin niteliğini arttırmak yerine bazı durumlarda daha niteliksiz bir öğrenme sürecine dönüşmektedir. Özellikle ödevlerin fazla olması öğrenme sürecini anlamlandırmak yerine gelişi güzel yapılmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte öğrenci ve öğretmen üzerindeki sorumluluğun artması öğrenme verimliliğini azaltmakta ve devamlılığı daha zor hale getirmektedir. Düşük motivasyona sahip öğrenciler için ödev yapımı öğrenme fırsatından ziyade angarya olarak algılanmaktadır. Öğrencilerden kaynaklanan bu güçlükler; hazır bulunuşluklardaki yetersizlikler, bireysel farklılıkların iyi değerlendirilememesi ve öğrenme süreçlerinin yapısal eksikliklerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu güçlükler öğretim sürecinin daha kapsamlı, uyumlu ve öğrenci farklılıklarını göz önünde bulunduran bir yapıya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Öğretmenlere İlişkin Güçlüklere Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin verdiği cevaplara göre Öğretmenlere ilişkin güçlüklere yönelik bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmenlere ilişkin güçlüklere yönelik bulgular

TEMA	KATEGORİ	KOD	ÖRNEK CÜMLE
Öğretmenlere İlişkin	Öğretmen Rolü ve İş Yükü	İş yükünün artması	İş yükümüz çok arttı. Her temanın uygulamaları bunların değerlendirilmesi zihnimizi ve bedenimizi yoruyor. Bu sistem bizim özel hayatlarımız yokmuş gibi düşünülmüş.
		Evrak karmaşası	Öğretmenlere verilen görevler evrak karmaşasından başka bir şey değil.
		Öğretmenin rehber rolü	Öğretmenin yönlendiren, rehber konumunda olması güzel. Etkileşim halinde olan öğrencilerle daha iyi bir öğrenme ortamı olacağını düşünüyorum.
	Ödevlendirme Süreci	Ödev kontrolünün zaman kaybı olması	Ödevlendirme olabilir. Ancak kontrolü zaman kaybına neden oluyor.
		Cevap anahtarlarına erişim sorunu	Cevap anahtarlarına erişim olduğu için öğrenciler işin kolayına kaçıyorlar, sadece öğretmenlerin erişebildiği sisteme işlenmeli cevap anahtarları.
	Ders Dışı İş Yükü	Yorucu ve faydalı olmaması	Yorucu olduğunu ve faydalı olduğunu düşünmüyorum.
		Evrakların zaman kaybı olması	Gereksiz evrak işleri zaman almaktan başka bir şey değil.

Öğretmenlere ilişkin güçlüklerin, öncelikle öğretmenlerin iş tanımının genişlemesi, evrak işlerinin artması ve eğitim harici sorumlulukların fazlalığı görülmektedir. Öğretmenler, uygulanan yeni model ile iş yüklerinin arttığını ve bu durumunda kendilerini ruhsal ve bedenen olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Özellikle çalışma saatleri dışında yapmaları istenen uygulama ve değerlendirme çalışmalarının yoğunluğu, öğretmenlerin iş hayatı ve özel hayat dengelerini olumsuz yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Artan evrak işleri eğitim sürecine katkı sağlamak yerine eğitimin verimliliğini düşürmektedir ve öğretmenleri öğretim faaliyetlerinden uzaklaştırmaktadır. Öğretmenin rehber ve yönlendirici olması öğretim süreci için olumlu olabileceği gibi öğretmenin iş yükünü arttırması gibi olumsuz durumlarda oluşturmaktadır. Ödevlerin hazırlanması ve ödevlerin kontrol edilmesine ayrılmış olan süre öğretim verimliliğini düşürmektedir. Ayrıca öğrencilerin ödevleri kendilerinin yapıp yapmadığı tespit edilemediğinden ödevlerin amacına ulaşıp ulaşmadığı belirlenememektedir. Bütün ifadeler değerlendirildiğinde öğretmenlere verilen iş yükünün artması ve evrak işlerinin yoğunluğu nedeniyle öğretim süreci olumsuz yönde etkilenmektedir. Öğretim sürecinin daha iyi hale getirilebilmesi için öğretmenlerin iş yükünün hafiflemesi ve iş ortamlarının öğretimi ön planda tutan bir hale getirilmesi gerektiği gözükmektedir.

Ders Materyalleri ve Öğrenme Ortamlarına İlişkin Güçlüklere Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin verdiği cevaplara göre Ders materyalleri ve öğrenme ortamlarına ilişkin güçlüklere yönelik bulgular Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Ders materyalleri ve öğrenme ortamlarına ilişkin güçlüklere yönelik bulgular

TEMA	KATEGORİ	KOD	ÖRNEK CÜMLE
Ders Materyalleri ve Öğrenme Ortamları	Kaynak Kullanımı	Kaynak çeşitliliği ihtiyacı	Farklı kaynaklar kullanmak zorunda kalıyoruz. Çünkü ders kitapları öğrencilerin seviyelerine göre değil.
		MEBİ ve EBA kaynakları kullanımı	MEBİ, EBA kaynaklarını kullanıyorum.
		Kaynak kullanım kısıtlaması	Farklı kaynak kullanımı yasak.
	Sınıf Mevcudu ve Etkileri	Bireysel geri bildirim eksikliği	Sınıf mevcutları kalabalık. Bu da her öğrenciye ulaşamıyoruz ve sınıf hakimiyetinde sorun oluyor.
		Model-mevcut uyumsuzluğu	Bu model için çok fazla öğrenci var.
		Sınıfların kalabalıklığı	Sınıflar kalabalık.
	Ders Kitaplarına Yönelik Görüşler	Detaydan uzaklık ve etkinlik eksikliği	Ders kitabı detaylardan uzak, etkinlik odaklı; interaktif ve görsel açıdan zengin olmalı.
		Seviyenin yüksekliği ve anlaşılabilirlik sorunu	Metinler sınıf düzeyinin üstünde olduğu için öğrenciler anlamakta zorlanıyor ve etkinliklere uygulayamıyor.
		Ünitelerin kopukluğu ve içerik zayıflığı	10. sınıf ders kitabının ilk ünitesi boş ve konular arasında bağlantı zayıf.
	Ders Süreleri	Ders süresinin düzenlenmesi	40 dakikalık ders süresi düşürülebilir.
		Ders saatinin artırılması	Ders süresi yetiyor ama ders saati artırılmalı.
	Okul Olanakları ve Sınıf Ortamı	Okul olanaklarının yeterliliği	Okul olanaklar açısından yeterli.
		Sınıf mevcudunun azaltılması	Sınıf ortamı kalabalık olduğundan ders işleme konusunda zorlanıyoruz.

Ders araç gereçleri ve öğrenme ortamındaki eksiklikler öğretim sürecini olumsuz yönde etkilemektedir. Öğretmenlerin ifadelerindeki kaynakların kalitesi ve ulaşılabilirliği, sınıfın fiziksel koşullarının yetersizliği öğretim sürecini olumsuz etkilemektedir. Kullanılan ders kitaplarının her düzeye uygun olmadığını ve ek kaynak kullanımının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Derste tek bir kaynak kullanımının öğretmeni kısıtladığı ve öğrenciyi daha etkili hale getiremediği görülmektedir. Kullanılan dijital platformlar olsa da bunlarında yeterli gelmediği anlaşılmaktadır. Sınıf mevcutlarının kalabalık olması öğretmenlerin her öğrenci için geri dönüt süresini azaltmakta olduğu görülmüştür. Bütün ifadeler değerlendirildiğinde ders materyallerinin yetersizliği, sınıfların kalabalık olması, ek kaynak kitaplara ihtiyaç duyulması ve bazı derslere ayrılan sürelerin yetersiz olması gibi sorunlar öğretim süreci olumsuz yönde etkilenmektedir. Öğretim sürecinin daha iyi hale getirilebilmesi için eğitimde kullanılan araç gereçlerinin yeniden düzenlenmesi ve öğretim planlamasının öğretmenlerin inisiyatif alabileceği şekle dönüştürülmesi gerektiği gözükmektedir.

Sonuç

Bu çalışma farklı öğretmen profillerinin Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ni uygularken yaşadıkları güçlükleri incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma öğretmenlerin öğretim sürecinde karşılaştıkları sorunların tek bir nedenden değil; öğrencilerin bireysel farklılıkları, öğretim ortamı ve öğretmen profillerinden kaynaklandığını göstermektedir. Öğretmenlere ilişkin araştırma sonuçlarına göre Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin öğretmenlerin sorumluluklarını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Öğretmenlerin öğrencileri değerlendirme süreçlerinin daha ayrıntılı hala gelmesi ve eğitim dışı sorumluluklarının artması özel yaşantılarına olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerden kaynaklanan güçlüklerin başında hazır bulunuşluk eksikliği olduğu görülmüştür. Öğrencilerin temel bilgi düzeyindeki farklılıklar ortak bir

eğitim süreci planlamayı zorlaştırdığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin ödevlendirmedeki sorumluluklarının artması bazı öğrencilerde yüzeysel öğrenmeye neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ders materyalleri incelendiğinde ise Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli için hazırlanan kaynakların bireysel farklılıkları göz önünde bulundurmada eksik kaldığı görülmüştür. Sınıf mevcutlarının kalabalık olması öğretim sürecini olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretmenlerin öğrenci merkezli olarak tasarlanmasına rağmen uygulamada çeşitli engellerle karşılaştığı görülmüştür. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin uygulanmasında daha etkili sonuçlar alınabilmesi için, öğrenciler için daha esnek planların geliştirilmesi öğretmenlerin ders dışı sorumluluklarının azaltılması ve ders materyallerinin yeniden yapılandırılması önerilmektedir.

Kaynakça

Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 368–388.

Creswell, J. W. (2017). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Sage Publications. https://doi.org/10.1007/BF03217369

Creswell, JW (2013). Nitel Araştırma ve Araştırma Tasarımı: Beş Yaklaşım Arasından Seçim (3. baskı). Thousand Oaks, CA: SAGE. https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299

Creswell, JW ve Creswell, JD (2017) Araştırma Tasarımı: Nitel, Nicel ve Karma Yöntem Yaklaşımları. 4. Baskı, Sage, Newbury Park. https://doi.org/10.1086/444021

Handal, B., and A. Herrington. 2003. "Mathematics Teachers' Beliefs and Curriculum Reform." Mathematics Education Research Journal 15 (1): 59–69

Kaleli Yılmaz, G. (2019). Durum çalışması. İçinde H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Ed.), Eğitimde araştırma yöntemleri (ss. 261-285). Pegem Akademi.

Kuzu, Y., Kuzu, O ve Gelbal, S. (2019). TEOG ve LGS sistemlerinin öğrenci, öğretmen, veli ve öğretmen velilerin görüşleri açısından incelenmesi, *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(1), 112-130.

Prawat, R. S. (1990). Changing schools by changing teachers' beliefs about teaching and learning. Michigan State University.

Prawat, R. S. (1992). Teachers' beliefs about teaching and learning: A constructivist perspective.*American Journal of Education, 100*(3), 354-395.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (6. bs.). Seçkin Yayıncılık.

Fullan, M. (2016). The new meaning of educational change (5th ed.). Teachers College Press.

Kangal, A. ve Çevik Kansu, C. (2025). "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" hakkında ilkokul 1. sınıf öğretmen görüşleri. Eurasian Journal of Teacher Education, 6(2), 107-125.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. https://tymm.meb.gov.tr/ adresinden erişilmiştir.

SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM OKURYAZARLIKLARININ İNCELENMESİ

Sümeyye ŞAHİN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Tokat-Türkiye, (Sorumlu Yazar) ORCID: 0009-0007-2387-0366

Cansel KADIOĞLU AKBULUT

Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Tokat- Türkiye, ORCID: 0000-0002-6908-1684

Özet

İklimle ilgili çevresel sorunlar yaygınlaştıkça, bireylerin temel iklim bilgisini edinmeleri ve çevre bilinci geliştirmeleri gerekmektedir. Bunun sonucu olarak, öğrencilerin iklim okuryazarlığı düzeylerinin belirlenmesi, mevcut iklim eğitimi programlarının etkililiğini değerlendirmek ve gelecekteki pedagojik stratejileri şekillendirmek için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerini, iklim okuryazarlığının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini ve iklim okuryazarlığının fen bilimleri ders başarısını yordamadaki rolünü belirlemeyi amaçlamaktadır. Veriler, Türkiye'deki 149 sekizinci sınıf öğrencisinden (70 kız, 79 erkek) toplanmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 13.77'dir (*SS* = 0.48). Veri toplama aracı olarak iklim kavramı, iklimsel farkındalık ve iklimsel bilinç olmak üzere üç boyuttan oluşan İklim Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin alt boyutlarına ait güvenilirlik katsayıları sırasıyla .917, .899 ve .923 olarak hesaplanmıştır. Boyutların ortalama puanları orta ile yüksek düzeyler arasında değişmektedir: iklim kavramı için 3.85, iklimsel farkındalık için 3.89 ve iklimsel bilinç için 3.01. Katılımcıların iklim okuryazarlıkları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir [Pillai's Trace = .036, $F(3,144) = 1.791$, $p > .05$, $\eta 2 = .036$]. Ayrıca, iklim okuryazarlığının fen bilimleri başarısı üzerindeki yordayıcı rolünü değerlendiren çoklu regresyon analizi, yalnızca iklimsel farkındalık boyutunun akademik başarıyı anlamlı bir şekilde yordadığını ortaya koymuştur: R= .456, R^2= .208, Düzeltilmiş R^2= .190, $F(3, 132)=11.524$, $p<.05$. Bu bulgular, fen bilimleri performansını artırmak için iklimsel farkındalığı geliştirmenin önemine işaret etmektedir. Bu nedenle, eğitim stratejileri geliştirilirken hem çevre bilincini hem de akademik başarıyı desteklemek amacıyla fen bilimleri müfredatı kapsamında öğrencilerin iklimsel farkındalığını artıran etkinliklere öncelik verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: İklim okuryazarlığı, çevre eğitimi, fen eğitimi, ortaokul öğrencileri.

EXPLORING CLIMATE LITERACY AMONG EIGHTH GRADERS

Abstract

As climate-related environmental problems become increasingly widespread, individuals must acquire fundamental climate knowledge and develop environmental awareness. Consequently, determining students' levels of climate literacy is essential for evaluating the effectiveness of current climate education and shaping future pedagogical strategies. This study aims to determine the level of climate literacy among eighth-grade students, whether it differs according to gender, and the role of climate literacy in predicting science achievement. The data were collected from 149 eighth-grade students (70 females, 79 males) in Türkiye. The participants' mean age was 13.77 years (*SD* = 0.48). The Climate Literacy Scale, which encompasses three dimensions—climate concept, climate awareness, and climate consciousness—was used. The reliability coefficients for the factors were calculated as .917, .899, and .923, respectively. The mean scores for the dimensions ranged from moderate to high: 3.85 for climate concept, 3.89 for climate awareness, and 3.01 for climate consciousness. Participants' climate literacy did not differ significantly by gender [Pillai's Trace = .036, $F(3,144) = 1.791$, $p > .05$, $\eta 2 = .036$]. Furthermore, a multiple regression analysis assessing the predictive role of climate literacy on science achievement revealed that only the climate awareness dimension significantly predicted academic success: R= .456, R^2= .208, Adjusted R^2= .190, $F(3, 132)=11.524$, $p<.05$. These findings highlight that fostering climate awareness is essential for enhancing science performance.

Therefore, educational strategies should prioritize activities raising students' awareness within the science curriculum to support both environmental consciousness and academic success.

Keywords: Climate literacy, environment education, science education, elementary school students.

Giriş

Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma, günümüz toplumunun ekonomik, sosyal ve çevresel ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflerken, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan doğal kaynakların bilinçli ve dengeli bir şekilde kullanılmasını amaçlayan bir yaklaşımdır (WCED, 1987). Sürdürülebilir kalkınma; çevresel, ekonomik ve sosyal unsurları kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Nüfus artışı, yükselen enerji gereksinimi ve çevre problemleri sürdürülebilir kalkınma anlayışının önem kazanmasına neden olmuştur (Aydın, 2021; Gürlük, 2010). Birleşmiş Milletler tarafından ortaya konulan 17 sürdürülebilir kalkınma hedefi bulunmaktadır (Birleşmiş Milletler Türkiye [BMT], 2026).

Birleşmiş Milletler tarafından artan nüfus, enerji ihtiyacı ve çevresel sorunlar gibi küresel ölçekte ele alınması gereken konular sürdürülebilir kalkınma amaçları olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda yoksulluğun azaltılması, nitelikli eğitim, temiz enerji ve iklim eylemi gibi 17 amaç tanımlanmıştır (BMT, 2026). Bu amaçlar Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (BMT, 2026)

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları içerisinde 13. Amaç olan "İklim Eylemi" önemli bir yere sahiptir. Bu eylem "iklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek" şeklinde açıklanmaktadır. (BMT, 2026). Bu amaç kapsamında iklim değişikliği, günümüzde dünya genelinde karşı karşıya kalınan en önemli çevresel sorunlardan biri olarak görülmektedir. Özellikle insan faaliyetleri sonucu artan sera gazı emisyonları, bu sürecin hızlanmasına neden olmakta ve hem ekosistemler hem de insan yaşamı üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (IPCC, 2014). Bu olumsuz etkileri en aza indirmede ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada, eğitim ve bireylerin temel iklim okuryazarlığına sahip olması temel bir araç olarak kullanılabilir (Grosseck ve diğerleri, 2019).

İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Amalarından İklim Eylemi

İklim değişikliği, günümüzde dünya genelinde karşı karşıya kalınan en önemli çevresel sorunlardan biri olarak görülmektedir. Özellikle insan faaliyetleri sonucu artan sera gazı emisyonları, bu sürecin hızlanmasına neden olmakta ve hem ekosistemler hem de insan yaşamı üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (IPCC, 2014). Fosil yakıt kullanımı, sanayileşme ve çevre kirliliği iklim değişikliğinin temel nedenleri arasında yer almaktadır

(Şen, 2013). İklim değişikliği; kuraklık, sıcaklık artışı, sel, orman yangınları ve doğal afetlerin artmasına neden olmaktadır (Türkeş, 2001). Bu nedenle bireylerin iklim değişikliği konusunda bilinçli ve duyarlı bireyler olarak yetiştirilmesi bir başka ifade olarak iklim okuryazarlığına sahip olması büyük önem taşımaktadır (Yakar, 2019).

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları içerisinde 13. amaç olan "iklim eylemi" önemli bir yere sahiptir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, [SBB], 2026). İklim eylemi, "İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek." şeklinde tanımlanmaktadır ve aşağıda verilen üç temel hedeften oluşmaktadır:

Hedef 13.1: Tüm ülkelerde iklim değişikliğiyle ilgili tehlikeler ile doğal afetlere karşı dayanıklılık ve uyum kapasitesini güçlendirmek

Hedef 13.2: İklim değişikliğine yönelik önlemleri ulusal politikalara, stratejilere ve planlama süreçlerine dâhil etmek

Hedef 13.3: İklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması ile iklim değişikliğine uyum ve erken uyarı konularında eğitim, farkındalık, bireysel ve kurumsal kapasite geliştirmek gibi alt amaçları barındırmaktır.

İklim Okuryazarlığı ve Fen Eğitimindeki Yeri

İklim okuryazarlığı; bireylerin iklim sistemi, iklim değişikliği ve çevresel sorunlar hakkında bilgi sahibi olması şeklinde tanımlanmaktadır (Shafer, 2008). İklim okuryazarı bireyler, iklim olaylarını açıklayabilmekte, neden-sonuç ilişkisi kurabilmekte ve çözüm önerileri geliştirebilmektedir. İklim okuryazarlığı yalnızca bilgi düzeyini değil; farkındalık, tutum ve çevreye duyarlı davranışları da kapsamaktadır (Yakar, 2019). Bireylerin iklim değişikliğine yönelik bilinç geliştirmesi sürdürülebilir bir gelecek açısından önemlidir (Barak ve Gönençgil, 2020).

Fen bilimleri dersi, öğrencilerin çevre ve iklim konularında bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Ateş, 2019). Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan "Mevsimler ve İklim" ünitesi öğrencilerin iklim kavramlarını anlamalarında önemli role sahiptir (MEB, 2018). Fen eğitimi sayesinde öğrencilerin iklim değişikliğinin nedenlerini açıklayabilmeleri ve çevresel problemlere çözüm üretebilmeleri amaçlanmaktadır (Er Nas ve Şenel Çoruhlu, 2017). Bu nedenle fen eğitimi, iklim okuryazarlığının geliştirilmesinde önemli bir araç olarak görülmektedir (Barak ve Gönençgil, 2020).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeyini, cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini ve iklim okuryazarlığının öğrencilerin fen başarısını yordamadaki rolünü belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen araştırma sorularına cevap aranmaktadır:

1. Sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlıkları hangi düzeydedir?
2. Sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlıkları cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. İklim okuryazarlığı sekizinci sınıf öğrencilerinin fen başarısının anlamlı bir yordayıcısı mıdır?

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırma, nicel bir çalışma olup betimsel ve ilişkisel tarama modellerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Betimsel model, daha önce veya şu an var olan bir durumu olduğu şekliyle tasvir etmeyi hedeflemektedir (Karasar, 2006). İki ya da daha fazla sayıdaki değişken arasında var olan ilişki ve bu ilişkinin derecesi ise ilişkisel tarama modelinde ele alınır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2014).

Bu araştırmada ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerinin belirlenmesi ve bu düzeylerin cinsiyet değişkenine göre incelenmesi amacıyla betimsel tarama deseni kullanılmıştır. Ayrıca, iklim

okuryazarlığının fen başarısını yordama gücünün ortaya konulması amacıyla ilişkisel tarama deseni uygulanmıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Türkiye'de öğrenim gören ortaokul 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın ulaşılabilir evreni ise Mersin ilinin Tarsus ilçesinde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmanın örneklemi belirlenirken seçkisiz olmayan örnekleme türlerinden uygun örnekleme kullanılmıştır. Uygun örneklemede, örneklem kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir katılımcılardan seçilir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Uygun örnekleme yolu ile seçilen Tarsus ilçesinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 70'i kız, 79'u erkek 149 sekizinci sınıf öğrencisi araştırmaya katılmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 13.77'dir (*SS*= .48).

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak İklim Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca katılımcıların özelliklerini tanımlamak için Katılımcı Bilgi Formu uygulanmıştır.

Katılımcı Bilgi Formu, araştırmacı tarafından geliştirilen anketi nitelemektedir. Ankette katılımcıların, cinsiyet, yaş ve fen bilimleri dersi başarı notunu belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır.

İklim Okuryazarlığı Ölçeği, ortaokul öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Görgülü Arı ve Arslan (2020) tarafından geliştirilen ölçek 24 madde ve üç alt boyuttan oluşmaktadır. Beşli Likert tipi olan ölçek 1 "kesinlikle katılmıyorum", 2 "kısmen katılmıyorum", 3 "kararsızım", 4 "kısmen katılıyorum" ve 5 "kesinlikle katılıyorum" şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçeğin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İklim Okuryazarlığı Ölçeği'nin Özellikleri

Alt Boyut	Madde Sayısı	Güvenirlik (Cronbach Alfa) (Görgülü Arı ve Arslan, 2020)	Güvenirlik (Cronbach Alfa) (Bu Çalışma)
İklim Kavramı	10	.860	.917
İklimsel Farkındalık	8	.837	.899
İklimsel Bilinç	6	.842	.923

Veri Toplama Süreci

Veriler 2024-2025 akademik yılı Bahar döneminde toplanmıştır. Veri toplama araçları öğrencilere sınıf ortamında fen bilimleri öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilere araştırmanın amacı açıklanmış ve gönüllü katılım esas alınmıştır. Ölçeklerin doldurulması yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür.

Verilerin Analizi. Çalışmanın genel amacı doğrultusunda cevapları aranan alt problemlere yönelik ölçekler ile toplanan verilerin gerekli istatistiksel çözümleri için SPSS (Statistical Packet for Social Sciences) programından yararlanılmıştır. Birinci araştırma sorusundaki katılımcıların iklim okuryazarlığı düzeylerini belirlemek için betimsel istatistikler kullanılmıştır. İkinci araştırma sorusundaki öğrencilerin iklim okuryazarlığının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek için MANOVA analizi uygulanmıştır. Son olarak, üçüncü araştırma sorusundaki iklim okuryazarlığının fen başarısını yordama gücü ise çoklu regresyon analizi ile test edilmiştir.

Bulgular

İklim Okuryazarlığı Düzeyi

Sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlıklarının hangi düzeyde olduğunu ele alan birinci araştırma sorusunu yanıtlamak için kullanılan betimsel istatistik değerleri her bir alt boyut için Tablo 2'de sunulmuştur. İklim okuryazarlığının *düzeyi* belirlenirken ilk olarak ölçekten alınabilecek en yüksek ile en düşük puan arasındaki fark aralık sayısına (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek) bölünmüştür: Düzey = Olası Puan Aralığı/Aralık Sayısı = (5.00-1.00)/5 = .80. Daha sonra ölçekten alınabilecek olası en düşük puana (1.00) hesaplanan .80 değeri eklenerek her bir düzey için sınır değerler belirlenmiştir. Buna göre beş düzey için sınır değerler çok düşük (1.00-1.80), düşük (1.81-2.60), orta (2.61-3.40), yüksek (3.41-4.20), çok yüksek (4.21-5.00) şeklinde belirlenmiştir.

Tablo 2'deki iklim okuryazarlığının alt boyutlarına ait aritmetik ortalama değerleri incelendiğinde iklim kavramı ve iklimsel farkındalık alt boyutlarında 3.41-4.20 aralığında hesaplandığı için yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. İklimsel bilinç alt boyutunda ise aritmetik ortalama değerleri 2.61-3.40 aralığında olduğundan orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet açısından bakıldığında tüm alt boyutlar için grubun tamamında ortaya çıkan bulguların hem kız hem erkek öğrencilerde aynı şekilde tekrar ettiği gözlenmiştir.

Tablo 2. İklim Okuryazarlığı Ölçeği'ne Ait Betimsel İstatistikler

Alt Boyut	Cinsiyet	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS	Düzey
İklim Kavramı	Kız	1.00	5.00	3.80	.99	Yüksek
	Erkek	1.00	5.00	3.79	1.05	Yüksek
	Toplam	1.00	5.00	3.80	1.02	Yüksek
İklimsel Farkındalık	Kız	1.00	5.00	3.90	.99	Yüksek
	Erkek	1.00	5.00	3.76	1.09	Yüksek
	Toplam	1.00	5.00	3.84	1.04	Yüksek
İklimsel Bilinç	Kız	1.00	5.00	2.91	1.13	Orta
	Erkek	1.00	5.00	3.21	1.28	Orta
	Toplam	1.00	5.00	3.07	1.22	Orta

Cinsiyet Değişkeni Açısından İklim Okuryazarlığı

Sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlıkları cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediğini test eden ikinci araştırma sorusunu yanıtlamak için yapılan Manova analizinden elde edilen Box's M testi sonucuna göre (Box's M=17.746; F=2.891; p<.05) varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği sayıltısı sağlanmadığı için Pillai's Trace değerleri rapor edilmiştir. Çok değişkenli F-testi sonucuna göre sekizinci sınıf öğrencilerinin İklim Okuryazarlığı Ölçeği'nin alt boyutlarının doğrusal bir kombinasyonu üzerinden cinsiyete göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür [Pillai's Trace = .036, F (3, 144) = 1.791, p>.05, η2 =.036]. Kısmi eta-kare değeri incelendiğinde, varyansın %3.6'sini açıklayarak düşük etki düzeyine işaret etmektedir.

İklim Okuryazarlığının Fen Başarısını Yordama Gücü

İklim okuryazarlığının sekizinci sınıf öğrencilerin fen başarısındaki rolünü inceleyen üçüncü araştırma sorusunu yanıtlamak için yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur. İncelenen değişkenlerden yalnızca iklimsel farkındalık boyutunun öğrencilerin fen başarısının anlamlı bir yordayıcısı olduğu saptanmıştır: R = .456, R^2 = .208, Düzeltilmiş R^2 = .190, F(3, 132) = 11,524, p < 0,05. Buna göre, iklimsel farkındalık, fen başarısı değişkenine ait toplam varyansın %20.8'ini açıklamaktadır. Bu analizin etki büyüklüğü $0.09 \leq R^2 < .25$ olduğu için orta düzeydedir.

Tablo 3. Çoklu Regresyon Analizi İstatistikleri

Yordanan Değişken	Yordayıcı Değişken	β	t	p
Fen Başarısı	İklim Kavramı	.223	1.630	.105
	İklimsel Farkındalık	.431	5.534	.000*
	İklimsel Bilinç	-.071	-.829	.409

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular, sekizinci sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerinin genel olarak yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle öğrencilerin iklimsel farkındalık boyutunda yüksek puanlar elde etmesi, çevre sorunları ve iklim değişikliği konularında belirli bir bilinç düzeyine sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, öğrencilerin çevresel konulara yönelik farkındalıklarının geliştirilmesinin sürdürülebilir bir gelecek açısından önemli olduğunu gösteren çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nitekim Yakar (2019), öğrencilerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesinin çevreye duyarlı bireylerin yetiştirilmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Barak ve Gönençgil (2020), iklim okuryazarlığın yalnızca bilgi düzeyi ile sınırlı olmadığını; aynı zamanda farkındalık, tutum ve çevreye yönelik davranışları da kapsadığını ifade etmektedir.

Araştırmada iklim okuryazarlığı değişkeninde cinsiyete göre anlamlı fark bulunmaması, iklim okuryazarlığının kız ve erkek öğrenciler arasında benzer şekilde geliştiğine işaret etmektedir. Bu sonuç, kız ve erkek öğrencilerin iklim değişikliği ve çevresel konulara yönelik benzer olduklarını olduklarını göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, Görgülü Arı ve Arslan'ın (2020) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Araştırmacılar, ortaokul öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerinin cinsiyet açısından anlamlı biçimde farklılaşmadığını belirtmişlerdir. Bu durumun, günümüzde çevre ve iklim konularının hem okul ortamında hem de medya aracılığıyla tüm öğrencilere benzer şekilde aktarılmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Araştırmanın önemli sonuçlarından biri de iklim farkındalığının öğrencilerin fen bilimleri başarısını anlamlı şekilde yordamasıdır. Bu bulgu, fen eğitimi ile çevre ve iklim farkındalığı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Er Nas ve Şenel Çoruhlu (2017), fen eğitiminin öğrencilerin çevresel problemlere çözüm üretme becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Ayrıca Barak ve Gönençgil (2020, fen bilimleri derslerinin öğrencilerde çevresel bilinç oluşturulmasında etkili olduğunu vurgulamıştır. Bu doğrultuda araştırma bulguları, fen bilimleri derslerinde iklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma konularına daha fazla yer verilmesi gerektiğini desteklemektedir.

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin iklim okuryazarlıklarının geliştirilmesinin yalnızca çevresel farkındalık açısından değil, akademik başarı açısından da önemli olduğu söylenebilir. Bu nedenle öğretim süreçlerinde öğrencilerin aktif katılım sağlayabileceği çevre projeleri, geri dönüşüm etkinlikleri, doğa temelli uygulamalar ve okul dışı öğrenme ortamlarına daha fazla yer verilmesi önerilmektedir. Özellikle sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında gerçekleştirilecek uygulamaların öğrencilerin hem çevre bilinci hem de bilimsel düşünme becerileri üzerinde olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Ateş, H. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16(1), 101–127.

Aydın, G. (2021). Uluslararası hukuk ve Türk hukukuna göre sürdürülebilir kalkınma. İçinde B. Yavuz Tiftikçigil (Ed.), Farklı perspektiflerden sürdürülebilir kalkınma amaçları (ss. 389–405). Nobel Akademik Yayıncılık.

Barak, B., & Gönençgil, B. (2020). Dünyada ve Türkiye'de Ortaokul Öğretim Programlarının İklim Değişikliği Eğitimi Yaklaşımına Göre Karşılaştırılması. Journal of Geography, 40, 187-201. https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0039

Birleşmiş Milletler Türkiye (BMT, 2026). Türkiye sürdürülebilir kalkınma amaçları çalışmalarımız. 30 Mart 2026 tarihinde https://turkiye.un.org/tr/sdgs adresinden alınmıştır.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). Bilimsel araştırma yöntemleri (18. bs.). Pegem Akademi.

Er Nas, S., & Şenel Çoruhlu, T. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının perspektifinden sürdürülebilir kalkınma kavramı. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(1), 562–580.

Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate research in education (8th ed.). Boston: McGraw Hill.

Görgülü Arı, A., & Arslan, K. (2020). İklim okuryazarlığı ölçeği geliştirme çalışması. The Journal of Academic Social Science Studies, 82(13), 147–174. https://doi.org/10.29228/JASSS.44072

Grosseck, G., Țîru, L. G., & Bran, R. A. (2019). Education for Sustainable Development: Evolution and Perspectives: A Bibliometric Review of Research, 1992–2018. Sustainability, 11(21), 6136. https://doi.org/10.3390/su11216136

Gürlük, S. (2010). Sürdürülebilir kalkınma gelişmekte olan ülkelerde uygulanabilir mi? Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5(2), 85–100.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Karasar, N. (2006). Bilimsel araştırma yöntemi. Nobel Yayın Dağıtım.

MEB. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Shafer, M. A. (2008). Climate literacy and a national climate service. Physical Geography,

29(6), 561-574, http://dx.doi.org/10.2747/0272-3646.29.6.561.

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB, 2026). İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek. 30 Mart 2026 tarihinde http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/amaclari/iklim-degisikligi-ve-etkileri-ile-mucadele-etmek-icin-acil-olarak-harekete-gecmek/ adresinden alınmıştır.

Şen, Ö. L. (2013). A holistic view of climate change and its impacts in Turkey. Istanbul Policy Center. 30 Mart 2026 tarihinde https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200327-01030010.pdf adresinden alınmıştır.

Türkeş, M. (2001). Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: 187-205, Ankara.

WCED. (1987). Our common future. Oxford University Press.

Yakar H. (2019). Ortaokul düzeyinde iklim okuryazarlığı yeterliklerinin delphi tekniğiyle belirlenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

A ONE-DIMENSIONAL VISCOELASTIC FRACTIONAL PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION MODEL FOR BLOOD FLOW IN A COMPLIANT ARTERY USING THE FRACTIONAL REDUCED DIFFERENTIAL TRANSFORM METHOD

Dr., Akogwu Blessing Omojo

Applied Mathematics and Simulation Advanced Research Centre, Sheda Science and Technology Complex, Sheda-Kwali, FCT, Nigeria., (Responsible Author), https://orcid.org/0000-0003-4744-2263

Dr., Ayinde Muhamed Abdullahi

Department of Mathematics, Faculty of Science, University of Abuja, FCT, Nigeria, http://orcid.org/000-0002-2563-0952

Abstract

This study presents a comprehensive one-dimensional viscoelastic fractional-order model for blood flow in a compliant artery. The Caputo fractional derivative is incorporated into the governing equations to effectively capture the hereditary and memory-dependent rheological behavior of blood, together with the elastic response of the arterial wall. In contrast to classical integer-order formulations, the proposed fractional model provides a more physiologically realistic and flexible representation of arterial hemodynamics. Approximate analytical solutions are obtained using the Fractional Reduced Differential Transform Method (FRDTM), which offers an efficient and rapidly convergent computational framework. To ensure the reliability of the obtained solutions, the Fractional Variational Iteration Method (FVIM) is employed for validation and comparison. Numerical simulations are carried out for a range of fractional orders and at multiple axial locations along the artery, allowing for detailed analysis of spatial and parametric variations in flow behavior. The results demonstrate excellent agreement between FRDTM and FVIM, confirming the accuracy, convergence, and stability of the proposed methods. Furthermore, the study reveals that the fractional order significantly influences arterial distensibility, pressure wave propagation, velocity distribution, and overall flow dynamics. These findings emphasize the importance of incorporating fractional calculus into cardiovascular modeling, providing deeper insight into complex biological processes. The developed model offers a robust and reliable framework that can be extended to patient-specific analyses and may contribute to improved diagnosis, prediction, and optimization of clinical interventions in cardiovascular research and biomedical engineering applications.

Keywords: Fractional calculus; Viscoelastic blood flow; Compliant artery; Caputo derivative; FRDTM; FVIM.

Introduction

Mathematical modeling of blood flow in arteries is essential for understanding cardiovascular physiology and diagnosing vascular diseases. Early models were based on classical fluid mechanics, where blood was assumed to be a Newtonian incompressible fluid and arteries were treated as rigid or elastic tubes (Womersley, 1955). One-dimensional (1D) models derived from the Navier–Stokes equations became widely used due to their efficiency and ability to capture essential hemodynamic features (Quarteroni & Formaggia, 2004; Formaggia et al., 2009).

These classical models rely on conservation of mass and momentum coupled with pressure–area relationships and have been successfully applied to study pulse wave propagation and arterial compliance (Sherwin et al., 2003; Alastruey et al., 2012). However, they often neglect the viscoelastic and memory-dependent properties inherent in blood and arterial tissues.

Experimental studies reveal that blood exhibits non-Newtonian and viscoelastic behavior, while arterial walls demonstrate time-dependent stress–strain responses (Fung, 1997; Nichols et al., 2011). Classical viscoelastic models improve predictions but still fail to adequately capture long-term memory effects.

Fractional calculus provides a powerful framework for modeling such systems, as it incorporates memory and hereditary properties into differential equations (Podlubny, 1999; Magin, 2006). Applications of fractional

models in hemodynamics have shown improved accuracy in describing wave attenuation and viscoelastic damping (Das & Gupta, 2011; Tripathi & Pandey, 2014; Sun et al., 2018).

Budiawan and Mungkasi (2017) developed a one-dimensional viscoelastic blood flow model that improves upon purely elastic formulations. However, their model is based on integer-order derivatives and does not account for long-term memory effects.

To address this limitation, the present study extends their model by introducing Caputo fractional derivatives into the governing equations. This enables a more realistic representation of blood flow dynamics in compliant arteries.

To solve the resulting fractional PDEs, the Fractional Reduced Differential Transform Method (FRDTM) is employed due to its efficiency and rapid convergence (Keskin & Oturanc, 2010). The Fractional Variational Iteration Method (FVIM) is used for validation (He, 1999; Odibat & Momani, 2008).

Materials and Method

Following Budiawan and Mungkasi (2017), the one-dimensional blood flow model in a compliant artery is given by.

The continuity equation

$$\frac{\partial A(z,t)}{\partial z} + \frac{\partial Q(z,t)}{\partial z} = 0 \tag{1}$$

Momentum equation

$$\frac{\partial Q(z,t)}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z}\left(\vartheta \frac{Q^2(z,t)}{A(z,t)}\right) + \frac{A(z,t)}{\rho}\frac{\partial P}{\partial z} + K_R \frac{Q(z,t)}{A(z,t)} = 0 \tag{2}$$

with the pressure–area relation

$$P = P_{ext} + \beta\left(\sqrt{A} - \sqrt{A_o}\right) \tag{3}$$

where ρ is the blood density, K_R is a resistance coefficient associated with blood viscosity, and ϑ is a constant velocity profile correction factor $P_{ext} = 0$, A_o is the initial arterial cross-sectional area, and

$$\beta = \frac{4\sqrt{\pi}Eh}{3A_0} \tag{4}$$

is the Wall elastic function. E is the Young's modulus and h the wall thickness.

The initial conditions are

$$A(z,0) = A_0, Q(z,0) = 0, \qquad P(z,0) = 0. \quad \forall\, z \in [0,L] \tag{5}$$

At the inlet boundary ($z = 0$), a pulsatile pressure is imposed as

$$P(0,t) = 10^{-3}\sin\left(\frac{2\pi t}{0.0025}\right) \tag{6}$$

while non-reflective boundary conditions are applied at the outlet ($z = L$)

$$A(L,t) = A(L - \Delta z, t), Q(l,t) = Q(L - \Delta z, t) \tag{7}$$

Fractional-Order Viscoelastic Blood Flow Model

To incorporate memory and viscoelastic effects, the time derivatives are generalized using the Caputo fractional derivative of order $0 < \alpha \leq 1$. The governing equations:

Fractional Continuity equation

$$D_t^{\alpha} A(z,t) + \frac{\partial Q(z,t)}{\partial z} = 0 \tag{8}$$

Fractional Momentum equation

$$D_t^{\alpha}Q(z,t) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\vartheta\frac{Q^2(z,t)}{A(z,t)}\right) + \frac{A(z,t)}{\rho}\frac{\partial P}{\partial z} + K_R\frac{Q(z,t)}{A(z,t)} = 0 \quad (9)$$

Here, D_t^{α} denotes the Caputo fractional derivative defined as

$${}^{c}D_t^{\alpha} = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\int_0^t \frac{f'(t)}{(t-\tau)^{\alpha}}d\tau \quad (10)$$

which incorporates the history-dependent behavior of the system. The pressure–area relationship and boundary conditions remain u

Table 1. Parameters used for the approximation (Budiawan & Mungkasi, 2017).

Parameters	Values
Initial cross-sectional $\mathbf{A_o}$	$\pi(0.5)^2$ =0.785398 cm^2
Blood Density **ρ**	1g/cm^3
Young's modulus **E**	3×10^6 dyne/cm^2
Wall thickness **h**	0.05cm
Viscosity $\mathbf{K_R}$	10^{-8} dyne s/cm^2
Wall elastic function **β**	1165.3849 (computed)
Angular frequency **ω**	2513.274123
velocity function **ϑ**	1.0

Fractional Reduced Differential Transform Method (FRDTM).

The Fractional Reduced Differential Transform Method (FRDTM) is a semi-analytical technique that is employed to obtain approximate analytical solutions of the fractional governing equations. The method represents the solution as a fractional power series and converts the fractional partial differential equations into recursive algebraic relations.

Let the solution $f(x,t)$ be expressed as

$$f(x,t) = \sum_{k=0}^{\infty} F_k(x)t^k \quad (11)$$

where F_k is the transformed function.

The fractional reduced differential transform is defined by

$$F_k(x) = \frac{1}{\Gamma(k\alpha+1)}\left[(D_{a,t}^{\alpha})^k(f(x,t)\right]_{t=t_0} \quad (12)$$

and the inverse transformed is

$$f(x,t) = \sum_{k=0}^{\infty} F_k(x)t^{k\alpha} \quad (13)$$

Fundamental Theorems of FRDTM

Let $G_k(x,t)$ and $H_k(x,t)$ be the fractional reduced differential transforms of $g(x,t)$ and$h(x,t)$, respectively.

Linearity:

If $f(x,t) = g(x,t) \pm h(x,t)$, then $F_k(x,t) = G_k(x,t) \pm H_k(x,t)$

Fractional Derivative Property:

if $f(x,t) = \frac{\partial^{\alpha n}}{\partial t^{\alpha n}} g(x,t)$, then $F_k(x,t) = \frac{\Gamma(\alpha(k+n)+1)}{\Gamma(k\alpha+1)} G_{k+n}(x)$, $n = 1,2,3,\ldots$

Product Property:

If $f(x,t) = g(x,t)h(x,t)$ then $F_k = \sum_{i=0}^{k} G_i(x) H_{k-i}(x)$

Spatial Derivative Property:

$$f(x,t) = \frac{\partial^n}{\partial x^n} g(x,t), \text{ then } F_k(x,t) = \frac{\partial^n}{\partial x^n} G_k(x), \qquad n = 1,2,3,\ldots$$

For information on the proofs of the theorems, see (Noori & Taghizadeh, 2021).

Implementation of the Fractional Reduced Differential Transform Method

Applying FRDT to the fractional continuity and momentum equations yields the recurrence relations

$$a_{k+1}(z) = \frac{\Gamma(k\alpha+1)}{\Gamma(\alpha(k+1)+1)} \left[-\frac{\partial q_k(z)}{\partial z} \right] \tag{14}$$

and

$$q_{k+1}(z) = \frac{\Gamma(k\alpha+1)}{\Gamma(\alpha(k+1)+1)} \left[-\frac{\partial}{\partial z} \left(\vartheta \sum_{l=0}^{k} \sum_{m=0}^{k-l} q_l(z) q_m(z) a_{k-l-m}^{-1}(z) \right) - \frac{a_k(z)}{\rho} P_k(z) - K_R \sum_{l=0}^{k} q_l(z)\, a_{k-l}^{-1}(z) \right] \tag{15}$$

$$A(z,t) = \sum_{k=0}^{N} a_k(z)\, t^{k\alpha}, k = 0,1,2,3,\ldots,N \text{ and } \alpha = 0.3,0.5,0.7,1.0 \tag{16}$$

and

$$Q(z,t) = \sum_{k=0}^{N} q_k(z)\, t^{k\alpha}, k = 0,1,2,3,\ldots,N \text{ and } \alpha = 0.3,0.5,0.7,1.0 \tag{17}$$

where N denotes the truncation order. This study uses the tenth-order approximation for convergence and stability.

Fractional Variational Iteration Method (FVIM) for Validation

To validate the FRDTM solutions, the Fractional Variational Iteration Method (FVIM) is applied to the same fractional governing equations. FVIM constructs correction functionals using Lagrange multipliers and generates successive approximations that converge to the analytical solution.

The correction functional for the fractional continuity and momentum equations are written as

$$A_{k+1}(z,t) = A_k(z,t) + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} \lambda_1(\tau) \left[D_\tau^\alpha A(z,\tau) + \frac{\partial Q_k(z,\tau)}{\partial z} \right] d\tau \tag{18}$$

and

$$Q_{k+1}(z,t) = Q_k(z,t) + \frac{1}{\Gamma(\alpha)}\int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1}\lambda_2(\tau)\left[D_\tau^\alpha Q_k(z,\tau) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\vartheta\frac{Q_k^2(z,\tau)}{A_k(z,\tau)}\right) + \frac{A_k(z,\tau)}{\rho}P_k(z,\tau) + K_R\frac{Q_k(z,\tau)}{A_k(z,\tau)}\right]d\tau \quad (19)$$

Where λ_1 and λ_2 are the Lagrange multipliers determined through variational theory.

Numerical Results and Discussion

In this section, approximate solutions of the formulated equations were obtained using the Fractional Reduced Differential Transform Method (FRDTM) and the Fractional Variational Iteration Method (FVIM). The FRDTM is employed as the primary numerical approach, while FVIM is used to validate the accuracy, convergence, and stability of the FRDTM results. Numerical simulations are performed for fractional orders $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ The solutions are evaluated at three axial locations along the artery: proximal ($z = 3.50cm$), middle ($z = 7.50cm$), and distal ($z = 11.25$), to examine variations in arterial area A, pressure P, and discharge Q. All computations are carried out using Maple 2021. The FRDTM series solutions are computed up to the 10th term approximation, while the FVIM solutions are evaluated up to the 15th iteration.

Table 2. Comparison of the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ at the proximal location $z = 3.50cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional orders $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM|
0	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0
0.02	0.798456	0.798234	0.801234	0.800986	0.803456	0.803182	0.805234	0.804889	0.000345
0.04	0.810789	0.810523	0.816456	0.816144	0.820789	0.820435	0.824456	0.823963	0.000493
0.06	0.822234	0.821924	0.830789	0.830423	0.836234	0.835806	0.841789	0.841195	0.000594
0.08	0.832567	0.832214	0.844234	0.843814	0.849567	0.849065	0.856234	0.855548	0.000686
0.1	0.841789	0.841393	0.856456	0.855982	0.860789	0.860213	0.867789	0.867012	0.000777
0.12	0.849234	0.848794	0.867789	0.867261	0.869234	0.869583	0.876234	0.875365	0.000869
0.14	0.8545670	0.854083	0.8772340	0.876650	0.8745670	0.874828	0.881567	0.880607	0.00096

Table 2 compares the cross-sectional area $A(z,t)$ obtained using FRDTM and FVIM at the proximal arterial location for different fractional orders $\alpha = 0.3, 0.5, 0.7$ and 1.0. The results show that the arterial area increases gradually with time for all fractional orders, indicating vessel expansion due to pulsatile blood flow. Higher fractional orders produce slightly larger area variations, reflecting reduced memory effects and a more elastic arterial response. Furthermore, the absolute errors between FRDTM and FVIM remain very small(10^{-4}), demonstrating excellent agreement, accuracy, and convergence of the FRDTM for the fractional blood flow model

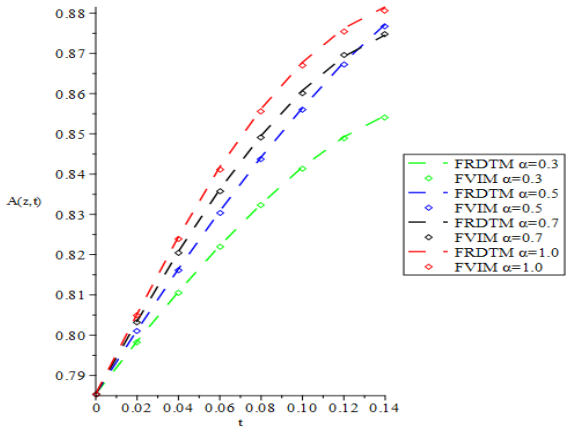


Figure 1. 2D surface plot Comparison of cross-sectional area $A(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at proximal arterial location $x = 3.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5{,}0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0{,}0.14]$

Figure 1 illustrates the temporal variation of the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ for different fractional orders. The results show a smooth increase in area with time, representing arterial expansion under pulsatile flow conditions. Higher fractional orders produce faster and larger area responses, indicating reduced memory effects and a more elastic arterial behaviour. In contrast, lower fractional orders exhibit slower growth due to stronger viscoelastic and memory effects within the arterial wall.

Table 3. Comparison of the discharge $Q(z,t)$ at the proximal location $z = 3.50cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional orders α order $\alpha = 0.3,\ 0.5{,}0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0{,}0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM|
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	0.003234	0.00323	0.004534	0.004529	0.005734	0.005728	0.008234	0.008227	0.000007
0.04	0.005834	0.005829	0.007834	0.007828	0.010234	0.010227	0.014834	0.014826	0.000008
0.06	0.007634	0.007628	0.010234	0.010227	0.013734	0.013726	0.019834	0.019825	0.000009
0.08	0.008634	0.008627	0.011734	0.011726	0.016234	0.016225	0.023234	0.023224	0.00001
0.1	0.008934	0.008926	0.012334	0.012325	0.017734	0.017724	0.025234	0.025223	0.000011
0.12	0.008534	0.008525	0.012134	0.012124	0.018234	0.018223	0.026234	0.026222	0.000012
0.14	0.007434	0.007424	0.011234	0.011223	0.017634	0.017622	0.026123	0.026110	0.000013

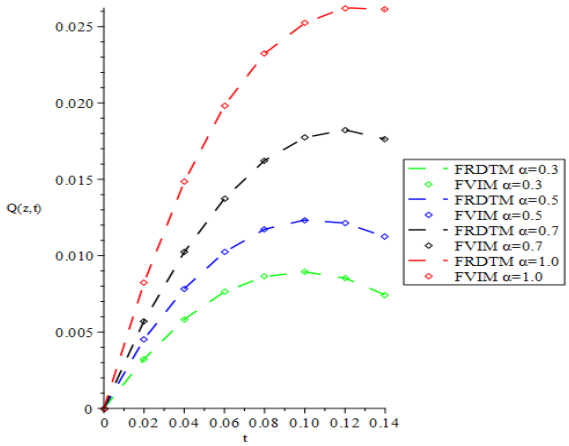


Figure 2. 2D surface plot Comparison of discharge $Q(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at proximal arterial location $z = 3.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5{,}0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0{,}0.14]$

Table 3 and Figure 2 shows that the discharge $Q(z,t)$ increases with time for all fractional orders, reflecting the progressive response of blood flow to the applied pressure gradient. The increase is more pronounced for higher fractional orders, particularly $\alpha = 1.0$, indicating faster flow dynamics and reduced memory effects. In contrast, lower fractional orders exhibit slower discharge growth due to stronger viscoelastic damping and fractional memory effects. The close agreement between the FRDTM and FVIM curves further confirms the accuracy and reliability of both numerical methods.

Table 4. Comparison of the pressure $P(z,t)$ at the proximal location $z = 3.50cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional order $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM|
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	8.550218	8.405441	10.36018	10.19872	11.80563	11.62749	12.96081	12.73676	0.22405
0.04	16.56174	16.38959	20.22259	20.02137	23.01312	22.78542	25.36899	25.05256	0.31643
0.06	23.94209	23.74286	29.42532	29.19131	32.90054	32.62778	36.43432	36.05701	0.37731
0.08	30.56136	30.33591	37.98600	37.71961	41.36272	41.04532	45.56923	45.13716	0.43207
0.1	36.43432	36.18279	45.70901	45.41053	48.43377	48.07195	52.82118	52.33506	0.48612
0.12	41.15218	40.87393	52.82118	52.49087	53.72467	53.94276	58.0908	57.54973	0.54107
0.14	44.51898	44.21386	58.71311	58.34973	57.05263	57.21524	61.40548	60.80955	0.59593

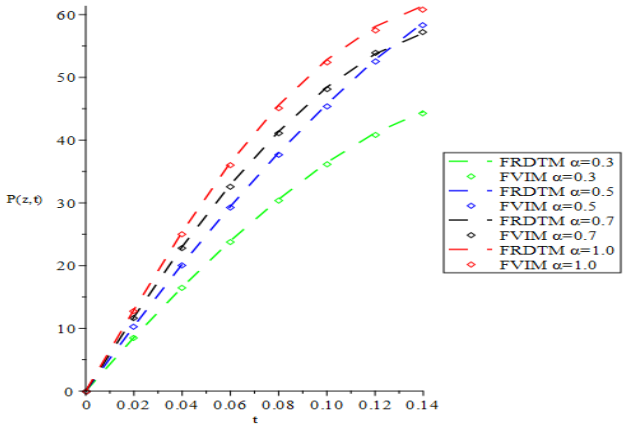


Figure 3. 2D surface plot comparison of pressure $P(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at proximal arterial location $z = 3.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 4 and Figure 3 illustrate the temporal variation of pressure $P(z,t)$) at the proximal arterial location for different fractional orders. The results show that pressure increases with time for all values of α reflecting the buildup of arterial force during pulsatile blood flow. Higher fractional orders ($\alpha = 0.7\ and\ 1.0$) produce a steeper pressure rise, indicating reduced memory effects and faster pressure wave propagation, whereas lower fractional orders exhibit slower pressure growth due to stronger viscoelastic damping. The close agreement between FRDTM and FVIM confirms the consistency and reliability of both methods, with only small absolute errors observed throughout the simulation interval.

Table 5. Comparison of the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ at the middle location $z = 7.50cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional orders $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM| 1.0
0	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0
0.02	0.796234	0.796034	0.798123	0.797897	0.800234	0.799978	0.802234	0.801908	0.000326
0.04	0.806456	0.806179	0.810234	0.809923	0.814123	0.813741	0.818123	0.817657	0.000466
0.06	0.815789	0.815442	0.821456	0.821078	0.826789	0.826335	0.832789	0.832200	0.000589
0.08	0.824234	0.824817	0.831789	0.831344	0.838234	0.837715	0.846234	0.845529	0.000705
0.1	0.831789	0.831302	0.841234	0.840722	0.848456	0.847873	0.858456	0.857634	0.000822
0.12	0.838234	0.837678	0.849567	0.849888	0.857234	0.856586	0.869234	0.868291	0.000943
0.14	0.843567	0.843942	0.856234	0.856503	0.864567	0.864853	0.878567	0.877501	0.001066

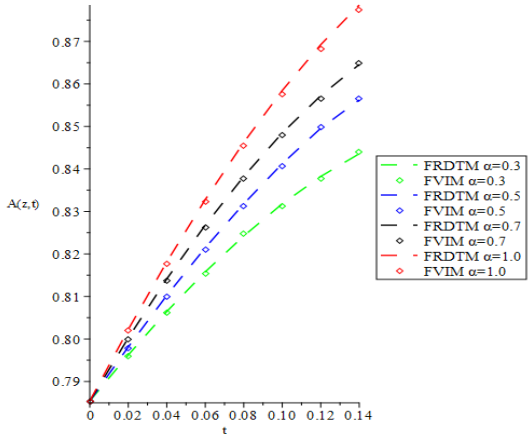


Figure 4. 2D surface plot comparison of arterial cross-sectional area $A(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at middle arterial location $z = 7.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 5 and Figure 4 illustrate the temporal evolution of the cross-sectional area $A(z,t)$ at the middle arterial segment ($z = 7.50$cm) for different fractional orders α ($0.3,\ 0.5,0.7$ and 1.0). It is observed that the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ increases monotonically over time for all fractional orders α ($0.3,\ 0.5,0.7$ and 1.0). Higher α yields faster expansion (ΔA: 0.058→0.093 cm²), reflecting more Newtonian-like behavior with reduced memory effects; lower α shows slower, viscoelastic-dominated response. FRDTM and FVIM methods agree closely (error ~10^{-3}), validating the results.

Table 6. comparison of discharge $Q(z,t)$ values at the middle arterial location ($z = 7.50cm$) between the results obtained by the FRDTM, the FVIM and the absolute error for various fractional order $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over $t \in [0,0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM| 1.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	0.002634	0.00263	0.003534	0.003529	0.004734	0.004728	0.006623	0.006616	6E-6
0.04	0.004734	0.004729	0.006234	0.006228	0.008234	0.008227	0.011834	0.011826	7E-6
0.06	0.006234	0.006228	0.008234	0.008227	0.010734	0.010726	0.015834	0.015825	8E-6
0.08	0.007134	0.007127	0.009534	0.009526	0.012234	0.012225	0.018834	0.018825	9E-6
0.1	0.007434	0.007426	0.010134	0.010125	0.012734	0.012724	0.020834	0.020824	1E-5
0.12	0.007134	0.007125	0.010134	0.010124	0.012234	0.012223	0.021834	0.021824	11E-4
0.14	0.006234	0.006224	0.009534	0.009523	0.011234	0.011222	0.021723	0.021712	12E-4

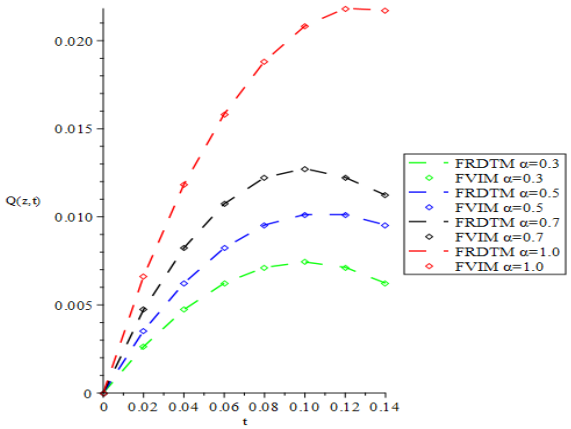


Figure 5. 2D surface plot comparison of discharge $Q(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at middle arterial location $z = 7.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 6 and Figure 5 show the variation of discharge $Q(z,t)$ with time at the middle arterial location z = 7.50cm for different fractional orders ($\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$). The discharge $Q(z,t)$ increases steadily over time for all α ($0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$). Higher α yields larger discharge (ΔQ:~0.0062-0.0217cm³/s), reflecting faster flow and reduced viscous/memory effects; lower α shows slower, damped response. FRDTM and FVIM agree closely (errors ~10^{-6} to10^{-3}), with FRDTM slightly more accurate, confirming both methods' reliability for fractional flow modeling.

Table 7. Comparison of the pressure $P(z,t)$ at the middle location $z = 7.50cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional orders $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	FRDTM 0.3	FVIM 0.3	FRDTM 0.5	FVIM 0.5	FRDTM 0.7	FVIM 0.7	FRDTM 1.0	FVIM 1.0	|FVIM-FRDTM| 1.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	7.100243	6.969633	8.333046	8.18563	9.709006	9.542241	11.01094	10.79884	0.212105
0.04	13.75401	13.57426	16.20253	16.00119	18.71703	18.47031	21.29704	20.99680	0.300246
0.06	19.79238	19.56849	23.44203	23.19898	26.8651	26.57412	30.70312	30.32697	0.376153
0.08	25.22651	25.60063	30.06441	29.78006	34.17417	33.84381	39.25360	38.80694	0.446657
0.1	30.06441	29.75322	36.08179	35.75646	40.66014	40.29127	46.96754	46.45047	0.517078
0.12	34.17417	33.82026	41.36272	41.56563	46.19876	45.79086	53.72467	53.13514	0.589523
0.14	37.56292	37.80080	45.56923	45.73861	50.80393	50.98314	59.54210	58.87921	0.662889

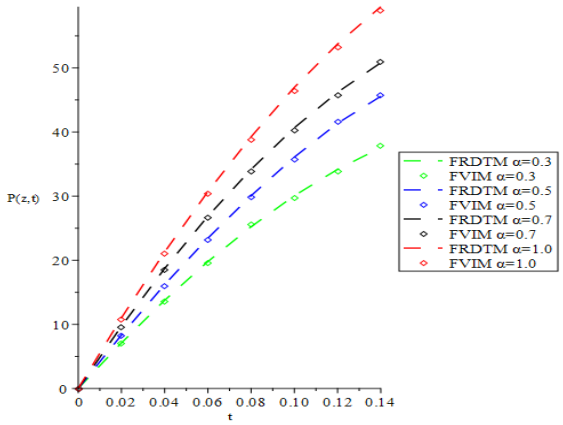


Figure 6. 2D surface plot comparison of pressure $P(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at middle arterial location $z = 7.50cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 7 and Figure 6 illustrate the evolution of pressure $P(z,t)$ with respect to time at the mid-arterial point $z = 7.50\text{cm}$ for different fractional orders α $(0.3,\ 0.5,0.7$ and $1.0)$. At z=7.50 cm, pressure $P(z,t)$ rises over time for all α $(0.3,\ 0.5,0.7$ and $1.0)$, with FRDTM and FVIM in close agreement (small, gradually increasing errors). Higher α yields greater pressure buildup (~37.6 to ~59.4 dyne/cm² at t=0.14 s), reflecting more Newtonian-like behavior with reduced viscoelastic damping; lower α shows slower, memory-dominated response. Results confirm that increasing α enhances pressure propagation and flow conductance.

Table 8. Comparison of the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ at the distal location $z = 11.25cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional orders $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	*FRDTM 0.3*	*FVIM 0.3*	*FRDTM 0.5*	*FVIM 0.5*	*FRDTM 0.7*	*FVIM 0.7*	*FRDTM 1.0*	*FVIM 1.0*	*|FVIM-FRDTM| 1.0*
0	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0.785398	0
0.02	0.793234	0.793056	0.794123	0.793923	0.795234	0.795009	0.797234	0.796958	0.000276
0.04	0.800456	0.800201	0.802234	0.801949	0.804123	0.803778	0.808123	0.807723	0.0004
0.06	0.806789	0.806467	0.809456	0.809098	0.812234	0.811772	0.818234	0.817708	0.000526
0.08	0.812234	0.811859	0.815789	0.815368	0.819456	0.818891	0.827456	0.826803	0.000653
0.1	0.816789	0.816374	0.821234	0.820749	0.825789	0.825121	0.835789	0.835006	0.000783
0.12	0.820234	0.820679	0.825567	0.825018	0.831234	0.830472	0.843234	0.842319	0.000915
0.14	0.822567	0.822823	0.828234	0.828621	0.835567	0.834710	0.849567	0.848519	0.001048

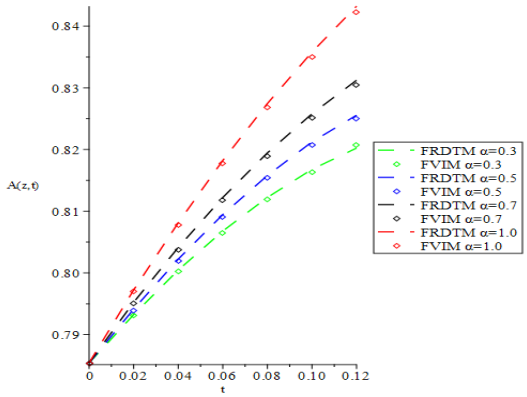


Figure 7. 2D comparison of the cross-sectional arterial $A(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at distal arterial location $z = 11.25cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 8 and Figure 7 present the temporal variation of the arterial cross-sectional area $A(z,t)$ at the distal location ($z = 11.25$cm) for different fractional orders α (0.3, 0.5,0.7 and 1.0) over $t \in [0,0.14]$s. At z=11.25 cm, arterial area $A(z,t)$ increases over time for all α (0.3, 0.5,0.7 *and* 1.0), with FRDTM and FVIM in excellent agreement (errors <0.0011). Higher α yields greater expansion (ΔA: ~0.0372 to 0.0642 cm²), reflecting reduced viscoelastic damping and more Newtonian-like wall compliance; lower α shows restrained, memory-dominated response.

Table 9. Comparison of discharge $Q(z,t)$ at the distal location $z = 11.25cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional order $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	*FRDTM 0.3*	*FVIM 0.3*	*FRDTM 0.5*	*FVIM 0.5*	*FRDTM 0.7*	*FVIM 0.7*	*FRDTM 1.0*	*FVIM 1.0*	*|FVIM-FRDTM| 1.0*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	0.002134	0.00213	0.002734	0.002729	0.003434	0.003428	0.005334	0.005327	0.000007
0.04	0.003734	0.003729	0.004634	0.004628	0.005834	0.005827	0.009434	0.009426	0.000008
0.06	0.004834	0.004828	0.005934	0.005927	0.007434	0.007426	0.012334	0.012325	0.000009
0.08	0.005434	0.005428	0.006734	0.006727	0.008434	0.008425	0.014234	0.014224	0.000010
0.1	0.005634	0.005627	0.007034	0.007026	0.008834	0.008824	0.015234	0.015224	0.000010
0.12	0.005434	0.005427	0.006834	0.006826	0.008634	0.008623	0.015334	0.015323	0.000011
0.14	0.004834	0.004827	0.006134	0.006125	0.007834	0.007822	0.014634	0.014623	0.000011

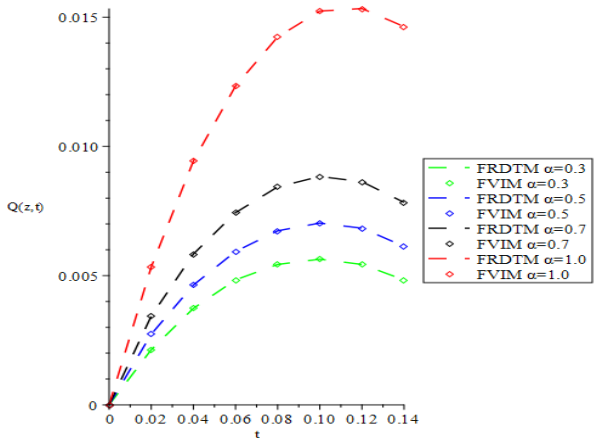


Figure 8. 2D comparison of discharge $Q(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at distal arterial location $z = 11.25cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

.

Table 9 and Figure 8 shows that, at z =11.25 cm, the discharge $Q(z,t)$ starts at zero, it rises nonlinearly to a peak at t=0.10 to 0.12 s, then slightly declines. Higher α yields greater flow (ΔQ: ~0.0048 to 0.0146 cm³/s), reflecting reduced viscoelastic damping and more Newtonian-like behavior; lower α shows slower, memory-dominated flow. FRDTM and FVIM agree closely (errors <1.1×10⁻⁵), confirming method reliability.

Table 10. Comparison of pressure $P(z,t)$ at the distal location $z = 11.25cm$, obtained using FRDTM and FVIM, together with the corresponding absolute errors, for fractional order $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

t (s)	*FRDTM 0.3*	*FVIM 0.3*	*FRDTM 0.5*	*FVIM 0.5*	*FRDTM 0.7*	*FVIM 0.7*	*FRDTM 1.0*	*FVIM 1.0*	*|FVIM-FRDTM| 1.0*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02	5.139368	5.022906	5.720827	5.590043	6.447029	6.299999	7.753047	7.572914	0.180133
0.04	9.853601	9.687510	11.01094	10.82552	12.23913	12.01493	14.83510	14.57579	0.259307
0.06	13.97006	13.76115	15.69878	15.46689	17.49642	17.19767	21.36855	21.02966	0.338888
0.08	17.49642	17.25393	19.79238	19.52074	22.15543	21.79168	27.29244	26.87407	0.418375
0.1	20.43731	20.16971	23.29929	22.98739	26.22407	25.79565	32.61694	32.11777	0.499177
0.12	22.65610	22.94237	26.08171	25.72958	29.70976	29.22265	37.35164	36.77087	0.58077
0.14	24.15605	24.32051	27.79069	28.03844	32.47544	31.92900	41.36272	40.69999	0.662729

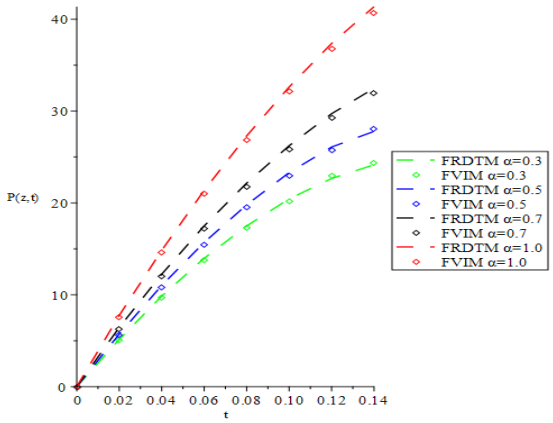


Figure 9. 2D comparison of pressure $P(z,t)$ obtained by FRDTM and FVIM solutions at distal arterial location $z = 11.25cm$ for varying $\alpha = 0.3,\ 0.5,0.7\ and\ 1.0$ over the interval $t \in [0,0.14]$

Table 10 and Figure 9 shows the temporal variation of arterial pressure $P(z,t)$ at the distal position **(**$z = 11.25$cm**)** for different fractional orders α (0.3, 0.5,0.7 and 1.0), obtained using the FRDTM and the FVIM. At z=11.25 cm, pressure $P(z,t)$ rises steadily from zero for all α (0.3, 0.5,0.7 and 1.0), with FRDTM and FVIM in close agreement (errors gradually increase from 0.18 to 0.66). Higher α yields greater pressure buildup (~24.2 to ~41.4 dyne/cm² at t=0.14 s), reflecting more Newtonian-like behavior with reduced viscoelastic damping; lower α shows slower, memory-dominated response. Results confirm that increasing α enhances pressure propagation along the artery.

Conclusion

A comprehensive one-dimensional viscoelastic fractional blood flow model in a compliant artery has been developed and analyzed. By incorporating the Caputo fractional derivative, the model accounts for memory-dependent rheological and elastic effects that are neglected in classical formulations. The Fractional Reduced Differential Transform Method provides accurate and rapidly convergent approximate solutions, which are strongly validated by the Fractional Variational Iteration Method. The fractional order is shown to significantly influence arterial compliance, pressure propagation, and flow dynamics. The proposed model offers a robust and physiologically realistic framework for studying arterial hemodynamics and can be extended to more complex vascular networks.

References

Alastruey, J., Parker, K. H., Peiró, J., Byrd, S. M. & Sherwin, S. J. (2012). Modelling the circle of Willis to assess the effects of anatomical variations and occlusions on cerebral flows. Journal of Biomechanics, 45(7), 1321–1328. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2012.01.042.

Budiawan, & Mungkasi, S. (2017). A mathematical model of blood flow with fractional derivatives. *Journal of Physics: Conference Series*, 893(1), 012011.

https://doi.org/10.1088/1742-6596/893/1/012011

Das, S. and Gupta, P. K. (2011). A mathematical model on fractional Lotka-Volterra equations, *Journal of Theoretical Biology, 277*(1). https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2011.01.034

Formaggia, L., Quarteroni, A. & Veneziani, A. (2009). Cardiovascular Mathematics: Modeling and Simulation of the Circulatory System. Springer, Berlin.

Fung, Y. C. (1997). Biomechanics: Circulation (2nd Edition). Springer-Verlag, New York.

He, J. H. (1999). Variational iteration method—A kind of nonlinear analytical technique: Some examples. International Journal of Non-Linear Mechanics, 34(4), 699–708.

DOI: 10.1016/S0020-7462(98)00048-1.

Keskin, Y. & Oturanc, G. (2010). Reduced differential transform method for fractional partial differential equations. Nonlinear Science Letters A, 1(2), 61–72.

Magin, R. L. (2006). Fractional Calculus in Bioengineering. Begell House Publishers, Connecticut.

Nichols, W. W., O'Rourke, M. F. & Vlachopoulos, C. (2011). McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles (6th Edition). Hodder Arnold, London.

Noori, S. R., & Taghizadeh, N. (2021). Study of convergence of reduced differential transform method for different classes of differential equations. *International Journal of Differential Equations*. DOI:10.1155/2021/6696414

Odibat, Z. & Momani, S. (2008). A generalized differential transform method for linear partial differential equations of fractional order. Applied Mathematics Letters, 21(2), 194–199. DOI: 10.1016/j.aml.2007.02.022.

Podlubny, I. (1999). Fractional Differential Equations. Academic Press, San Diego.

Quarteroni, A. & Formaggia, L. (2004). Mathematical modelling and numerical simulation of the cardiovascular system. In: Computational Models for the Human Body. Elsevier, pp. 79–108.

Sherwin, S. J., Franke, V., Peiró, J. & Parker, K. H. (2003). One-dimensional modelling of a vascular network in space-time variables. Journal of Engineering Mathematics, 47(3–4), 217–250. DOI: 10.1023/B.0000007979.32871.e2.

Sun, H., Zhang, Y., Baleanu, D., Chen, W. & Chen, Y. (2018). A new collection of real-world applications of fractional calculus in science and engineering. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 64, 213–231. DOI: 10.1016/j.cnsns.2018.04.019.

Tripathi, D. & Pandey, S. K. (2014). Peristaltic transport of fractional second grade fluid through a cylindrical tube. Thermal Science, 18(5), 1389–1398. DOI: 10.2298/TSCI120704090T.

Womersley, J. R. (1955). Method for the calculation of velocity, rate of flow and viscous drag in arteries when the pressure gradient is known. The Journal of Physiology, 127(3), 553–563. DOI: 10.1113/jphysiol.1955.sp005276.

EFFECTIVENESS OF STEM EDUCATION THROUGH THE FLIPPED CLASSROOM: A COMPARATIVE AND STATISTICAL ANALYSIS OF STUDENT ACHIEVEMENT IN TEACHING THE UNIT "THERMAL PHENOMENA" IN GRADE IX WITH INTENSIVE STUDY OF ENGLISH

Bilyana Dimitrova Ivanova

PVTT "A. S. Popov", Sofia

Abstract

This article investigates the effectiveness of a STEM education model implemented through the flipped classroom approach in teaching the unit "Thermal Phenomena" in Grade IX with intensive study of a foreign language. The theoretical foundations of both approaches are presented and the necessity of their integration in physics education is substantiated. The methodology and organisation of the pedagogical experiment are described, including sample characteristics (N = 52), diagnostic instruments, and conditions of implementation. A three-stage instructional model was developed and applied: pre-class self-preparation through digital resources, in-class experimental and investigative activity, and consolidation through analysis and discussion. Student achievement was assessed through equivalent entry and exit tests (maximum score: 30 points). Comparative, descriptive, and inferential statistical analysis — including Student's t-test — were applied. The results demonstrate statistically significant differences between the two groups ($t = -4.95$; $p = 0.00001$), confirming the effectiveness of the applied methodology.

Keywords: STEM education, flipped classroom, student achievement, thermal phenomena, pedagogical experiment, statistical analysis

1. INTRODUCTION

Contemporary education increasingly demands the application of innovative pedagogical approaches aimed at active student participation and the development of skills for solving practical and research-based problems. In physics instruction, this requires methods that meaningfully connect theoretical knowledge with its practical application.

STEM education has become established as an effective integrative approach that unifies knowledge from the fields of science, technology, engineering, and mathematics, and creates conditions for developing investigative skills (Bybee, 2013; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). The flipped classroom model complements this by transferring the initial acquisition of new knowledge outside the classroom — through digital resources — while class time is devoted to practical activity, discussion, and problem-solving (Bergmann & Sams, 2012; Bishop & Verleger, 2013). The combination of the two approaches activates students' cognitive engagement and supports deeper understanding of the subject matter (Freeman et al., 2014).

The application of these approaches is particularly relevant in Grade IX with intensive study of a foreign language, where students are required to master both Grade VIII and Grade IX physics content within 90 teaching hours. The unit "Thermal Phenomena" is especially well-suited for an integrated STEM model, given its rich potential for experimental and investigative activity (National Research Council, 2012).

The aim of this study is to establish the effectiveness of a STEM education model delivered through the flipped classroom in teaching the unit "Thermal Phenomena", through a comparative analysis of student achievement in a control and an experimental group.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1. STEM Education in Physics Instruction

STEM education is understood as a contemporary pedagogical approach whose essence lies in the creation of a learning environment in which students actively participate in the process of knowledge construction through the solution of practical and investigative tasks (Andreev, 2001; Bybee, 2013). Its defining characteristics

include the development of key competencies — critical thinking, teamwork, creativity, and problem-solving — making it particularly appropriate for science subjects, where the link between theory and practice is of fundamental importance.

In physics, STEM education enables students to engage in the full cycle of scientific inquiry: formulating hypotheses, designing and conducting experiments, processing data, and drawing evidence-based conclusions (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). The interdisciplinary dimension integrating mathematical data processing, technological tools, and engineering-oriented thinking further enriches the learning experience.

The specific context of Grade IX with intensive language study is noteworthy: students cover the equivalent of two years of physics content within a single academic year of 90 teaching hours. This intensified curriculum demands pedagogical approaches that support meaningful and efficient knowledge acquisition (Kanchev, 2012).

2.2. The Flipped Classroom as a Pedagogical Model

The flipped classroom inverts the traditional structure of instruction. Students encounter new content prior to the lesson — via video materials, interactive presentations, and digital simulations — while in-class time is reserved for active learning: experiments, problem-solving, and peer discussion (Bergmann & Sams, 2012). This redistribution of cognitive labour increases the time available for higher-order thinking and supports individualised teacher guidance (Bishop & Verleger, 2013). For physics instruction, the model is particularly advantageous as it frees lesson time for hands-on experimental work.

2.3. Integration of STEM and the Flipped Classroom

The integration of STEM education and the flipped classroom creates a coherent instructional framework that transforms the student from a passive recipient of information into an active knowledge constructor. Pre-class digital preparation provides conceptual grounding, while in-class STEM activities develop higher-order competencies. This synergy has been demonstrated to significantly improve student performance in science, engineering, and mathematics (Freeman et al., 2014; Prince, 2004).

The unit “Thermal Phenomena”, covering temperature, internal energy, heat transfer, thermodynamic processes, and heat engines, is particularly conducive to this integrated model. Its content supports inquiry-based learning and allows students to build causal understanding of physical phenomena (National Research Council, 2012).

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Research Design and Participants

The study was conducted as a pedagogical experiment with a control group and an experimental group at PVTT “A. S. Popov”, Sofia. Both groups comprised Grade IX students with intensive study of English, taught by the same teacher under identical conditions. Each group included 26 students (total N = 52), ensuring control over teacher effect and instructional context.

The control group received instruction according to the traditional teaching model. The experimental group was taught using the developed STEM-flipped classroom model comprising three sequential stages: (1) pre-class self-preparation through digital resources (videos, interactive presentations, and PhET simulations accessed via Ucha.se and Khan Academy, accompanied by guiding questions); (2) in-class experimental and investigative activity in teams, including working sheets with STEM tasks integrating science, technology, engineering, and mathematics; (3) consolidation through analysis, class discussion, and reflective self-assessment. The system covers five lessons on the unit topics: thermal motion and internal energy; heat transfer and changes of state; the first law of thermodynamics; ideal gas processes; and heat engines.

3.2. Diagnostic Instruments and Statistical Methods

Student achievement was assessed through equivalent entry and exit tests, identical in structure and difficulty. Each test comprised multiple-choice questions, short-answer questions, and applied problem-solving tasks. The maximum score was 30 points. Descriptive statistics (mean, median, standard deviation, variance, minimum, maximum, range) and Student's independent-samples t-test ($\alpha = 0.05$) were applied. Uniform testing conditions, a single teacher, and identical curriculum ensured objectivity.

4. RESULTS AND ANALYSIS

4.1. Entry Measurement — Baseline Equivalence

The entry test results confirm the comparability of the two groups. Mean scores were virtually identical (control: 19.04 pts / 63.5%; experimental: 18.69 pts / 62.3%), validating the experimental design.

Parameter	Control Group	Experimental Group
Mean	19.04	18.69
Median	19	18
Standard Deviation	1.96	2.68
Variance	3.84	7.18
Minimum	15	13
Maximum	22	28
Range	7	15
n	26	26
Mean (%)	63.5%	62.3%

Table 1. Descriptive statistics — entry measurement

The greater range in the experimental group (15 vs. 7) reflects higher initial heterogeneity in prior knowledge, making the subsequent improvement even more indicative of the methodology's effectiveness.

4.2. Exit Measurement — Post-Intervention Achievement

Following the instructional intervention, substantial differences emerged. The experimental group's mean rose from 18.69 to 24.15 points (80.5%), while the control group progressed from 19.04 to 20.88 points (69.6%).

Parameter	Control Group	Experimental Group
Mean	20.88	24.15
Median	21	24
Standard Deviation	2.69	2.22
Variance	7.24	4.93
Minimum	15	20
Maximum	26	28
Range	11	8
n	26	26
Mean (%)	69.6%	80.5%

Table 2. Descriptive statistics — exit measurement

The standard deviation in the experimental group decreased from 2.68 to 2.22, indicating more consistent knowledge acquisition. The minimum score in the experimental group (20 pts) substantially exceeds that of the control group (15 pts).

4.3. Analysis of Learning Gain and Visual Comparison

The control group demonstrated a modest gain of 1.84 points (5.8 percentage points). The experimental group achieved a gain of 5.46 points (18.2 percentage points) — approximately three times greater — indicating that the STEM-flipped model not only improved outcomes but accelerated the pace of learning.

Parameter	Control Group	Experimental Group
Mean score — entry (pts)	19.04	18.69
Mean score — exit (pts)	20.88	24.15
Absolute gain (pts)	1.84	5.46
Gain (percentage points)	5.8 p.p.	18.2 p.p.

Table 3. Comparative analysis of learning gain

Figure 1 presents a visual comparison of mean percentage scores at entry and exit measurement for both groups, clearly illustrating the divergence in the rate of improvement.

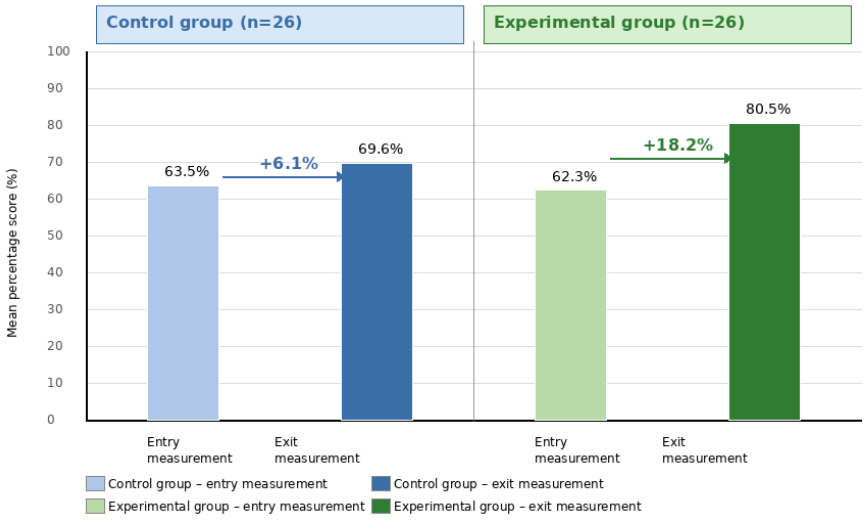


Figure 1. Comparison of entry and exit measurement results — mean percentage score (%) by group

Figure 1 makes evident that while the control group shows a gradual, moderate increase (from 63.5% to 69.6%), the experimental group exhibits a markedly steeper rise (from 62.3% to 80.5%). The divergence in gain — 6.1 vs. 18.2 percentage points — is a clear indicator of the differential impact of the two instructional approaches.

4.4. Inferential Statistical Analysis

Student's independent-samples t-test was applied to the exit measurement data. The null hypothesis (H_0) posits no statistically significant difference between the two groups at $\alpha = 0.05$.

Parameter	Control Group	Experimental Group
Mean	20.88	24.15
Variance	7.24	4.93
Observations	26	26
Degrees of freedom (df)	50	
t statistic	–4.95	
P(T≤t) two-tail	0.00001	
t critical two-tail	2.009	

Table 4. Student's t-test for independent samples

The obtained t-value of –4.95 exceeds the critical value of 2.009 in absolute terms, and the p-value (0.00001) is substantially below $\alpha = 0.05$. The null hypothesis is therefore rejected. The difference is statistically significant, confirming that the applied methodology exerts a substantial positive effect on student achievement.

5. CONCLUSION

This study provides empirical evidence that STEM education implemented through the flipped classroom leads to significantly improved student achievement in the unit "Thermal Phenomena" in Grade IX with intensive study of a foreign language. The experimental group consistently outperformed the control group: higher mean scores, a learning gain approximately three times greater, and improved within-group homogeneity.

The inferential analysis confirms the statistical significance of these differences ($t = -4.95$; $p = 0.00001$), supporting the acceptance of working hypothesis H_1. These findings align with the international literature on the advantages of active learning and the flipped classroom (Freeman et al., 2014; Prince, 2004; Lage, Platt & Treglia, 2000).

The reduction in standard deviation within the experimental group indicates more equitable learning outcomes — a result of particular significance in heterogeneous classes. The proposed STEM-flipped classroom model may be regarded as a well-grounded and promising pedagogical technology for enhancing the quality of physics education, with potential for wider application across other units and subjects.

REFERENCES

Andreev, M. Didactics. Sofia: Narodna Prosveta, 2001.

Kanchev, I. Pedagogy. Sofia: St. Kliment Ohridski University Press, 2012.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Eugene, OR: ISTE.

Bishop, J., & Verleger, M. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition (Paper No. 6219). Atlanta, GA: ASEE.

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Arlington, VA: NSTA Press.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: National Academies Press.

Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. Journal of Economic Education, 31(1), 30–43.

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: National Academies Press.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 93(3), 223–231.

BAĞCILIKTA HASSAS TARIM TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI

Zir. Müh. Kanivar SÖNMEZ

Tarım ve Orman Bakanlığı / Derik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, ORCID**:** 0009-0008-7799-5778

Doç. Dr. Mehmet Settar ÜNAL

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak, ORCID: 0000-0001-5903-0157

ÖZET

Zirai üretimdeki ürün çeşitliliği, yetiştiricilik sahalarının çok değişik olması ve tarımın yoğun emekle yapılmasından dolayı zirai faaliyetler sırasında birçok meseleyle yüzyüze kalınmaktadır. Zirai üretim ve yetiştiricilik esnasında ekonomik kriz, hastalık, zararlı, kuraklık, sel, dolu gibi farklı zorluk ve belirsizlikle mücadele edilmektedir. Teknolojinin sunduğu teknik imkanlar, birçok zirai işlemin kolaylaştırılmasını, mevcut bazı meselelere alternatif çözümler sunmasını ve bilhassa üretim ve uygulamaların doğru ve zamanında yapılmasını sağlaması ile, zirai üretimin faydalı, verimli ve nitelikli yapılmasına mühim katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmanın esas amacı, bağcılıkta hassas tarım teknolojilerinin kullanımını ve bu teknolojilerin üretim verimliliği ile ürün kalitesi üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde incelemektir. Günümüzde hızla gelişen dijital tarım uygulamaları, bağ alanlarının daha doğru, veriye dayalı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine imkân tanımaktadır. Bu bağlamda çalışmada öncelikle hassas tarım kavramı tarif edilecek ve bağcılıkta kullanılan temel teknolojiler teferruatıyla ele alınacaktır. Araştırma kapsamında bilhassa drone sistemleri, uzaktan algılama yöntemleri, toprak ve bitki sensörleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri gibi teknolojilerin bağ yönetimindeki rolü incelenecektir. Bu teknolojiler sayesinde üreticiler, bağ içindeki farklılıkları daha net bir şekilde gözlemleyebilmekte ve buna bağlı olarak sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaları daha isabetli şekilde gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca söz konusu sistemlerin, su kaynaklarının verimli kullanımı, gübreleme süreçlerinin optimize edilmesi ve hastalıkların erken aşamada tespit edilmesi gibi kritik alanlardaki katkıları da değerlendirilecektir. Çalışmada yöntem olarak literatür taraması tercih edilmekte olup, güncel ilmi araştırmalar ve akademik çalışmalar ışığında hassas tarım uygulamalarının bağcılıktaki yararı ortaya konulacaktır. Bunun yanısıra Türkiye'de bu teknolojilerin kullanım seviyesi, yaygınlığı ve gelecekteki potansiyeli de incelenecektir. Sonuç bölümünde ise hassas tarım teknolojilerinin bağcılıkta sürdürülebilir üretim maliyetlerin azaltılması ve verim artışı açısından sağladığı katkılar bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Hassas Tarım, Bağcılık, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

GİRİŞ

Dünya genelinde yaklaşık 6,7 milyon hektarlık bir alanda gerçekleştirilen bağcılık faaliyetleri, sofralık, kurutmalık ve şaraplık ürün desenleriyle küresel tarım ekonomisinde stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye, sahip olduğu üretim alanı(372 bin hektar) ve (3,5 milyon ton)miktar potansiyeliyle bu sektörün en önemli aktörlerinden biri konumundadır(FAO, 2024). Ancak günümüzde tarımsal üretim; yoğun emek gereksinimi, girdi maliyetlerindeki artış ve yüksek mekânsal değişkenlik gibi yapısal zorlukların yanı sıra; ekonomik krizler, hastalık ve zararlı baskısı ile kuraklık, sel ve dolu gibi ekstrem iklim olaylarının yarattığı belirsizliklerle karşı karşıyadır.

Özellikle Akdeniz Havzası'nda belirginleşen iklim değişikliği süreci; yükselen sıcaklıklar ve uzun süreli kuraklık periyotları aracılığıyla asma fenolojisini doğrudan etkilemekte, verim ve ürün kalitesini tehdit ederek sektörün sürdürülebilirliğini riske atmaktadır.

Bu bağlamda, su kullanım verimliliğinin artırılması ve tarımsal sistemlerin iklim direncinin güçlendirilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Bu krizlerin yönetilmesinde, geleneksel yöntemlerin ötesine geçen, veriye dayalı ve teknoloji odaklı yeni bir üretim paradigmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Modern tarımın odak noktasını oluşturan "Hassas Bağcılık" (Precision Viticulture), bağ alanlarındaki zamansal ve mekânsal farklılıkları dikkate alarak bölgeye özgü yönetim stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

"İnsansız Hava Araçları (İHA), uzaktan algılama teknolojileri, toprak-bitki sensörleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi dijital araçlar; modern bağcılık yönetiminin temel bileşenlerini oluşturmaktadır." Bu teknolojiler sayesinde üreticiler, bağın bütününe yönelik tekdüze uygulamalar yerine; sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi kritik işlemleri tam zamanında ve ihtiyaç duyulan dozda gerçekleştirebilmektedir.

METOD, ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Bu çalışma, hassas tarım teknolojilerinin bağcılıkta kullanımını kapsamlı bir biçimde ele alarak, söz konusu uygulamaların üretim verimliliği ve ürün kalitesi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür taraması yöntemiyle hazırlanan bu araştırmada, güncel bilimsel veriler ışığında Türkiye'deki mevcut kullanım düzeyi ve gelecek potansiyeli değerlendirilecek; maliyetlerin optimizasyonu ve sürdürülebilir üretim perspektifiyle bütüncül bir sonuç ortaya konulacaktır.

İydir (2026), Manisa'nın Alaşehir ve Sarıgöl ilçeleri ile Denizli'nin Buldan ilçesindeki bağ alanlarında kullanılan plastik örtülerin mikroklima üzerindeki etkilerini uzaktan algılama teknikleriyle incelemiştir. Çalışmada Landsat 8 ve Landsat 9 uydu görüntüleri kullanılarak yer yüzey sıcaklığı (YYS), NDVI ve albedo değerleri analiz edilmiş; örtülü ve örtüsüz bağ alanları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda plastik örtülerin güneş ışığını yansıtma kapasitesini artırdığı, buna bağlı olarak örtülü bağ alanlarında yer yüzey sıcaklığının örtüsüz alanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca plastik örtülerin bağ mikroklimasını etkileyerek sıcaklık ve bitki gelişim dinamiklerinde değişiklik oluşturduğu ortaya konmuştur. Çalışmada uzaktan algılama ve CBS tabanlı hassas tarım teknolojilerinin bağlarda sıcaklık değişimi, bitki gelişimi ve mikroklimatik farklılıkların izlenmesinde etkin biçimde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Vedula ve Arunachalam (2026) "Hassas bağcılıkta akıllı sulama ve zararlı yönetimi, kaynak etkinliği açısından kritik parametrelerdir. Geliştirilen blok zinciri destekli Evrişimsel Sinir Ağı (CNN) ve IoT tabanlı otomasyon sistemlerinin, zararlı tespitinde %95,8 gibi yüksek bir doğruluk sunarken, su tüketimini %55,2 oranında azalttığı ve asma verimliliğini %26,8 artırdığı rapor edilmiştir.

Özyurt vd. (2025), üzüm bağlarında insansız hava araçları (İHA) ile gerçekleştirilen pestisit uygulamalarında farklı uçuş yönü ve damlacık boyutlarının ilaç dağılım etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'ne ait Papazkarası üzüm bağlarında yürütülmüş; farklı damlacık boyutları ve uçuş yönleri kullanılarak damla yoğunluğu, yüzey kaplama oranı ve dağılım düzgünlüğü analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda küçük damlacık boyutlarının ve sıraya paralel uçuş yönünün asmaların alt yapraklarında daha yüksek damla birikimi ve daha homojen pestisit dağılımı sağladığı belirlenmiştir. Çalışmada İHA tabanlı hassas ilaçlama uygulamalarının bağlarda pestisit etkinliğini artırabileceği ve sürdürülebilir bağ yönetimine katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır.

Modern bağcılık uygulamalarında IoT ve sensör ağlarının kullanımını inceleyen Pascoal vd. (2024); bu sistemlerin su tasarrufu, bitki koruma ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki dönüştürücü etkisini kanıtlamıştır. Araştırma, dijital izleme araçlarının hassas bağcılıkta veri odaklı karar verme süreçlerini optimize ederek üretim kalitesini yükselttiğini göstermektedir.

Ferro ve Catania'ya (2023) göre hassas bağcılık teknolojileri; sensör sistemleri, uzaktan algılama yöntemleri, yapay zekâ uygulamaları ve veri işleme teknikleri aracılığıyla bağ içindeki mekânsal ve fizyolojik değişkenliğin yüksek doğrulukla izlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde drone tabanlı bağ izleme sistemleri, termal görüntüleme ile su stresi analizi, hiperspektral görüntüleme ile üzüm kalite değerlendirmesi, LiDAR tabanlı canopy modelleme, IoT destekli akıllı bağ sistemleri, değişken oranlı sulama uygulamaları ve derin öğrenme tabanlı verim tahmini gibi yenilikçi uygulamalar geliştirilebilmekte; böylece sürdürülebilir, verimli ve alana özgü bağ yönetim sistemlerinin oluşturulmasına önemli katkılar sağlanmaktadır.

Arık vd. (2023), bağcılıkta kullanılan biyoteknolojik yöntemlerin hastalık, kuraklık, tuzluluk ve diğer stres faktörlerine karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde önemli rol oynadığını belirtmiştir. Çalışmada moleküler markörler, gen transferi ve transkriptom analizleri gibi biyoteknolojik tekniklerin sürdürülebilir ve veri temelli bağ yönetim uygulamalarını desteklediği vurgulanmıştır.

Singh ve arkadaşlarına (2022) göre Hassas bağcılık teknolojileri, bağ içindeki mekânsal ve fizyolojik değişkenliklerin yüksek çözünürlüklü sensör sistemleri, uzaktan algılama teknikleri ve yakınsal algılama uygulamaları aracılığıyla izlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde su stresi, bitki gelişimi,

hastalık riski ve ürün olgunluğu gibi parametreler gerçek zamanlı olarak değerlendirilebilmekte; elde edilen veriler doğrultusunda sulama, gübreleme, ilaçlama ve hasat uygulamaları daha etkin şekilde planlanabilmektedir. Böylece üretim verimliliği artırılırken su, enerji ve kimyasal girdi kullanımı optimize edilmekte, sürdürülebilir ve veri temelli bağ yönetim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlanmaktadır.

Bağcılıkta uydu destekli uzaktan algılama teknolojileri, üzümün olgunlaşma sürecini takip etmek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlerde üzüm olgunluğunu ölçmek için sezon boyu yoğun fiziksel örnekleme yapılması gerekirken; Meyers ve ark. (2020), NDVI verileriyle bu ihtiyacı minimize etmeyi hedeflemiştir. Araştırma sonucunda; Brix, pH, asitlik ve antosiyanin gibi kritik kalite göstergeleri ile NDVI tabanlı veriler arasında güçlü bir bağ saptanmış, böylece uydu sistemlerinin bağ yönetiminde güvenilir bir alternatif sunduğu kanıtlanmıştır.

Bağcılıkta uydu görüntülerinin kullanım alanlarından bir diğeri, geç don zararlarının tespiti ve bitki gelişimindeki iyileşme sürecinin takip edilmesidir. Cogato vd. (2020), Kuzey İtalya'daki bağlarda don olayının etkilerini ve asmaların toparlanma dinamiklerini değerlendirmek için Sentinel-2 uydusundan alınan multispektral görüntüleri kullanmıştır. 2018 ve 2019 yıllarını kapsayan çalışmada, farklı bitki örtüsü indeksleri (VI) üzerinden yapılan karşılaştırmalar; orta çözünürlüklü uydu verilerinin don hasarını belirlemede ve rejenerasyon sürecini izlemede düşük maliyetli ve etkin bir yöntem olduğunu kanıtlamıştır.

Cogato vd. (2019), hassas bağcılık uygulamaları kapsamında Sentinel-2 uydu görüntülerinin sıcak hava dalgalarının asmalar üzerindeki etkilerini izleme potansiyelini değerlendirmiştir. Çalışmada NDVI ve farklı vejetasyon indisleri kullanılarak çevresel parametreler ile bitki stres göstergeleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin bağlarda ısı stresinin belirlenmesinde etkin biçimde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

İncelenen çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde; hassas bağcılık uygulamalarının, geleneksel bağ yönetimini veri temelli ve teknoloji odaklı dinamik bir yapıya dönüştürdüğü açıkça görülmektedir. Uzaktan algılama sistemleri, İHA teknolojileri, IoT tabanlı sensör ağları ve yapay zeka destekli analiz tekniklerinin entegrasyonu; bağ içerisindeki mekânsal ve fizyolojik değişkenliğin yüksek doğrulukla izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu teknolojik dönüşüm; sulama, gübreleme, hastalık yönetimi ve verim tahmini gibi kritik müdahalelerin "alana özgü" bir yaklaşımla planlanmasını mümkün kılarak geleneksel yöntemlerin ötesine geçmektedir.

Literatürde özellikle multispektral ve hiperspektral görüntüleme sistemlerinin; su stresi, sıcaklık kaynaklı stres faktörleri, geç don zararları ve üzüm olgunluğu gibi parametrelerin takibinde oldukça etkin sonuçlar verdiği saptanmıştır. Bu bağlamda, Sentinel-2 gibi orta çözünürlüklü uydu sistemleri düşük maliyetli ve erişilebilir çözümler sunarken; NDVI ve NDRE gibi vejetasyon indeksleri bağ içi değişkenliğin haritalanmasında temel araçlar haline gelmiştir. Öte yandan, drone ve termal görüntüleme sistemleri, sağladığı yüksek çözünürlüklü verilerle operasyonel karar alma süreçlerini hızlandırmaktadır.

Dijitalleşmenin bir diğer ayağını oluşturan "Akıllı Bağ" (Smart Vineyard) yaklaşımı, IoT tabanlı sensörlerin gerçek zamanlı veri toplama kapasitesiyle güçlenmektedir. Toprak neminden yaprak sıcaklığına kadar pek çok parametrenin kesintisiz izlenmesi, su kullanım verimliliğini optimize etmekte ve sürdürülebilir üretim stratejilerini desteklemektedir. Bu veri yoğun süreçte yapay zeka ve derin öğrenme algoritmaları; hastalık teşhisi, verim kestirimi ve kalite sınıflandırması gibi karmaşık analizlerde yüksek başarı sergileyerek karar destek mekanizmalarını güçlendirmektedir.

Nihayetinde hassas bağcılık teknolojileri; girdi kullanımını (su, gübre, pestisit) minimize ederek üretim maliyetlerini düşürmekte ve çevresel etkiyi azaltarak ürün kalitesini maksimize etmektedir. Özellikle iklim değişikliği ve su kıtlığı gibi küresel tehditler karşısında bu uygulamalar, sürdürülebilir bağcılığın vazgeçilmez bir bileşeni konumundadır. Bununla birlikte; yüksek kurulum maliyetleri, veri yönetimi zorlukları ve teknik bilgi gereksinimi gibi sınırlılıklar halen mevcudiyetini korumaktadır. Bu nedenle, gelecekteki araştırmaların; düşük maliyetli sensör sistemleri, veri füzyonu ve gerçek zamanlı yapay zeka entegrasyonuna odaklanarak bu teknolojileri küçük ölçekli işletmeler için de erişilebilir kılması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Arık, C., Berberoğlu, E., Can, T. H., & Yeğenoğlu, E. D. (2023). Bağcılıkta biyoteknolojik yaklaşım. MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 36(2), 25–31. https://doi.org/10.47118/somatbd.1404303

Cogato, A., Meggio, F., Collins, C., & Marinello, F. (2020). Medium-resolution multispectral data from Sentinel-2 to assess the damage and the recovery time of late frost on vineyards. Remote Sensing, 12(11), 1896. https://doi.org/10.3390/rs12111896

Cogato, A., Pagay, V., Marinello, F., Meggio, F., Grace, P., & Migliorati, M. D. A. (2019). Assessing the feasibility of using Sentinel-2 imagery to quantify the impact of heatwaves on irrigated vineyards. Remote Sensing, 11(23), 2869. https://doi.org/10.3390/rs11232869

FAO. (2024). FAO statistical yearbook 2024: World food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Ferro, M. V., & Catania, P. (2023). Technologies and innovative methods for precision viticulture: A comprehensive review. Horticulturae, 9(3), 399. https://doi.org/10.3390/horticulturae9030399

İydir, G. (2026). Bağcılıkta kullanılan plastik örtülerin mikroklima üzerindeki etkisinin uzaktan algılama ile tespiti: Alaşehir, Sarıgöl ve Buldan örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1), 28–45. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1706441

KB Vedula ve R. Arunachalam, "Bağlarda Zararlı Böceklerin Tespiti ve Su Yönetimi için IoT Sensör Ağı ve Ethereum Tabanlı Blok Zinciri", 2026 6. Uluslararası Uzman Bulutları ve Uygulamaları Konferansı (ICOECA) , Bengaluru, Hindistan, 2026, ss. 1-6, doi: 10.1109/ICOECA68095.2026.11485627.

Meyers, J. M., Dokoozlian, N., Ryan, C., Bioni, C., & Vanden Heuvel, J. E. (2020). A new, satellite NDVI-based sampling protocol for grape maturation monitoring. Remote Sensing, 12(7), 1159. https://doi.org/10.3390/rs12071159

Özyurt, H. B., Çelen, İ. H., & Koyunlu, M. E. (2025). Üzüm bağlarında İHA kullanımı: Uçuş parametrelerinin pestisit dağılımına etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 21(1),

Pascoal, D., Silva, N., Adão, T., Lopes, R. D., Peres, E., & Morais, R. (2024). A technical survey on practical applications and guidelines for IoT sensors in precision agriculture and viticulture. Scientific Reports, 14, 29793. https://doi.org/10.1038/s41598-024-80924-y

Singh, A. P., Yerudkar, A., Mariani, V., Iannelli, L., & Glielmo, L. (2022). A bibliometric review of the use of unmanned aerial vehicles in precision agriculture and precision viticulture for sensing applications. Remote Sensing, 14(7), 1604. https://doi.org/10.3390/rs14071604

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BAĞCILIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Kanivar SÖNMEZ

Tarım ve Orman Bakanlığı / Derik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, ORCID**:** 0009-0008-7799-5778

Doç. Dr. Mehmet Settar ÜNAL

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak, ORCID: 0000-0001-5903-0157

ÖZET

İklim unsuru, atmosfer, karalar, kar ve buz, okyanuslar ve diğer su kütleleriyle canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemdir. Bu sistem, zaman içinde, kendi iç dinamiklerinin etkisi altında veya dış etmenlerdeki değişikliklere bağlı olarak yavaş yavaş değişim gösterir. Dış zorlamalar, volkanik patlamalar ve güneşle ilgili değişkenlikler gibi tabii olaylar ile atmosferin bileşimindeki insan kaynaklı değişiklikleri içerir. Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliği olgusunun bağcılık faaliyetleri üzerindeki etkilerini çok yönlü ve sistematik bir biçimde incelemektir. Son yıllarda küresel ölçekte gözlemlenen sıcaklık artışları, düzensiz yağış rejimleri ve kuraklık gibi iklimsel değişkenler, zirai üretim süreçlerini doğrudan etkilemekte; bu hal bilhassa bağcılık sektöründe verim, kalite ve hastalık dinamikleri açısından değişimlere değişimlere yol açmaktadır. Çalışmada evvela iklim değişikliği kavramı ele alınarak zirai üretim üzerindeki genel etkileri açıklanacaktır. Devamında, bağcılık özelinde artan sıcaklıkların üzümün fenolojik gelişim devrelerine, şeker ve asit dengesi üzerine etkilerine ve hasat zamanındaki değişimlere olan yansımaları teferruatlı olarak irdelenecektir. Ayrıca kuraklık ve su stresi gibi unsurların bağ verimliliği üzerindeki etkileri değerlendirilerek üretim süreçlerinde oluşan değişimler ortaya konulacaktır. Bunun yanısıra, artan sıcaklıkların bitki hastalıkları ve zararlı popülasyonları üzerindeki etkileri analiz edilerek, bağ sağlığı açısından oluşabilecek riskler ele alınacaktır. Araştırma yöntemi olarak literatür taraması tercih edilmekte olup, ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar incelenerek Türkiye bağcılığına yönelik çıkarımlar yapılacaktır. Sonuç olarak bu çalışmada, iklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki olumsuz etkilerinin ortaya konulması ve bu etkilerin azaltılmasına yönelik uyum stratejilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilecek bulguların, sürdürülebilir bağcılık uygulamalarına katkı sağlaması ve gelecekteki üretim planlamalarına ışık tutması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Bağcılık, Kuraklık, Fenoloji

GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde yalnızca çevresel bir sorun olmanın ötesine geçmiş; ekonomik, sosyal ve tarımsal sistemleri etkileyen küresel bir problem haline gelmiştir. Özellikle Sanayi Devrimi sonrasında fosil yakıt kullanımının artmasıyla birlikte atmosferde sera gazı birikimi hızlanmış ve buna bağlı olarak dünya sıcaklık ortalamalarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve azot oksit gibi sera gazları atmosferde birikerek yeryüzünden yayılan uzun dalgalı ışınların tutulmasına neden olmakta ve sera etkisini artırmaktadır. Bunun sonucunda küresel sıcaklıklar yükselmekte, yağış rejimleri değişmekte ve ekstrem iklim olaylarının sıklığı artmaktadır.

Küresel iklim değişikliği; kuraklık, su kaynaklarında azalma, aşırı sıcaklıklar, don olayları, düzensiz yağışlar ve doğal afetler gibi birçok çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Tarım sektörü, doğrudan iklim koşullarına bağlı olması nedeniyle bu değişimlerden en fazla etkilenen sektörlerden biridir. Bağcılık ise çevresel faktörlere oldukça duyarlı bir üretim dalıdır. Asmanın büyüme ve gelişimi sıcaklık, yağış miktarı, güneşlenme süresi, hava nemi, toprak yapısı ve topoğrafik özelliklerden doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle iklimde meydana gelen küçük değişimler bile üzüm verimi ve kalitesi üzerinde önemli etkiler oluşturabilmektedir.

Türkiye, bağ alanı ve üzüm üretim miktarı bakımından dünyanın önemli bağcılık ülkelerinden biridir. Dünya genelinde yaklaşık 372 bin hektarlık bağ alanı ile üst sıralarda yer alan Türkiye, yıllık 3,5 milyon tonun üzerindeki üzüm üretimiyle ekonomik açıdan önemli bir üretici konumundadır.(FAO, 2024) Bununla birlikte Türkiye'nin Akdeniz Havzası içerisinde yer alması, ülkeyi iklim değişikliğine karşı daha hassas hale

getirmektedir. Özellikle sıcaklık artışları, yağış azalmaları ve kuraklık olaylarının önümüzdeki yıllarda daha belirgin hale geleceği öngörülmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bağcılık araştırmalarının büyük bölümünün iklim değişikliği ekseninde yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle biyoklimatik indisler, kuraklık stresi, hassas bağcılık uygulamaları, biyoteknolojik yaklaşımlar ve sürdürülebilir üretim stratejileri üzerine yapılan araştırmalar dikkat çekmektedir. Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle bağcılık bölgelerinin coğrafi dağılımında değişimler yaşanabileceği ve bazı geleneksel bağ alanlarının gelecekte uygunluklarını kaybedebileceği belirtilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkilerini bilimsel araştırmalar ışığında değerlendirmek ve sürdürülebilir bağcılık açısından geliştirilen çözüm stratejilerini ortaya koymaktır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin bağcılık üzerinde çok yönlü etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle sıcaklık artışları, yağış rejimindeki değişimler, kuraklık, aşırı hava olayları ve biyotik stres faktörleri bağcılık faaliyetlerini doğrudan etkilemektedir.

Eskişehir-Sarıcakaya bölgesinde yapılan çalışmalarda son yıllarda etkili sıcaklık toplamının yükseldiği, gece sıcaklıklarının arttığı ve kuraklık indis değerlerinin değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada özellikle sıcak gece koşullarının üzüm kalite özelliklerini etkileyebileceği belirtilmiştir(Teker, 2025).

Orta Kelkit Havzası üzerine yapılan araştırmada bölgenin Winkler ve Huglin indis değerlerinin birçok üzüm çeşidi için uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bölgenin özellikle aroma ve renk oluşumu açısından avantajlı olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte bazı bölgelerde sıcaklık toplamlarının giderek arttığı ve bağcılık kuşaklarının değişmeye başladığı görülmektedir(Sümbül, 2024).

Türkiye'deki üzüm üreticilerinin iklim değişikliğine karşı orta düzeyde kırılgan olduğu belirlenen araştırmalarda; üreticilerin en sık aşırı kuraklık, sıcaklık artışları, don olayları, dolu yağışları ve yağış düzensizlikleri gibi iklimsel sorunlarla karşılaştığı ifade edilmektedir. Özellikle Malatya, Adıyaman ve Elazığ gibi bölgelerde üreticilerin iklim değişikliğine karşı daha hassas olduğu belirlenmiştir. Fiziksel sermaye yetersizliği, su kaynaklarının azalması ve ekonomik riskler üretici kırılganlığını artırmaktadır(Bahadır & Uysal, 2024).

İklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme, uygun anaç kullanımı, modern sulama ve biyoteknolojik yöntemler ile hassas bağcılık ve CBS tabanlı analiz sistemleri gibi çok yönlü uyum stratejileri geliştirilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak bağ alanlarının iklim, toprak ve topoğrafik uygunluk analizleri yapılmaktadır. Erciş yöresinde yapılan CBS tabanlı araştırmalarda bazı bölgelerin erkenci ve orta mevsim üzüm çeşitleri için daha uygun olduğu belirlenmiştir(Arık et al., 2023; Bahadır & Uysal, 2024; Güzel & Doğan, 2020).

İklim değişikliği yalnızca sıcaklık ve kuraklık üzerinde değil, bağ hastalıkları ve zararlı popülasyonları üzerinde de etkili olmaktadır. Artan sıcaklık ve nem koşulları bazı fungal hastalıkların yayılmasını hızlandırmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak değişen sıcaklık ve nem koşulları, bağcılıkta ekonomik kayıplara yol açan mildiyö, külleme ve botrytis gibi temel fungal hastalıkların görülme sıklığında ve yayılım paternlerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Bazı bölgelerde yüksek sıcaklık ve düşük nem nedeniyle bazı mantar hastalıklarının baskılandığı görülürken, nemli bölgelerde hastalık riskinin arttığı belirtilmektedir. (Gökbayrak, İşçi, & Keskin, 2021; Sümbül, 2024)

Yalova ilinde yapılan biyoklimatik indis çalışmalarında yağış yetersizliğinin bağcılık açısından önemli risk oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada sıcaklık artışı nedeniyle kuraklık indis değerlerinin değişmeye başladığı ifade edilmiştir(Gündüz, 2023).

Biyoteknolojik çalışmalarda ise moleküler markörler kullanılarak kuraklık ve hastalıklara dayanıklı yeni üzüm çeşitleri geliştirilmektedir. Ayrıca hassas bağcılık uygulamalarında sensörler, veri işleme sistemleri ve görüntüleme tekniklerinden yararlanılmaktadır(Arık et al., 2023; Gökbayrak, İşçi, & Keskin, 2021).

İklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki en önemli etkilerinden biri kuraklıktır. Özellikle Akdeniz Havzası'nda yağış miktarındaki azalma ve buharlaşmadaki artış nedeniyle bağ alanlarında ciddi su stresi oluşmaktadır. Kuraklık nedeniyle asmanın sürgün gelişimi zayıflayıp yaprak alanı ve fotosentez kapasitesi azalırken, bu

durum doğrudan verim kaybına, üzüm tanelerinin küçülmesine ve şıra kompozisyonunun bozulmasına yol açmaktadır(Soltekin, Altındişli, & İşçi, 2021).

Özellikle yüksek sıcaklıklar üzüm tanesinde şeker birikimini artırırken organik asit miktarını azaltmaktadır. Bunun sonucunda üzümün şeker-asit dengesi bozulmakta ve özellikle şaraplık üzüm çeşitlerinde kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ayrıca aşırı sıcaklıklar güneş yanıklıkları, tane buruşmaları ve fizyolojik stres gibi olumsuzluklara neden olmaktadır(Soltekin, Altındişli, & İşçi, 2021).

Türkiye'de yapılan araştırmalarda özellikle Ege, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde kuraklık riskinin giderek arttığı vurgulanmaktadır. Bu durum sulama ihtiyacını artırmakta ancak su kaynaklarının azalması sürdürülebilir üretimi zorlaştırmaktadır(Soltekin, Altındişli, & İşçi, 2021; Türkeş, 2020).

Antalya ekolojik koşullarında yapılan araştırmalarda üzüm çeşitlerinin etkili sıcaklık toplamı gereksinimlerinin değiştiği ve farklı iklim koşullarının çeşit performansı üzerinde doğrudan etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmada özellikle erken olgunlaşan çeşitlerin sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilendiği ifade edilmiştir(Aktürk & Uzun, 2020).

Araştırmalarda bağcılık bölgelerinde önümüzdeki yıllarda yaklaşık +2°C sıcaklık artışı görülebileceği belirtilmektedir. Bu sıcaklık artışlarının her on yılda 0.2-0.6°C arasında değişebileceği ifade edilmektedir. Sıcaklık artışları asmanın fenolojik gelişim süreçlerini hızlandırmakta; tomurcuk patlaması, çiçeklenme ve olgunlaşma dönemleri daha erken gerçekleşmektedir(Bahar, Korkutal, & Tekin, 2012).

SONUÇ

İklim değişikliği, günümüzde bağcılık sektörünü doğrudan etkileyen en önemli çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Yapılan araştırmalar, sıcaklık artışları, yağış rejimindeki düzensizlikler, kuraklık, aşırı hava olayları ve biyotik stres faktörlerinin bağcılık faaliyetleri üzerinde hem verim hem de kalite açısından önemli etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle bağcılık faaliyetlerinin iklim koşullarına yüksek derecede bağımlı olması, sektörü iklim değişikliğine karşı daha hassas hale getirmektedir. Asmanın fenolojik gelişim süreçleri sıcaklığa doğrudan bağlı olduğundan, artan sıcaklıklar tomurcuklanma, çiçeklenme, ben düşme ve hasat dönemlerinin daha erken gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu durum üzümün şeker-asit dengesini değiştirerek özellikle şaraplık üzüm çeşitlerinde aroma, renk ve kalite kayıplarına yol açabilmektedir.

Akdeniz Havzası'nın iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgeler arasında yer aldığı vurgulanmaktadır. Türkiye'nin de bu kuşak içerisinde bulunması nedeniyle sıcaklık artışları, su kaynaklarındaki azalma ve kuraklık risklerinin gelecekte daha belirgin hale geleceği öngörülmektedir. Ege, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yapılan çalışmalar; kuraklık şiddetinin arttığını, yağış rejimlerinin değiştiğini ve bağcılık açısından biyoklimatik indis değerlerinde önemli değişimler meydana geldiğini göstermektedir.

İklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkileri yalnızca sıcaklık ve kuraklık ile sınırlı değildir. Değişen iklim koşulları bağ ekosistemindeki hastalık ve zararlı dinamiklerini de önemli ölçüde değiştirmektedir. Özellikle mildiyö ve külleme gibi fungal hastalıkların görülme sıklığı bölgesel iklim farklılıklarına bağlı olarak değişmekte; sıcaklık ve nem dengesindeki değişimler enfeksiyon riskini artırabilmektedir. Ayrıca iklimsel kaymaların zararlı böcek popülasyonlarının yeni alanlara yayılmasına neden olduğu, bunun ise pestisit kullanımını artırarak hem ekonomik hem çevresel sorunlara yol açtığı belirtilmektedir. Bu durum sürdürülebilir bağcılık uygulamalarının önemini daha da artırmaktadır..

Tüm bu olumsuz etkiler karşısında bağcılık sektöründe uyum stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar; kuraklığa dayanıklı çeşit ve anaç geliştirme, modern sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, hassas bağcılık uygulamaları, biyoteknolojik yöntemler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analizlerin ön plana çıktığını göstermektedir. Özellikle moleküler markörler yardımıyla stres koşullarına dayanıklı yeni genotiplerin geliştirilmesi, sürdürülebilir bağcılık açısından önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında sensör teknolojileri, veri işleme sistemleri ve görüntüleme teknikleri sayesinde bağ alanlarının daha etkin yönetilmesi mümkün hale gelmektedir.

Sonuç olarak iklim değişikliği, bağcılığı yalnızca tarımsal üretim açısından değil; ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel boyutlarıyla da etkilemektedir. Gelecekte bağcılık faaliyetlerinin sürdürülebilir şekilde devam edebilmesi için bölgesel iklim analizlerinin düzenli yapılması, biyoklimatik indislerin sürekli izlenmesi, su

yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve üreticilerin iklim değişikliğine uyum kapasitesinin artırılması gerekmektedir. Ayrıca bilimsel araştırmaların artırılması ve modern teknolojilerin bağcılık sektörüne entegrasyonu, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında kritik rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

Aktürk, B., & Uzun, H. İ. (2020). Bağcılıkta etkili sıcaklık toplamı hesaplamasında kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması. *Mediterranean Agricultural Sciences, 33*(2), 159–165. https://doi.org/10.29136/mediterranean.538212

Arık, C., Berberoğlu, E., Can, T. H., & Yeğenoğlu, E. D. (2023). Bağcılıkta biyoteknolojik yaklaşım. *MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 36*(2), 25–31. https://doi.org/10.47118/somatbd.1404303

Bahadır, B., & Uysal, Ş. (2024). İklim değişikliğine karşı tarım işletmelerinin geçim kaynakları etkilenebilirliğinin sermaye unsurları açısından değerlendirilmesi: Türkiye'de üzüm üreticileri örneği. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 21*(5), 1112–1129.

Bahar, E., Korkutal, İ., & Tekin, D. (2012). Küresel ısınmanın bağcılık üzerine etkileri. *Trakya University Journal of Engineering Sciences, 13*(1), 1–15.

FAO. (2024). FAO statistical yearbook 2024: World food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Gökbayrak, Z., İşçi, B., & Keskin, N. (2021). Dünyada bağcılık alanında son on yılda yapılmış araştırmalara genel bir bakış. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31*(4), 1041–1055. https://doi.org/10.29133/yyutbd.978106

Gündüz, A. (2023). Yalova ilinde klimatolojik yağış açığı indisinin zamansal mekânsal değişiminin ve bağcılık açısından iklimsel indislerin irdelenmesi. *Bahçe, 52*(Özel Sayı 1), 383–390.

Güzel, D. U., & Doğan, A. (2020). Erciş (Van) yöresinde üzüm (Vitis spp.) yetiştirmeye uygun potansiyel alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak iklim, toprak ve topoğrafya faktörlerine göre belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30*(4), 672–687. https://doi.org/10.29133/yyutbd.752603

Soltekin, O., Altındişli, A., & İşçi, B. (2021). İklim değişikliğinin Türkiye'de bağcılık üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 58*(3), 457–467. https://doi.org/10.20289/zfdergi.882893

Sümbül, A. (2024). Orta Kelkit Havzası bağcılığının iklim indeksleri ile değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi, 13*(1), 23–32. http://dx.doi.org/10.29278/azd.1397146

Teker, T. (2025). Assessment of the viticultural potential of the Eskişehir-Sarıcakaya district with bioclimatic indices. *Bahçe, 54*(1), 35–43.

Türkeş, M. (2020). İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi, 29*(1), 125–149.

ROUTE FOR CAOS AND CONTROL BY PYRAGAS IN A TREE VARIABLE CHEMICAL REACTION

Gabrielle Oliveira da Silva,

UNESP, Institute of Chemistry, https://orcid.org/0009-0008-7549-6668

Prof. Dr. Henrique Antonio Mendonça Faria

UNESP, Institute of Chemistry, https://orcid.org/0000-0001-6976-6897

Prof. Dr. Fábio Roberto Chavarette

UNESP, Institute of Chemistry, https://orcid.org/0000-0002-1203-7586

ABSTRACT

This work analyses the nonlinear dynamic behaviour of a three-dimensional chemical model that describes the temporal evolution of the concentrations of three intermediate species coupled by autocatalytic mechanisms, cross-interactions, and Michaelis–Menten saturation terms. Initially, the transition between dynamic regimes was investigated by varying a kinetic parameter associated with the system's positive feedback. The system's dynamics are qualitatively characterized using a bifurcation diagram, constructed from the local maxima of the trajectories, and quantitatively by calculating the highest Lyapunov exponent. The results show a classic route to chaos by period doubling, culminating in a chaotic regime characterized by extreme sensitivity to initial conditions. Subsequently, the time-delayed feedback control method proposed by Pyragas (TDAS) is applied to suppress the chaotic behavior. The control was implemented non-invasively in one of the system variables, stabilizing an unstable periodic orbit embedded in the chaotic attractor. Numerical simulations demonstrate that the method is effective in regularizing dynamics, making behavior predictable during control operation without permanently modifying the system structure. From an industrial perspective, the results obtained are particularly relevant for chemical and biochemical processes operating under strong nonlinearity, such as continuous reactors, complex catalytic systems, and reaction networks with autocatalytic steps. Identifying chaotic regimes and their transition routes allows for the avoidance of undesirable operating conditions, increasing process stability, reproducibility, and safety. Furthermore, the application of nonlinear control strategies enables the maintenance of regular, small-amplitude oscillatory regimes, which can result in greater operational efficiency, better product quality control, and reduced losses associated with unpredictable fluctuations. Thus, this study contributes to the design and operation of more robust, predictable, and energy-efficient industrial processes.

INTRODUCTION

Chemical and biochemical process are frequently described by numerical models with nonlinear interactions between species, autocatalytic mechanisms and saturation effects originated by complex dynamic behavior. In these behaviours, the overlaying factors are nonperiodic oscillations and deterministic chaos, characterized by extreme sensibility in initial conditions and strong dependency on systems parameters [1]. Understanding these phenomena is essential from both a theoretical and applied point of view, especially in industrial contexts, where unpredictable fluctuations can compromise operational stability, process safety, and the quality of the final product [2,3].

The study of chemical chaos has been consolidated from classic works that have shown that relatively simple reaction systems can exhibit extraordinarily complex dynamics [2,3,15]. These results have shown that the nonlinearity inherent in reaction mechanisms is sufficient to generate dynamic instabilities, even in low-dimensional models. In this context, tools from dynamical systems theory, such as bifurcation diagrams and Lyapunov exponents, have become fundamental for the identification and characterization of periodic and chaotic regimes [1].

Among the models proposed in the literature, the three-dimensional chemical system introduced by Li and Xu stands out for its structural simplicity combined with the ability to reproduce complex dynamics, including

deterministic chaos [4]. The model describes the temporal evolution of the concentrations of three intermediate species coupled by nonlinear terms that represent autocatalytic reactions and Michaelis–Menten type saturation mechanisms. The appropriate variation of kinetic parameters leads the system to a classical route to chaos by period doubling, making it a reference model for theoretical and computational studies in nonlinear chemical dynamics [1,4].

Recent advances in numerical and computational methods have significantly expanded the capacity for analysing these systems. Modern techniques applied to reaction-diffusion models and coupled systems allow capturing complex patterns and investigating critical dynamic regimes with high precision [5–7]. These developments reinforce the vital role of numerical simulation as an indispensable tool for investigating nonlinear phenomena in chemical systems, as well as for validating control and optimization strategies.

Although identifying chaos is essential for understanding system behavior, from an applied point of view, it is equally important to develop methods capable of suppressing or regularizing this behavior. In this sense, several chaos control strategies have been proposed over the last few decades. Among them, the time-delayed feedback method proposed by Pyragas stands out, whose main advantage lies in its non-invasive nature, allowing the stabilization of unstable periodic orbits without permanently altering the system structure [8].

In addition to classical chaos control methods, approaches based on linear control and optimal control have been successfully applied to regulating the dynamics in multivariable chemical systems. Recent studies have demonstrated that optimal linear control strategies are effective in suppressing chaos in multicomponent chemical reactions, providing greater flexibility and satisfactory performance even in strongly nonlinear regimes [9]. These results broaden the range of techniques available for controlling complex reaction systems.

Dynamic complexity can be further accentuated when considering higher-dimensional systems or the presence of parametric uncertainties. Recent investigations on four-dimensional hyperchaotic chemical systems have shown that parametric variations can intensify dynamic instability, requiring robust control strategies to ensure predictability and operational stability [10]. These studies reinforce the need for systematic analyses that consider both the intrinsic dynamics of the system and the effects of unavoidable uncertainties in real-world applications.

In the specific context of three-dimensional chemical models, detailed analyses of the dynamics and control in systems of the type proposed by Li and Xu have been presented recently, highlighting the relevance of this model as a platform for the development and validation of chaos control strategies [11]. These works show that, even in low-dimensional systems, the interaction between nonlinearities and feedback can generate extraordinarily complex behavior, demanding rigorous analysis and control approaches.

From an industrial point of view, the ability to identify and control chaotic regimes presents clear advantages. The operation of chemical processes in predictable dynamic regimes contributes to increased operational stability, process reproducibility, and final product quality, in addition to reducing losses associated with undesirable fluctuations and operational risks [2,3]. Furthermore, control strategies with low structural complexity are particularly attractive for industrial applications, where minimal interventions are preferable.

Therefore, the objective of this work is to investigate the dynamic behavior of the three-dimensional chemical model through numerical simulations, characterizing periodic and chaotic regimes based on bifurcation diagrams and Lyapunov exponents. Additionally, the effectiveness of the time-delayed feedback method as a non-invasive strategy for chaos suppression is evaluated. In this way, we seek to contribute both to the advancement of the theoretical understanding of nonlinear dynamics in chemical systems and to the development of tools applicable to the design and optimization of more stable, predictable, and efficient industrial processes.

DYNAMIC MODEL

The nonlinear dynamic chemical kinetics are a growing in importance due to the diverse occurrence in chemical systems that exhibit chaotic behavior. In the context of experimental limitations, numerical studies are a valuable tool to provide insight into the reaction's demeanour. This type of chaotic behavior in chemical systems is reigned by nonlinear deterministic differential equations. On the current work, a chemical reaction model with three variables is presented [4], which includes two Michaelis–Menten type reactions and which

may exhibit chaotic behavior for certain values of the system parameters [5]. This model is described in Table 1.

Table 1. Reactions

Reação	Taxa
$A_1+X \rightarrow 2X$	k_1x
$2X \rightarrow P$	k_2x^2
$X \rightarrow P$	$k_3xy(x+k_{m1})$
$Y \rightarrow P$	k_4y
$A_2+X+Y \rightarrow X+2Y$	k_5xy
$Y \rightarrow P$	$k_6yz/(y+k_{m2})$
$Z \rightarrow P$	k_7z
$A_3+Y+Z \rightarrow Y+2Z$	k_8yz
$A_4+Z \rightarrow 2Z$	k_9z

Where k_i (i = 1 to 9) are the rate constants and K_{mi} (i = 1 to 2) are the Michaelis constants. A_i (i = 1 to 4) refers to the species of constant concentration, P denotes the product and represents the concentration of species X, and so on. The concentrations of the species A_i have been absorbed into the appropriate rate constants, and it is assumed that the chemical reactions in Table 1 occur in a well-stirred reactor under isothermal conditions [4]. There are two Michaelis-Menten reactions: the efflux of X is catalysed by X, and the efflux of Y is catalysed by Z. According to the laws of chemical kinetics, the rate equations for species X, Y and Z can be described by the following set of ordinary differential equations:

$$\frac{dx}{dt} = k_1x - k_2x^2 - \frac{k_3xy}{(x+k_{m1})} \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = -k_4y + k_5xy - \frac{k_6yz}{(y+k_{m2})} \quad (2)$$

$$\frac{dz}{dt} = -k_7z + k_8yz - k_9z \quad (3)$$

The simulation parameters are: k_1= 1.0, k_2=1.0, k_3=1.0, k_4=0.25, k_5=0.625, k_6=1.0, k_7=0.25, k_8=2.5, k_9=0.028, K_{m1}=0.2 e k_{m2}=0.05. The initial conditions are: x=0.2, y=0.2 e z=0.2. The time intervals ranging from 0 to 3000 seconds using the 4th order Runge-Kutta numerical method in MATLAB [12].

PYRAGAS CONTROL METHOD

The idea of controlling chaotic systems by stabilizing periodic orbits was introduced by Ott, Grebogi, and Yorke [13], demonstrating that chaotic behavior can be regulated by small appropriate perturbations of system parameters. Subsequently, Pyragas proposed an alternative strategy based on time-delayed feedback, characterized by its non-invasive nature. Known as Time-Delayed Auto synchronization (TDAS), it constitutes one of the most widespread approaches for stabilizing unstable periodic orbits (UPOs) immersed in chaotic attractors [14]. The fundamental idea of the method is based on introducing a feedback term dependent on a time delay, exploiting the temporal recurrence property characteristic of chaotic systems.

Consider an autonomous nonlinear dynamic system described by:

$$\dot{x}(t) = f(x(t)) \quad (4)$$

where $\mathrm{x}(t) \in \mathbb{R}^n$ represents the state vector and $\mathrm{f}(\cdot)$ is a sufficiently smooth nonlinear vector field. The Pyragas method consists of modifying the original system by adding a time-delayed control term:

$$\dot{\mathrm{x}}(t) = \mathrm{f}(\mathrm{x}(t)) + \mathrm{K}\,[\mathrm{x}(t-\tau) - \mathrm{x}(t)] \tag{5}$$

where K is the control gain matrix and τ corresponds to the time delay, chosen equal to the period of the unstable periodic orbit one wishes to stabilize.

The central principle of the method resides in the non-invasive character of the control. When the system converges to the periodic orbit of period τ, we have $\mathrm{x}(t-\tau) = \mathrm{x}(t)$, causing the control term to vanish automatically. Thus, the stabilized orbit coincides exactly with the periodic orbit of the uncontrolled system, preserving its intrinsic dynamics.

In the parameter set adopted in this work, the system admits a physically admissible internal equilibrium point given by $(x^{\backslash *}, y^{\backslash *}, z^{\backslash *}) = (0.93292,\ 0.07600,\ 0.04197)$. However, this equilibrium is unstable in the considered chaotic regime. Small perturbations drive the trajectory away from this point toward a chaotic attractor. To suppress chaotic behavior without modifying the system's intrinsic structure, the TDAS method was applied. The controlled system is written as:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= k_1 x - k_2 x^2 - \frac{k_3 xy}{x + K_{m1}} + u(t), \\ \dot{y}(t) &= -k_4 y + k_5 xy - \frac{k_6 yz}{y + K_{m2}}, \\ \dot{z}(t) &= -k_7 z + k_8 yz + k_9 z, \end{aligned} \tag{6}$$

where the Pyragas control signal is given by:

$$u(t) = K\,[x(t-\tau) - x(t)] \tag{7}$$

The control was applied exclusively to the equation associated with variable *x*. The control gain *K* and time delay τ were chosen to ensure the stabilization of an unstable periodic orbit embedded in the system's chaotic attractor.

DISCUSSION

The dynamics of the chemical system were initially investigated through time series analysis of state variables $x(t)$, $y(t)$e $z(t)$, as shown in Figure 1. All three variables exhibit irregular oscillations over time, with amplitudes and peak intervals varying non-periodically. Specifically, variable $x(t)$ shows larger amplitude oscillations, while $y(t)$ and $z(t)$ exhibit intermittent bursts and abrupt variations, reflecting the strong nonlinear coupling between chemical species. The absence of well-defined periodicity indicates that the system operates in a complex dynamic regime characteristic of deterministic chaotic behavior.

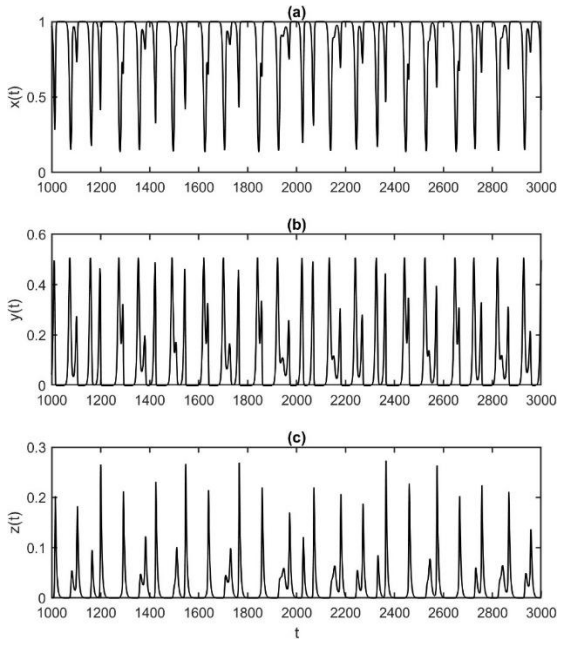


Figure 1 Serie Times.

Phase space analysis further supports the system's chaotic nature, presented by Figure 2. Projections of the attractors on the x–z and x–y planes reveal a complex geometric structure composed of multiple folds and trajectories that do not close into periodic orbits. Trajectories remain confined to a limited region of phase space without converging to limit cycles, configuring a strange attractor. This geometry evidences the coexistence of stretching and folding mechanisms typical of dissipative chaotic systems.

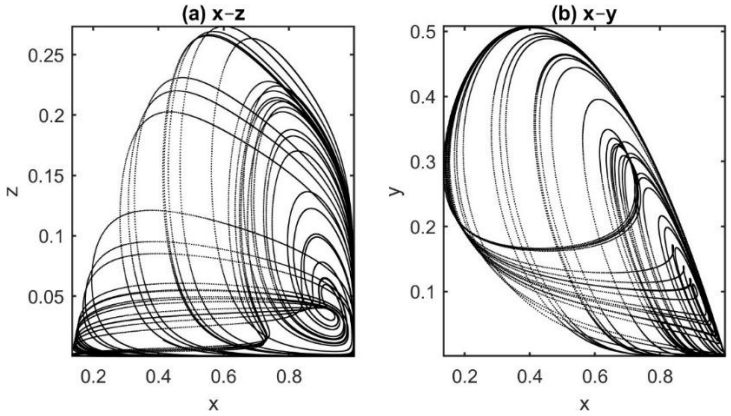


Figure 2 Chaotic attractor projections. (a) Projection on x-z plane. (b) Projection on x-y plane.

Quantitative confirmation of the chaotic regime was obtained by calculating the largest Lyapunov exponent ($\lambda_{\max}$), a robust method to determine the system's stability. In Figure 3, after an initial transient period, the exponent converges to a positive average value. The asymptotic positivity of the largest Lyapunov exponent indicates exponential divergence between initially close trajectories, characterizing sensitivity to initial conditions and unequivocally confirming the presence of deterministic chaos.

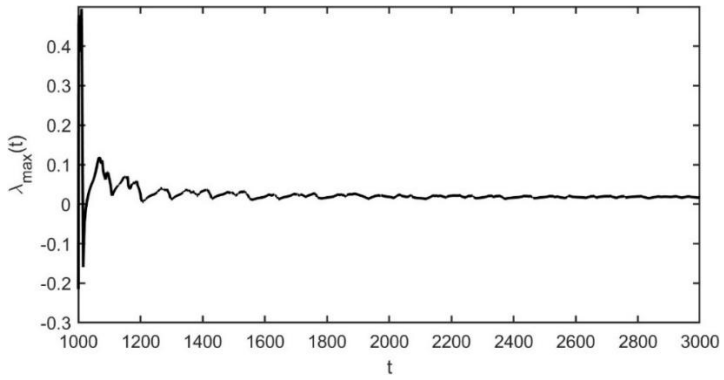


Figure 3 Temporal evolution of the greatest exponent of Lyapunov

To complement the qualitative analysis, a bifurcation diagram was constructed as a function of parameter k_9 (Figure 4). The results indicate that the system follows a classic route to chaos via period-doubling. In regions where the bifurcation diagram reveals periodic behavior, the largest Lyapunov exponent assumes negative values. Near bifurcation points, $\lambda_{\max}$ tends to zero, signaling the loss of stability of the periodic regime. In the chaotic regime, the exponent becomes positive ($\lambda_{\max} = 0.0181$).

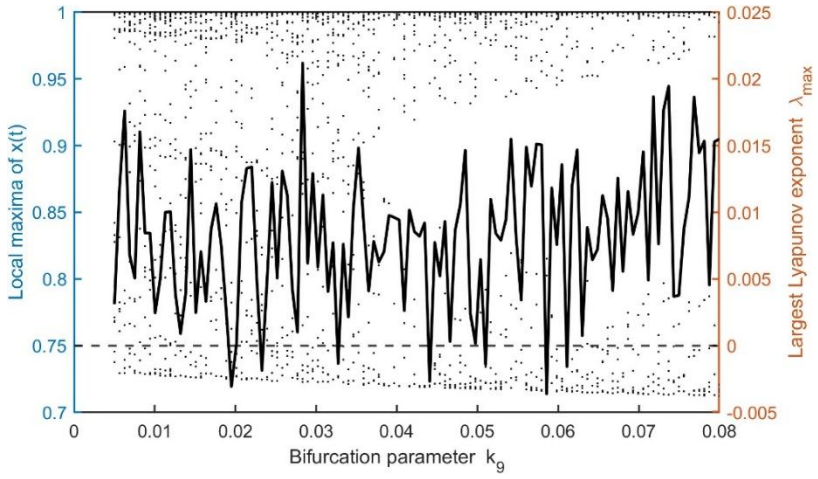


Figure 4 Bifurcation diagram and greatest exponent of Lyapunov

The efficiency of the Pyragas control is demonstrated through numerical simulations considering three distinct regimes: free evolution (chaotic), active control, and post-control recovery. In Figure 5, the results show that upon activation of the control method, chaotic behavior is effectively suppressed. The system's trajectory leaves the chaotic attractor and converges to a small-amplitude periodic orbit. This orbit, although unstable in the uncontrolled system, becomes stable under TDAS action.

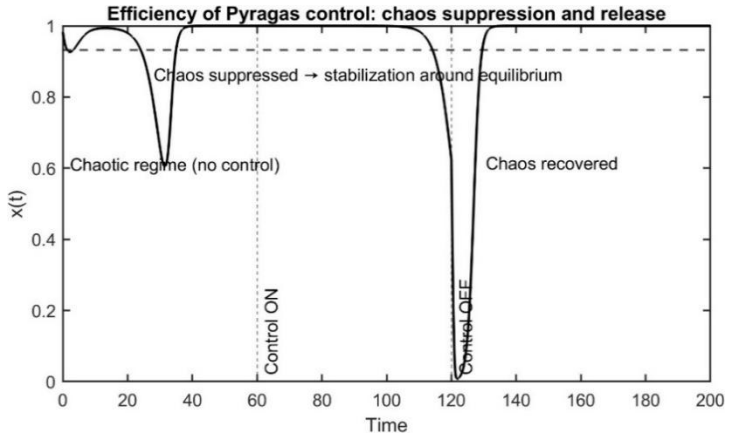


Figure 5 Control Applied Time Series

The control signal tends toward values close to zero in the stabilized regime, demonstrated in Figure 6, highlighting the non-invasive nature of the Pyragas method. This property is particularly relevant in chemical applications, as it ensures that the stabilized dynamics coincide with a natural solution of the uncontrolled system. From a physicochemical standpoint, the results indicate that the system is not forced to a steady state but instead operates in a regular and controlled oscillatory regime. This type of behavior is desirable in chemical processes where small periodic oscillations are preferable to chaotic fluctuations, providing greater predictability and operational stability.

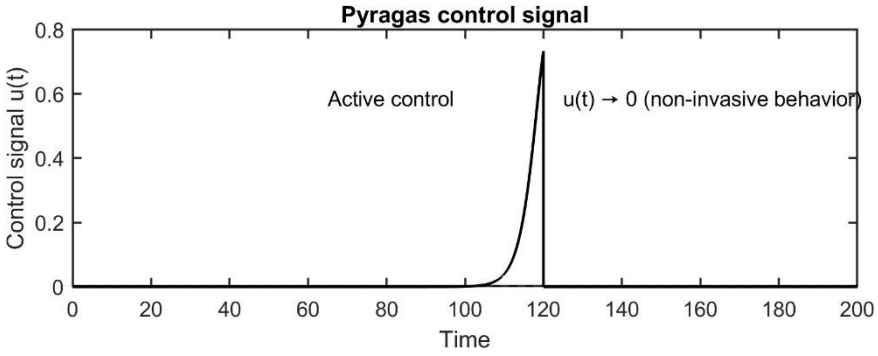


Figure 6 Ttemporal Evolution of the Control Signal

CONCLUSION

In this work, the nonlinear dynamics of a three-variable chemical model were investigated, with an emphasis on characterizing the chaotic regime and applying a control strategy for its suppression. Numerical analysis confirmed that, for the considered kinetic parameters, the system exhibits persistent chaotic oscillations associated with the instability of periodic solutions and the physically admissible internal equilibrium point.

The application of the Time-Delayed Auto synchronization (TDAS) method proposed by Pyragas proved effective in suppressing the chaotic regime and stabilizing an unstable periodic orbit embedded within the attractor. During control actuation, the system exhibited regular small-amplitude oscillations characterized by high predictability and temporal stability, without artificially modifying the unstable equilibrium.

A particularly relevant aspect of the results is the clear manifestation of the non-invasive character of Pyragas control. The control signal tends to zero after stabilization, indicating that the method acts only as long as necessary to maintain the trajectory near the target periodic orbit. Furthermore, the immediate recovery of chaotic behavior after deactivating the control confirms that the strategy does not impose permanent modifications on the system's dynamics.

From a nonlinear dynamics perspective, this study reinforces the interpretation that chaotic chemical systems contain an organized internal structure composed of unstable periodic orbits that can be exploited for control purposes. From an application standpoint, TDAS control can transform undesirable chaotic regimes into regular and predictable oscillatory regimes, which is particularly relevant for industrial processes where stability and reproducibility are paramount.

REFERENCES

[1] STROGATZ, S. H. *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. 2. ed. Boulder: Westview Press, 2015.

[2] SCOTT, S. K. *Chemical chaos*. Oxford: Oxford University Press, 1991.

[3] EPSTEIN, I. R.; POJMAN, J. A. *An introduction to nonlinear chemical dynamics: oscillations, waves, patterns, and chaos*. New York: Oxford University Press, 1998.

[4] LI, Q.; XU, W. Chaos in a three-variable chemical reaction model. *Journal of Chemical Research*, v. 2001, p. 474–475, 2001. DOI: 10.3184/030823401103168532.

[5] PANDIT, S. Wavelets computational modeling of nonlinear coupled reaction–diffusion models arising in chemical processes. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, v. 46, p. 18633–18650, 2023. DOI: 10.1002/mma.9583.

[6] JIWARI, R.; GERISCH, A. A local radial basis function differential quadrature semi-discretisation technique for the simulation of time-dependent reaction–diffusion problems. *Engineering Computations*, 2021. DOI: 10.1108/EC-05-2020-0291.

[7] DEVI, A.; YADAV, O. P. Higher-order Galerkin finite element method for nonlinear coupled reaction–diffusion models. *Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals*, v. 86, p. 1932–1956, 2024. DOI: 10.1080/10407790.2024.2326190.

[8] PYRAGAS, K. Continuous control of chaos by self-controlling feedback. *Physics Letters A*, v. 170, n. 6, p. 421–428, 1992.

[9] FARIA, H. A. M.; CHAVARETTE, F. R. Suppression of chaos in a multicomponent chemical reaction via optimal linear control. *Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática*, v. 43, p. 1–11, 2025. DOI: 10.5269/bspm.68888.

[10] MARTINEZ, M. D.; CHAVARETTE, F. R. Managing chaos in chemical reactions with uncertain system parameters: exploring a 4-D hyperchaotic system. *SEMA Journal*, v. 82, p. 1, 2025. DOI: 10.1007/s40324-025-00385-9.

[11] MARTINEZ, M. D.; CHAVARETTE, F. R. Dynamic and control in a three-variable chemical reaction model. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, v. 41, p. 68–83, 2025. DOI: 10.23967/j.rimni.2025.10.67551.

[12] MATLAB. *The language of technical computing*. Natick, MA: The MathWorks Inc., 2012.

[13] OTT, E.; GREBOGI, C.; YORKE, J. A. Controlling chaos. *Physical Review Letters*, v. 64, n. 11, p. 1196–1199, 1990.

[14] JUST, W.; PELSTER, A.; SCHANZ, M.; SCHÖLL, E. Delay feedback control of periodic orbits. *Physical Review E*, v. 55, n. 2, p. 1751–1762, 1997.

[15] SCHÖLL, E.; SCHUSTER, H. G. *Handbook of chaos control*. Weinheim: Wiley-VCH, 2008.

TÜRKİYE'DE ÇOCUK YOKSULLUĞUNUN GENEL GÖRÜNÜMÜ: TÜİK VERİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Dr. Meryem GÜL[1], Dr. Öğr. Üyesi Cemalettin LEVENT[2], Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ[3], Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DOĞAN[4]

[1]Uşak Üniversitesi, Sosyal Hizmet Birimi, Orcid: 0000-0002-5451-2349

[2]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Sosyal Hizmetler Yüksekokulu, Sosyal Hizmet Bölümü, Orcid: 0000-0001-7147-1027

[3]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Sosyal Hizmetler Yüksekokulu, Sosyal Hizmet Bölümü, Orcid: 0000-0001-9498-1521

[4]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Sosyal Hizmetler Yüksekokulu, Sosyal Hizmet Bölümü, Orcid: 0000-0002-0375-8437

Özet

Yoksulluk azgelişmiş ülkelerin yanı sıra hem gelişmiş hem de gelişme olan ülkelerde yaşanan küresel sosyal bir sorundur. Özellikle yoksulluk yaş gruplarına göre çocukların daha fazla etkilendiği görülmektedir. Çoğunlukla ailenin yoksulluğu ile ilişkili olan çocuk yoksulluğunun temel nedenleri arasında ailelerin düşük geliri, enflasyon, işsizlik, hızlı nüfus artışı, madde bağımlılığı, düşük eğitim düzeyi, tek ebeveynli hane yapısı, göç, aile içi sorunlar ve doğal afetler gibi sorunlar yer almaktadır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı; Türkiye için çocuk yoksulluğunun genel görünümünü incelemektir. Çalışmada TÜİK web sitesindeki ikincil veriler aracılığıyla tablolar oluşturulmuş olup betimsel analiz yapılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre; Türkiye'de ayni ve nakdi sosyal koruma yardımlarının yıllar bazında önemli düzeyde arttığı ve ciddi düzeyde maddi yoksunluk yaşayan çocukların yıllara göre azaldığı gözlemlenmektedir. Ancak 0-17 yaş grubunda olan çocukların 18-64 ve 65^{+} yaş gruplarına oranla daha fazla yoksulluk veya sosyal dışlanma riskine maruz kaldıkları elde edilmiştir. Bununla birlikte kadınların erkeklere göre daha fazla yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altında yaşadıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak çocuk yoksulluğunun azaltılması için ailelere istihdam desteğinin arttırılması ve sosyal koruma sistemlerinin güçlendirilmesi büyük önem arz edecektir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk yoksulluğu, TÜİK verileri, betimsel analiz.

AN OVERVIEW OF CHILD POVERTY IN TURKEY: AN ANALYSIS OF TÜİK DATA

Abstract

Poverty is a global social issue affecting not only developing countries but also both developed and developing nations. In particular, it is evident that children are disproportionately affected by poverty compared to other age groups. The primary causes of child poverty, which is largely linked to family poverty, include low family income, inflation, unemployment, rapid population growth, substance abuse, low educational attainment, single-parent households, migration, domestic issues, and natural disasters. In this context, the primary objective of this study is to examine the overall picture of child poverty in Turkey. The study utilized secondary data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK) website to create tables and conduct a descriptive analysis. According to the study's findings, it is observed that in-kind and cash social protection assistance in Turkey has increased significantly over the years, and the number of children experiencing severe material deprivation has decreased over time. However, it was found that children in the 0–17 age group are exposed to a higher risk of poverty or social exclusion compared to those in the 18–64 and 65+ age groups. Additionally, the study revealed that women face a higher risk of poverty and social exclusion than men. Consequently, increasing employment support for families and strengthening social protection systems will be of great importance in reducing child poverty.

Keywords: Child poverty, TUIK data, descriptive analysis.

Kavramsal Bir Giriş Olarak Çocuk Yoksulluğu

Yoksulluk ile ilgili ilk tanımlar gelir ve temel ihtiyaçlar çerçevesinde yapılmıştır. Günümüzde ise yapısı gereği yoksulluğun karmaşık ve çok boyutlu bir olgu olduğu kabul edilmiştir (Dhemba, 2012, s. 818-819). Özellikle son dönemde, bireyin sahip olduğu ekonomik kaynaklardan çok bu kaynakları işlevsel olarak kullanabilmelerine atıf yapan ve yoksulluğu çok boyutlu olarak ele alan yapabilirlikler yaklaşımı yoksulluğu açıklamada kullanılmaktadır (Nussbaum, 2018). Bu bağlamda yoksulluk; bireyin topluma katılım konusunda yeterli ekonomik koşullara ve yapabilirliklere sahip olmaması, fırsat eşitliği ve sosyal entegrasyon bakımından devlet korumasından yeterince yararlanamaması, yaşamla ilgili akılcı seçimler yapamaması, ayrımcılık ve damgalanmaya maruz kalmasıdır (Erkul & Koca, 2016, s. 616).

Çocukluk bedensel ve zihinsel gelişimin devam ettiği bir dönemdir. Çocukluk döneminin yetişkinlikten farklılaşan kendine özgü koşulları nedeniyle çocuklar yoksulluğun doğurduğu sonuçlar bakımından yetişkinlere göre daha riskli konumda olup çocuk yoksulluğu genel yoksulluktan ayrı değerlendirilmelidir (UNICEF, 2025, s. 6) (Metin, 2015, s. 167-168) Çocuklar gelişimsel olarak potansiyelini ortaya çıkarabilecek maddi, manevi ve duygusal ihtiyaçlardan yoksundur (Akbulut, 2024, s. 2). Nitekim UNICEF de raporlarında çocukları potansiyellerini tam olarak geliştiremeyen bireyler olarak ele almaktadır. Çocuk yoksulluğunda ise genel yoksulluk tanımında olduğu gibi maddi yoksunluk yoksulluğun yalnızca bir boyutuna işaret etmektedir. Çocuk yoksulluğunda günlük yaşamda çocukların maruz kaldıkları diğer yoksunluklar ve yapabilirlikler göz ardı edilmemelidir (UNICEF, 2025, s. 6). Çocukların içerisinde bulunduğu maddi yoksunluk çeşitli ihtiyaçlarının karşılanmasına engel olmakta; beslenme/gıda, su, hijyen, sağlık, barınma, eğitim, bilgi gibi diğer ihtiyaçlar bakımından yoksunluklara neden olmaktadır (Metin, 2015, s. 175). Çocuklarda yoksulluk bedensel büyüme, zihinsel gelişim, sosyal-duygusal gelişim üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Kudubeş, Kudubeş, & Bektaş, 2017, s. 81). Yoksulluk çocuklar için ihtiyaçların karşılanmamasının ötesinde sosyal dışlanma gibi toplumsal sorunlar doğurabilmektedir (Akbulut, 2024, s. 53). Yoksulluk çocuklar açısından erken yaşta evlilik, çocuk işçiliği, suça sürüklenme gibi riskleri de arttırmaktadır (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 362). Bu doğrultuda, çocuk yoksulluğunun ölçülmesinde maddi yetersizliklerin ötesinde farklı boyutlar çerçevesinde çeşitli kriterlere odaklanılmaktadır. Örneğin; Roelen & Gassman (2008), tarafından ortaya konulan yoksulluk ölçümü YDK çocuk yoksulluğunun yoksulluk, dışlanma ve kırılganlık olmak üzere üç boyutunu ele almaktadır. Yoksunluk boyutunda gıda, barınma ve güvenli içme suyu gibi temel ihtiyaçların eksikliğine odaklanılmaktadır. Bu boyutta çocuğun hangi ihtiyaçlar bakımından yoksun olup olmadığını belirlemenin ötesinde yoksunlukların şiddeti, yoğunluğu ve bağlamı da vurgulanmaktadır. Dışlanma boyutunda çocuğun topluma tam ve eşit olarak katılımını engelleyen süreçler ele alınmaktadır. Bu boyutta sosyal statü, grup üyeliği, ekonomik durum ve kültürel önyargılar olmak üzere dört parametre ele alınmıştır. Kırılganlık boyutunda yoksulluğun dinamik doğası ve bir çocuğun yoksul olmasına veya yoksulluktan çıkmasına neden olan dış ve iç tehditler ile risk yönetimi ele alınmaktadır (Roelen & Gassman, 2008, s. 21).

Çocuk yoksulluğu kronik olarak yoksulluğun diğer yaşam evrelerine aktarılmasına neden olmaktadır. Yoksulluk sarmalı içerisinde yetişen çocukların kronik yoksulluk döngüsünden çıkmaları güç olmaktadır (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 362). Çocukluk döneminde yoksullukla karşılaşmak daha ileri yaşam evrelerinde insan onuruna yakışır şekilde yaşamı sürdürmeyi engellemektedir. Daha ötesinde, çocukluk ve yetişkinlik dönemlerinde yoksul olan bireyler yoksulluğu kendi çocuklarına miras olarak aktarmaktadırlar (Akbulut, 2024, s. 211). Küçük yaşlarda yoksulluğun yarattığı eşitsizlik yetişkinlikte bireyin ucuz iş gücü olarak görülmesine ve emeğinin sömürülmesine neden olmaktadır (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 362) (Metin, 2015, s. 167). Erken dönemde yoksulluk 5 yaşından itibaren daha düşük IQ puanına ve davranış sorunlarına sahip olma ile ilişkilendirilmiştir. Erken çocukluk döneminde yoksulluk yaşayanların akademik başarıları daha ileri çocukluk dönemlerinde ve ergenlikte yoksulluk ile karşılaşanlara göre daha düşüktür (Ratcliffe & McKernan, 2012, s. 1). Çocukluk evresinde yoksulluğun daha uzun sürmesi, 25-30 yaş aralığında bir yıldan fazla işsiz ve/veya yoksul olma, ortaöğretim mezunu olamama, ergenlik döneminde evlilik dışı çocuk sahibi olma, 25-30 yaşlarında işsiz olma risklerini arttırmaktadır (Ratcliffe & McKernan, 2012, s. 21).

1980'li yıllar çocuk yoksulluğu bakımından dönüm noktası olmuştur. Bir yandan küreselleşme ve neoliberal politikaların etkisiyle yoksulluk ve dolayısıyla çocuk yoksulluğu derinleşirken diğer yandan yoksulluğun ele alınışı bakımından olumlu gelişmeler kaydedilmiştir. 1980'den sonra küreselleşme ve neoliberalleşme eğilimleri doğrultusunda refah devletlerinde sosyal harcamaların baskılanması ve refah hizmetlerinde piyasaların etkilerinin artmasıyla birçok OECD ülkesinde çocuk yoksulluğu artmıştır (Metin, 2015, s. 186). Neoliberal politikalar çerçevesinde refah devletinin zayıflamasıyla toplumsal eşitsizlikler ve adaletsizlikler

büyürken ekonominin işleyişine müdahale etmeyen eli kolu bağlı devlet, sosyal devlet anlayışını ve refah politikalarını tamamen reddetmese dahi önceliklendirmemektedir (Koray, 2007, s. 25). Diğer yandan; 1980'lere kadar çocuk yoksulluğu yoksul ailelerde doğan çocuklar çerçevesinde ele alınırken bu yıllardan itibaren çocukların çocukluk dönemine özgü ihtiyaçlarının karşılanmaması ve çocuk hakları üzerinden tanımlanmaya başlanmıştır (Kudubeş, Kudubeş, & Bektaş, 2017, s. 81) (Metin, 2015, s. 167).

Çocuk yoksulluğu çocukların gelişimsel ihtiyaçlarının çok yönlü bir biçimde karşılanabilmesi için gerekli kaynaklardan yoksun olmasıdır (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 362). UNICEF'in 2005 yılında yayınladığı Dünya Çocuklarının Durumu Raporunda çocuk yoksulluğu ilk kez genel yoksulluktan farklı olarak tanımlanmıştır. Rapora göre çocuk yoksulluğu hayatta kalma, sağlık, beslenme, eğitim, katılım; zarar, sömürü ve ayrımcılıktan korunma haklarından mahrumiyet gibi kategorilerle ele alınmıştır. Çocuk yoksulluğu; hayatta kalma, gelişim ve başarılı olmak için maddi, manevi ve duygusal kaynaklardan yoksunluk nedeniyle çocukların potansiyellerini tam olarak gerçekleştirememesi veya topluma tam ve eşit yurttaşlar olarak katılamamalarıdır (UNICEF, 2005, s. 5). Kahraman & Sallan-Gül (2015), düşük gelirli hanelerde ikamet eden; beslenme, barınma, su, sanitasyon, sağlık, eğitim, bilgiye erişim gibi temel ihtiyaçlarından yoksun ve bu yoksunluk doğrultusunda fiziki ve ruhsal gelişimini tamamlamakta güçlük yaşayan çocukları yoksul çocuklar olarak tanımlamaktadır (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 53). BM tarafından 1989'da kabul edilen ve Türkiye'de 1995'te yürürlüğe giren Çocuk Haklarına Dair Sözleşmenin 6. Maddesinde taraf ülkelere *her çocuğun hayatta kalması ve gelişimi için mümkün olan azami çabayı göstermeleri* sorumluluğu yüklenmiştir (Convention on the Rights of the Child, 1989). Bu bakımdan yoksulluk çocuğun temel haklarından yararlanmasının önünde ciddi engeller oluşturmaktadır.

Çocuk yoksulluğu gelişmemiş ve az gelişmiş ülkelerde temel insani ihtiyaçların karşılanıp karşılanmadığı ile değerlendirilirken gelişmiş ülkelerde ortalama refah seviyesinin gerisinde kalma riski ile açıklanmaktadır. Nitekim gelişmiş ülkelerde kapsayıcı politikalarla çocukların temel ihtiyaçları büyük ölçüde karşılanmaktadır (Metin, 2015, s. 186). Çocuk yoksulluğu ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyeleri, gelir dağılımı eşitsizliğinin boyutları, iş gücü piyasalarının durumu, toplumsal cinsiyet rollerine sosyokültürel bakış, aile yapıları, ebeveynlerin eğitim seviyeleri gibi birçok faktör ile ilişkilidir (Metin, 2015, s. 169). Farklı refah politikaları benimseyen ülkelerde aile politikalarının niteliği ve kapsamının farklı olması çocuk yoksulluğunun görünümü de farklılaştırmaktadır (Metin, 2015, s. 186). Güney Avrupa refah rejimine sahip İtalya, İspanya, Portekiz, Yunanistan'da çocuk yoksulluğu diğer Avrupa ülkelerine göre daha yüksek seviyelerdedir. Sosyal demokrat refah modeline dayanan Kuzey Avrupa ülkelerinde çocuk yoksulluğu diğer Avrupa ülkelerine göre oldukça düşük seviyelerde olup bunun nedeni bu ülkelerde benimsenen eşit vatandaşlık temelinde benimsenen evrensel refah politikalarıdır (Metin, 2015, s. 171).

Dezavantajlılık çocuk yoksulluğu bakımından riskleri ve sonuçları arttırmaktadır. Çocuk istismarı ve çocuk koruma sisteminde bulunmanın çocukluk dönemindeki düşük gelir ve yoksullukla yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Yoksulluğun azaltılması bir çocuğun çocuk koruma sistemine girme riskini azaltabilmektedir (Pac, ve diğerleri, 2023, s. 72). Yoksulluğun etkileri toplumsal cinsiyet eşitsizliği nedeniyle kız çocuklarında; kırsalda, kentlerde derin eşitsizliklerin olduğu gecekondu mahallelerinde ve kayıt dışı yerleşim alanlarında, eğitim seviyesi düşük olan yetişkinlerin bulunduğu hanelerde yaşayan; engelli, savaş ve çatışma ortamında bulunan, yerinden edilmiş veya mülteci, yerel toplumlarda yetişmiş çocuklar üzerinde daha fazladır (UNICEF, 2025, s. 18). Yaşça daha küçük olan, daha uzun süreli ve daha derin yoksulluğa maruz kalan çocuklarda yoksulluğun etkileri daha fazla görülmektedir (Kudubeş, Kudubeş, & Bektaş, 2017, s. 81). 2024 yılı itibariyle 5 yaş altı dünya çocuklarının %22,3'ü aşırı maddi yoksunluk içinde yaşarken, 15-17 yaş arası çocuklarda bu oran %14,9'a düşmektedir (UNICEF, 2025, s. 18). Birçok ülkede tek ebeveynli hanelerde çocuk yoksulluğu riski artmaktadır. OECD Çocuk Yoksulluğu Raporuna göre ülke genelinde her yoksul 10 çocuktan 6'sı her iki ebeveyniyle birlikte yaşamaktadır. Bazı ülkelerde (Belçika, İsveç, Çek Cumhuriyeti, Birleşik Krallık, Danimarka, İsveç) ise yoksul çocukların %50 ve daha fazlası tek ebeveynli ailelerde yaşamaktadır. Ebeveynlerin eğitim seviyesi de çocuk yoksulluğu üzerinde belirleyicidir. Yoksul çocukların ebeveynlerinin eğitim seviyesi en fazla ortaokul mezunudur (Thévenon, Manfredi, Govind, & Klauzner, 2018, s. 9).

Çocuk yoksulluğunun dünyadaki görünümüne bakıldığında günümüzde çocuk yoksulluğu açısından ilerleme kaydedilmiş olsa da elde edilen kazanımların COVİD-19 pandemisi nedeniyle durma noktasına geldiği görülmektedir. 2014'ten günümüze dünyada çocuk yoksulluğunun azaltılması hedefleri açısından Sahra Altı Afrika başta olmak üzere bazı ülkelerde neredeyse hiç ilerleme kaydedilememiştir (UNICEF, 2025, s. 6). Genel olarak, düşük ve orta gelirli ülkelerde 417 milyon (22%) çocuk iki veya daha fazla, 118 milyon (7%) çocuk üç

veya daha fazla ve 17 milyon (1%) çocuk dört veya daha fazla yoksunlukla karşı karşıyadır (UNICEF, 2025, s. 14). İleri sosyoekonomik seviyelerdeki ülkelerde çocuk yoksulluğuna ilişkin veriler düşük ve orta gelirli ülkelerin verileriyle doğrudan kıyaslanamaz. Ancak, sosyoekonomik olarak ileri seviyelerdeki ülkelerde yoksulluk ile ilgili farklı ölçüt ve göstergeler kullanılsa da çocukların yaşadığı yoksunluklar benzerlik göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde de her 10 çocuktan biri ileri seviyede yoksuldur (Kudubeş, Kudubeş, & Bektaş, 2017, s. 81). AB ülkelerinde de 6 milyondan fazla çocuk yoksulluk içinde yaşamaktadır (UNICEF, 2025, s. 17). OECD ülkelerinde her 7 çocuktan biri gelir bakımından yoksuldur. Küresel olarak bazı ülkelerde çocuk yoksulluğunun azaltılması konusunda hedeflenen ilerleme kaydedilememiş olsa da kimi ülkelerde (Kore, İrlanda, Letonya, İsviçre ve Birleşik Krallık) çocuk yoksulluğu oranı 2014'e kadar düşüş eğiliminde olmuştur (Thévenon, Manfredi, Govind, & Klauzner, 2018, s. 9). Çocuk yoksulluğu oranlarının birçok ülkede bu denli yüksek olması çocuk haklarının ihlal edildiğini ve çocukların sağlıklı ve üretken yetişkinler olarak gelişmeleri için gerekli kaynak ve hizmetlerden yoksun bir ortamda büyüdüklerini, potansiyellerini tam olarak gerçekleştiremediklerini göstermektedir (Minujin & Delamonica, 2006, s. 497).

Türkiye'de çocuk yoksulluğu oranı %30'un üzerinde olup AB ve OECD ülkelerinin üzerinde seviyelerdedir (Kahraman & Sallan-Gül, 2015, s. 362). 15 yaş altındaki çocukların yaklaşık dörtte biri yoksulluk sınırının altında yaşamaktadır. Çocuklar beslenme, barınma, eğitim, sağlık gibi temel ihtiyaçlarını karşılayamayacak durumdadırlar. Türkiye'de kurumlar tarafından gerçekleştirilen araştırmalar, akademik araştırmalar gibi bilgi kaynakları Çocuk Hakları Sözleşmesinde ön görülen düzenlemelerin uygulanması konusunda eksikliklerin olduğunu göstermektedir (Akıllı & Dirikoç, 2016, s. 218). Türkiye'de çocuk yoksulluğu oranı yüksek olsa da çocuk yoksulluğunun yüksek olduğu diğer ülkelerde uygulanan çocuk nakit vergi yardımı, ücretli ebeveynlik izni, sosyal programlar için ebeveynlik izni gibi uygulamalar sınırlıdır. Bütün çocuklara sunulan kapsayıcı bir çocuk desteği bulunmamaktadır (Akbulut, 2024, s. 214).

2. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada TÜİK web sitesindeki ikincil veriler kullanılarak 'Betimsel Analiz' yapılmıştır. Betimsel analiz genellikle tablo, grafik ve görselleri yorumlamak için kullanılmaktadır.

2.1.Araştırmanın Amacı, Veri Toplama Kaynakları, Örneklemi ve Veri Aralığı

Bu çalışmanın temel amacı; TÜİK verileri çerçevesinde Türkiye'de çocuk yoksulluğunun genel görünümünü incelemektir.

2.2. Araştırmanın Verileri

Çalışmanın verileri TÜİK web sitesindeki ikincil verilerden elde edilmiştir. Çalışmada nakdi ve ayni sosyal koruma yardımlarının ihtiyaç gruplarına göre dağılımı için 2000-2024, Çocukların ihtiyaç gruplarına sahip olma durumlarına göre hanehalklarının dağılımı ile ihtiyaç gruplarına maddi yoksunluk nedeniyle sahip olamayan çocukların, yoksulluk durumu (%),15 yaş ve daha küçükler) için 2024 dönemi, yaş gruplarına göre yoksulluk veya sosyal dışlanma riski altında olanların oranı için 2015-2025, ciddi maddi yoksunluk içinde olan çocukların oranı için 2006-2024, çalışanı olmayan hanehalklarında yaşayan çocuk nüfusunun toplam çocuk nüfusa oranı, 0-17 yaş için 2004-2021 dönemi veri seti kullanılmıştır. Çalışmanın veri seti değişkenler göre farklılık göstermektedir.

2.2.1. Araştırmanın Bulguları

Çocuk yoksulluğunun genel görünümünü incelemek için TÜİK web sitesindeki ikincil verilerden hareketle tablolar oluşturularak yorumlanmıştır.

Tablo 3. Nakdi sosyal koruma yardımlarının risk/ihtiyaç gruplarına göre dağılımı, 2000-2024, Milyon TL)

Yıl	Hastane/ Sağlık Bakımı	Engelli/Malul	Emekli/Yaşlı	Dul/Yetim	Aile/Çocuk	İşsizlik	Sosyal Dışlanma	Sosyal Koruma Yardımları Toplamı
2000	74	347	5 292	1 378	202	3	255	7 551
2001	115	502	8 397	2 247	321	5	170	11 757
2002	169	753	13 204	3 427	540	57	190	18 340
2003	233	971	20 466	5 435	664	136	206	28 111
2004	304	1 176	26 697	7 042	852	216	266	36 551
2005	340	1 378	32 137	8 145	1 051	285	290	43 626
2006	323	1 647	38 103	9 665	1 268	395	296	51 696
2007	512	2 124	45 360	11 397	1 539	445	314	61 692
2008	484	1 933	52 698	11 689	1 356	532	366	69 060
2009	543	2 344	63 007	11 599	1 614	1 421	381	80 910
2010	524	2 524	71 475	14 016	1 738	1 087	455	91 819
2011	727	2 898	79 822	19 059	2 364	971	497	106 338
2012	888	3 423	91 648	22 270	2 954	1 251	584	123 018
2013	1 154	3 991	103 986	25 403	3 475	1 497	709	140 216
2014	1 373	4 531	116 675	28 752	3 864	1 879	885	157 958
2015	1 661	4 994	132 945	32 526	4 578	2 609	978	180 290
2016	1 942	5 964	161 190	39 406	5 769	5 037	1 220	220 527
2017	2 163	6 950	183 975	44 569	8 385	5 422	1 554	253 018
2018	2 531	7 252	219 281	52 116	9 090	6 142	1 657	298 068
2019	3 008	8 769	262 121	63 436	10 129	10 518	1 766	359 748
2020	5 302	9 960	299 961	73 040	19 951	41 322	2 877	452 412
2021	6 473	11 375	352 903	88 833	17 238	25 916	2 791	505 529
2022	8 446	18 739	563 897	147 259	35 874	12 715	4 715	791 646
2023	12 563	33 000	1 168 053	259 580	90 424	20 925	80 873	1 665 418
2024	23 907	56 889	2 259 764	491 928	123 849	42 501	48 327	3 047 165

Kaynak: TÜİK Sosyal Koruma 2000-2024 İstatistikleri

Tablo 1'de Türkiye'de 2000-2024 dönemine ait verilerden hareketle nakdi sosyal koruma yardımlarının ihtiyaç gruplarına göre dağılımı verilmiştir. Nakdi sosyal koruma yardımları; hastane/sağlık bakımı, engelli/malul, emekli/yaşlı, dul/yetim, aile/çocuk, işsizlik ve sosyal dışlanma şeklinde belirtilmiştir. Tablo incelendiğinde nakdi sosyal koruma yardımlarının neredeyse tüm ihtiyaç gruplarında yıllar bazında sürekli arttığı gözlemlenmektedir. Ayrıca toplam nakdi sosyal koruma yardımlarının son iki yılda çok ciddi düzeyde arttığı görülmektedir.

Tablo 4. Ayni sosyal koruma yardımlarının risk/ihtiyaç gruplarına göre dağılımı, 2000-2024, Milyon TL)

Yıl	Hastane/ Sağlık Bakımı	Engelli/Malul	Emekli/Yaşlı	Dul/Yetim	Aile/Çocuk	İşsizlik	Sosyal Dışlanma	Sosyal Koruma Yardımları Toplamı
2000	5 045	13	15	14	149	4	329	5 571
2001	8 794	20	24	22	216	9	125	9 211
2002	13 825	29	37	32	302	16	200	14 442
2003	18 427	40	66	47	392	21	360	19 353
2004	21 945	49	84	53	492	29	461	23 114
2005	24 072	64	92	61	739	39	505	25 571
2006	29 757	87	120	57	687	43	535	31 286
2007	32 107	156	138	73	1 230	52	668	34 424
2008	39 087	573	193	46	1 590	65	854	42 406
2009	46 841	1 194	229	50	1 805	166	1 027	51 311
2010	48 905	1 756	251	132	1 942	290	904	54 180
2011	55 319	2 756	422	141	2 239	278	1 099	62 254
2012	59 631	3 611	489	153	2 643	408	1 962	68 897
2013	64 684	4 097	568	165	3 424	415	2 218	75 570
2014	71 949	4 720	716	180	3 716	378	2 386	84 044
2015	78 801	5 130	570	193	4 324	530	2 950	92 498
2016	89 388	6 019	949	209	6 551	470	3 998	107 584
2017	104 095	7 160	1 335	844	10 519	498	4 951	129 402
2018	122 422	8 407	1 013	900	11 906	530	4 927	150 105
2019	146 304	10 280	1 336	964	17 182	654	2 498	179 217
2020	170 479	11 832	1 745	1 257	16 838	821	2 698	205 669
2021	241 638	13 917	2 165	1 645	23 179	996	3 524	287 064
2022	388 574	23 594	3 555	2 960	48 028	1 697	7 941	476 349
2023	797 189	44 376	9 423	6 373	100 286	3 261	22 013	982 920
2024	1 504 848	77 617	16 830	9 518	185 956	6 151	27 665	1 828 585

Kaynak: TÜİK Sosyal Koruma 2000-2024 İstatistikleri

Tablo ‘de Türkiye için 2000-2024 dönemine ait ikincil veriler aracılığıyla ayni sosyal koruma harcamalarının ihtiyaç gruplarına göre dağılımı verilmiştir. Ayni sosyal koruma yardımları; hastane/sağlık bakımı, engelli/malul, emekli/yaşlı, dul/yetim, aile/çocuk, işsizlik ve sosyal dışlanma şeklinde verilmiştir. Tabloya göre; ayni sosyal koruma yardımlarının neredeyse tüm ihtiyaç gruplarında yıllar bazında sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca toplam ayni sosyal koruma yardımlarının son dört yılda bir önceki yıla göre iki kat artarak devam ettiği gözlemlenmektedir.

Tablo 5. Çocukların ihtiyaç gruplarına sahip olma durumlarına göre hanehalklarının dağılımı (%), 2024

Çocukların İhtiyaç Grubu	Sahip Olma	Maddi Yoksunluk Sebebiyle Sahip Olmama	Diğer Nedenlerle Sahip Olmama
Yeni Giysi (İkinci el olmayan)	88,6	9,2	2,2
Düzgün İki Çift Ayakkabı	88,2	9,4	2,3
Günde En Az Bir Kez Taze Meyve ve Sebze Tüketimi	86,7	10,0	3,3
Günde En Az Bir Kez Et, Tavuk veya Balık İçeren Yemek	69,8	23,1	7,2
Yaşa Uygun Kitap	83,3	8,0	8,7
Ev Dışı Aktivitelerde Kullanılabilecek Araç (Bisiklet Tekerlekli Paten vb.)	64,5	16,5	19,0
Evde Oynanabilecek Oyuncaklar	75,5	11,7	12,8
Boş Zaman Aktivitelerine Katılabilme	35,9	18,2	45,9
Özel Gün Kutlamalarına Katılabilme	68,6	10,1	21,3
Arkadaşlarını Oyuna veya Yemeğe Ara sıra Davet Etme	58,7	8,7	32,6
Evden Uzakta Bir Haftalık Tatil Masrafını Karşılayabilme	51,2	22,2	26,6
Paralı Okul Gezilerine ve Okul Etkinliklerine Katılabilme	55,0	18,7	26,3
Evde Ders Çalışılabilecek veya Ödev Yapılacak Uygun Yer	78,5	11,2	10,3

Kaynak: TÜİK Çocuk Sağlığı ve Yoksunluğu 2024.

Tablo 3'te 2024 yılı için Türkiye'de çocukların ihtiyaç gruplarına sahip olma durumları verilmiştir. Tablo incelendiğinde çocukların evden uzakta bir haftalık tatil masrafını karşılayabilme, günde en az bir kez et, tavuk veya balık içeren yemek, paralı okul gezilerine ve okul etkinliklerine katılabilme ile boş zaman aktivitelerine katılabilme kategorilerinde düşük oranda olsa da maddi yoksunluk sebebiyle sahip olmadığı görülmektedir. Ancak çocukların yeni giysi (ikinci el olmayan), düzgün iki çift ayakkabı, günde en az bir kez taze meyve ve sebze tüketimi ile yaşa uygun kitap kategorilerinde maddi yoksunluk oranlarının çok düşük olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 6. İhtiyaç gruplarına maddi yoksunluk nedeniyle sahip olamayan çocukların, yoksulluk durumu (%), 2024, 15 yaş ve daha küçükler)

Çocukların İhtiyaç Grubu	Yoksul	Yoksul Değil
Yeni Giysi (İkinci el olmayan)	71,4	28,6
Düzgün İki Çift Ayakkabı	72,4	27,6
Günde En Az Bir Kez Taze Meyve ve Sebze Tüketimi	76,7	23,3
Günde En Az Bir Kez Et, Tavuk veya Balık İçeren Yemek	63,1	36,9
Yaşa Uygun Kitap	75,8	24,2
Ev Dışı Aktivitelerde Kullanılabilecek Araç (Bisiklet Tekerlekli Paten vb.)	66,8	33,2
Evde Oynanabilecek Oyuncaklar	72,2	27,8
Boş Zaman Aktivitelerine Katılabilme	63,8	36,2
Özel Gün Kutlamalarına Katılabilme	74,7	25,3
Arkadaşlarını Oyuna veya Yemeğe Arasıra Davet Etme	75,0	25,0
Evden Uzakta Bir Haftalık Tatil Masrafını Karşılayabilme	59,5	40,5
Paralı Okul Gezilerine ve Okul Etkinliklerine Katılabilme	65,1	34,9
Evde Ders Çalışılabilecek veya Ödev Yapılacak Uygun Yer	67,4	32,6

Kaynak: TÜİK Çocuk Sağlığı ve Yoksunluğu 2024.

Tablo 4'te Türkiye için 2024 yılı verilerine göre ihtiyaç gruplarına maddi yoksunluk nedeniyle sahip olmayan 15 yaş veya daha küçük olan çocukların, yoksulluk durumu verilmiştir. Yoksulluk sınırı, eşdeğer hanehalkı

kullanılabilir fert medyan gelirinin %60'ına göre hesaplanmıştır. Tablo incelendiğinde çocukların evden uzakta bir haftalık tatil masrafını karşılayabilme, paralı okul gezilerine ve okul etkinliklerine katılabilme, günde en az bir kez et, tavuk veya balık içeren yemek ile boş zaman aktivitelerine katılabilme kategorilerinde daha az yoksulluk sorunu yaşadığı gözlemlenmektedir.

Tablo 7. Y aş gruplarına göre yoksulluk veya sosyal dışlanma riski altında olanların oranı, 2015-2025, %

Yaş Aralığı	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0-17 yaş arası, toplam	42,6	42,0	39,6	39,7	41,8	41,9	43,7	42,7	40,1	38,9	36,8
18-64 yaş arası, toplam	30,7	30,4	27,8	27,6	29,3	30,6	30,7	30,2	28,0	26,3	25,1
65^{+}, toplam	28,7	24,0	21,9	20,8	20,5	22,6	16,8	20,5	23,1	23,3	22,8
0 -17 yaş arası erkek	42,4	41,6	39,6	38,9	41,1	41,1	42,8	41,9	39,4	38,2	36,0
18-64 yaş arası erkek	27,8	27,4	24,7	24,4	26,5	27,7	27,5	27,0	24,8	23,1	21,8
65^{+} erkek	27,9	23,0	19,8	18,6	18,3	21,3	15,5	18,7	21,5	22,3	21,8
0-17 yaş arası kadın	42,9	42,4	39,5	40,5	42,6	42,8	44,7	43,5	40,9	39,8	37,8
18-64 yaş arası kadın	33,6	33,4	30,9	30,8	32,1	33,6	33,9	33,4	31,1	29,5	28,4
65^{+} kadın	29,3	24,9	23,6	22,6	22,3	23,7	17,9	21,8	24,3	24,2	23,6

Kaynak: TÜİK Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması 2015-2024

Tablo 5'te Türkiye için 2015-2025 dönemine ait veriler aracılığıyla yaş gruplarına göre yoksulluk veya sosyal dışlanma riski altında olanların oranı verilmiştir. Yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altında olanların yaş grupları; 0-17, 18-64 ve 65^{+} şeklinde verilmiştir. Tablo incelendiğinde 0-17 yaş grubunda olanların diğer yaş gruplarına oranla daha fazla yoksulluk veya sosyal dışlanma riskine maruz kaldıkları görülmektedir. Ayrıca tabloda yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altında kalanlar cinsiyete göre değerlendirildiğinde; 0-17 yaş grubunda olan kadın ve erkeklerin yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altındaki oranları birbirine çok yakındır. Ancak tablo genel olarak incelendiğinde kadınların tüm yaş gruplarında erkeklere göre daha fazla yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altında oldukları görülmektedir.

Tablo 8. Ciddi Maddi Yoksunluk İçinde Olan Çocukların Oranı: %, 2006-2024

Yıl	Çocuk Yoksulluğu Oranı
2006	70,5
2007	69,3
2008	69,9
2009	69
2010	71,8
2011	66,4
2012	65,4
2013	56,1
2014	42,2
2015	27,4
2016	38,4
2017	34,6
2018	32,6
2019	32,3
2020	33,7
2021	35
2022	35,3
2023	33,3
2024	30,4

Kaynak: TÜİK Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması 2006-2024

Tablo 6'da Türkiye için 2006-2024 dönemi veri setinden hareketle ciddi maddi yoksunluk yaşayan çocukların oranına yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde çocuk yoksunluğunun yıllara göre genellikle azaldığı görülmektedir. Özellikle son üç yılda çocuk yoksulluğunun istikrarlı bir şekilde azaldığı görülmektedir.

Tablo 7: Çalışanı Olmayan Hanehalklarında Yaşayan Çocuk Nüfusunun Toplam Çocuk Nüfusa Oranı, 0-17 Yaş (2004-2021)

Yıllar	Toplam (%)	Erkek (%)	Kız(%)
2004	13,8	13,7	13,9
2005	14,7	14,5	14,8
2006	15,4	14,9	16,0
2007	15,7	15,4	16,0
2008	16,1	16,0	16,2
2009	16,6	16,4	16,9
2010	14,3	14,0	14,6
2011	11,9	11,6	12,2
2012	11,8	11,6	12,1
2013	11,4	11,2	11,7
2014	9,5	9,4	9,5
2015	9,7	9,5	10,0
2016	9,9	9,7	10,1
2017	9,4	9,4	9,4
2018	9,5	9,3	9,8
2019	12,0	11,7	12,3
2020	14,4	14,1	14,
2021	10,7	10,7	10,6

Kaynak: TÜİK İstatistiklerle Çocuk, 2021 s.126

Tablo 7'de 2004-2021 dönemine ait verilerden hareketle çalışanı olmayan hanehalklarında yaşayan çocuk nüfusunun toplam çocuk nüfusa oranına yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde çocuk nüfusu oranında yıllar itibariyle artış ve azalışların olduğu görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Türkiye'de çocuk yoksulluğunun genel görünümü TÜİK tarafından yayımlanan ikincil veriler üzerinden betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, çocuk yoksulluğunun yalnızca gelir eksikliği ile sınırlı olmayan çok boyutlu yapısını Türkiye örneğinde ortaya koymak ve mevcut eğilimleri değerlendirmektir. Bu doğrultuda sosyal koruma yardımları, maddi yoksunluk göstergeleri, yaş gruplarına göre yoksulluk ve sosyal dışlanma riski ile hanehalkı yapısına ilişkin göstergeler/veriler birlikte ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, Türkiye'de çocuk yoksulluğunun önemli bir toplumsal sorun olmaya devam ettiğini, ancak bazı alanlarda iyileşme eğilimlerinin de bulunduğunu göstermektedir. Çalışmanın öne çıkan bulgularından biri olan, nakdi ve ayni sosyal koruma yardımlarının özellikle son yıllarda önemli ölçüde artmış olmasıdır. Bu durum, devletin yoksullukla mücadele ve sosyal riskleri azaltma yönünde daha fazla kaynak ayırdığını göstermektedir. Özellikle aile/çocuk kategorisindeki yardımların artışı, çocuk refahının politika düzeyinde daha görünür hale geldiğine işaret etmektedir. Ele alınan literatürde sosyal koruma mekanizmalarının çocuk yoksulluğunu azaltmada veya yoksulluğun yıkıcı etkisine tampon mekanizma işlevini görmesinde etkili araçlardan biri olduğu vurgulanmaktadır. Benzer biçimde, sosyal yardımların yaygınlaşmasının çocukların ciddi maddi yoksunluk oranlarının azalmasıyla paralel seyrettiğini ortaya koymaktadır. Nitekim ciddi maddi yoksunluk yaşayan çocuk oranının yıllar içinde düşmesi, sosyal politika uygulamalarının belirli ölçüde olumlu sonuçlar üretebildiğini göstermektedir. Ek olarak, çalışma ı çocukların hâlen toplumdaki en kırılgan yaş gruplarından biri olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. 0-17 yaş grubunun 18-64 ve 65+ yaş gruplarına kıyasla daha yüksek oranda yoksulluk veya sosyal dışlanma riski altında bulunması, çocuk yoksulluğunun kuşaklar arası eşitsizlik üretme potansiyelini sürdürdüğünü göstermektedir. Çocukluk döneminde yaşanan yoksulluk; eğitimden sağlığa, beslenmeden sosyal katılıma kadar yaşamın birçok alanında uzun vadeli olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu durum doğrudan çocukların iyi olma hallerini ve kırılganlıklarına da etki etmektedir.

2024 yılı verileri üzerinden incelenen çocuklara ilişkin ihtiyaç göstergeleri de dikkat çekici veriler öne çıkmaktadır. Özellikle düzenli ve nitelikli beslenme, okul etkinliklerine katılım, tatil yapabilme ve boş zaman faaliyetlerine erişim gibi alanlarda maddi yoksunluk yaşayan çocukların varlığı, çocuk yoksulluğunun yalnızca hayatta kalma düzeyindeki ihtiyaçlarla sınırlı olmadığını göstermektedir. Çocukların kültürel, sosyal ve eğitsel fırsatlardan mahrum kalmaları, sosyal dışlanmanın yeniden üretimine zemin hazırlamaktadır. Bu bulgu, çocuk yoksulluğunun yapabilirlikler yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini öne çıkarmaktadır. Çalışmada öne çıkan bir diğer bulgu ise cinsiyet boyutudur. Kadınların hemen tüm yaş gruplarında erkeklere göre daha yüksek yoksulluk ve sosyal dışlanma riski altında bulunması, çocuk yoksulluğunun aile içindeki toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinden bağımsız düşünülemeyeceği olgusu öne çıkmaktadır. Özellikle annelerin yoksulluğu, çocukların yaşam koşulları üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Bu nedenle çocuk yoksulluğuyla mücadele politikalarının kadın istihdamını destekleyen, bakım hizmetlerini yaygınlaştıran ve aile gelirini güçlendiren uygulamalarla bütünleşmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak Türkiye'de çocuk yoksulluğu konusunda öne çıkan verilerde bazı iyileşmeler yaşansa da sorun yapısal niteliğini koruduğu görülmektedir. Sosyal yardımların artırılması olumlu olmakla birlikte tek başına yeterli bir aracı olmadığı da öne çıkmaktadır. Daha sonuç odaklı çözümler için istihdam odaklı ekonomik politikalar, gelir dağılımını iyileştiren önlemler, kapsayıcı eğitim ve sağlık hizmetleri, çocuklara yönelik evrensel destek programları ve hak temelli sosyal politika anlayışı güçlendirilmelidir. Çocuk yoksulluğunun azaltılması, yalnızca çocukların refahını artırmak değil, aynı zamanda daha adil, eşitlikçi ve sürdürülebilir bir toplum inşa etmek açısından da temel bir gerekliliktir.

Çalışmada elde edilen bulgular sonucunda aşağıdaki politika ve uygulama adımlarının önceliklendirilmesi önem taşımaktadır:

1. Çocuklu hanelere yönelik gelir ve istihdam destekleri güçlendirilmelidir. Özellikle işsiz ebeveynlerin istihdama katılımını artıracak mesleki eğitim, kadın istihdamı teşvikleri ve düzenli gelir destek programları yaygınlaştırılmalıdır.
2. Çocuklara yönelik evrensel sosyal destek mekanizmaları geliştirilmelidir. Beslenme, eğitim materyali, okul etkinlikleri, barınma ve sağlık hizmetlerine erişimi garanti altına alan hak temelli programlar oluşturulmalı; çocukların yalnızca temel ihtiyaçları değil sosyal, kültürel ve eğitsel gelişimleri de desteklenmelidir.
3. Bölgesel ve toplumsal eşitsizlikleri azaltan bütüncül sosyal politikalar uygulanmalıdır. Kırsal bölgelerde yaşayan, tek ebeveynli ailelerde bulunan, göçmen ya da dezavantajlı koşullardaki çocuklara yönelik hedefli destekler artırılmalı; merkezi ve yerel kurumlar arasında koordinasyon güçlendirilerek çocuk refahı sürdürülebilir biçimde iyileştirilmelidir.

KAYNAKÇA

Akbulut, N. (2024). *Çocuk Yoksulluğu ve Çocuk Yoksulluğunun Giderilmesine Yönelik Karşılaştırmalı Mali Uygulamalar.* Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Akıllı, H., & Dirikoç, A. (2016). Türkiye'de Kent Yoksulluğu ve Çocuk: Nevşehir Örneği. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 26*, 197-224. doi:10.5505/pausbed.2017.90582

Convention on the Rights of the Child, Resolution 44/25 (United Nations General Assembly November 20, 1989).

Dhemba, J. (2012). Overcoming Poverty in Old Age: Social Security Provision in Lesotho South Africa and Zimbabwe Revisited. *International Social Work, 56*(6), 816-827. doi:10.1177/0020872812446529

Erkul, A., & Koca, M. (2016). Yoksul Yardımlarını Yoksulluk ve Sosyal Dışlanma Bağlamında Yeniden Düşünmek. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 6*(3), 615-628.

Kahraman, F., & Sallan-Gül, S. (2015). Türkiye'de Çocuk Yoksulluğu: Gaziantep Üzerinde Bir Araştırma. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(1), 339-366.

Koray, M. (2007). Sosyal Politikanın Anlamı ve İşlevini Tartışmak. *Çalışma ve Toplum, 4*(15), 19-56.

Kudubeş, İ. E., Kudubeş, A. A., & Bektaş, M. (2017). Küreselleşmenin Yarattığı Yoksulluk: Çocuk Yoksulluğu. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 14*(1), 79-85. doi:10.5222/HEAD.2017.079

Metin, B. (2015). Gelecek Nesillerin Yaşam Fırsatları İçin Ciddi Bir Tehdit: Çocuk Yoksulluğu. *Sosyal Güvenlik Dergisi, 5*(2), 166-188.

Minujin, A., & Delamonica, E. (2006). The Definition of Child Poverty: A Discussion of Concepts and Measurements; Alejandra Davidziuk; Edward D. Gonzalez. *Environment & Urbanization , 18*(2), 481-500. doi:10.1177/0956247806069627

Nussbaum, M. C. (2018). *Yapabilirlikler Yaratmak*. (S. Somuncuoğlu, Çev.) İstanbul: İletişim Yayınları.

Pac, J., Collyer, S., Berger, L., O'Brien, K., Parker, E., Percora, P., . . . Wimer, C. (2023). The Effects of Child Poverty Reductions on Child Protective Services Involvement. *Social Service Review, 97*(1), 43-91.

Ratcliffe, C., & McKernan, S.-M. (2012). *Low-Income Working Families Paper 21.* Washington, DC: The Urban Institute.

Roelen, K., & Gassman, F. (2008). *Measuring Child Poverty and Well-Being: a literature review.* Maastricht: Maastricht University Maastricht Graduate School of Governance.

Thévenon, O., Manfredi, T., Govind, Y., & Klauzner, I. (2018). *OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 218 Child Poverty in the OECD: Trends, Determinants and Policies to Tackle It.* OECD. doi:10.1787/c69de229-e

TÜİK. (2021). İstatistiklerleÇocuk https://www.tuik.gov.tr/media/announcements/istatistiklerle_cocuk_2021.pdf (23.05.2024).

UNICEF. (2005). *The State of The World's Children: Childhood Under Threat.* New York: United Nations Children's Fund.

UNICEF. (2025). *The State of the World's Children 2025: Ending Child Poverty: Our shared imperative.* Florence: UNICEF Innocenti – Global Office of Research and Foresight.

HOW AZERBAIJAN'S LABOR INCOME STRUCTURE SHIFTED OVER 2011–2021: EVIDENCE FROM SECTORAL MULTIPLIERS AND NETWORK CENTRALITY ANALYSIS

Seyfullazadə Natiq

PhD. Student Azerbaijan State University of Economics, Faculty of BMDM, Baku-Azerbaijan (Responsible Author), ORCID: 0009-0003-8394-2190

Abstract

This paper examines how the structure of labor income generation in Azerbaijan's oil-dependent economy compared across three structurally distinct periods: the late oil boom (2011), the price collapse (2016), and a partial recovery (2021), using official input-output tables for 19 economic sector groups. For each sector, direct labor income coefficients and Type I (direct and indirect) and Type II (direct, indirect, and induced) labor income multipliers are calculated following the augmented Leontief framework. Sectors are classified into four structural quadrants using fixed 2011 median thresholds, a design choice that makes genuine cross-period structural change visible at the cost of anchoring comparisons to a peak oil-boom year. Sensitivity analysis using 2016 medians as alternative thresholds confirms the directional robustness of the main finding: the number of sectors combining broad employment generation with high labor income per unit of output fell markedly between 2011 and 2021, while capital-intensive sectors (high wages, narrow employment base) increased. The 2016 oil shock, not the preceding boom peak, was the principal structural inflection point. Eigenvector centrality analysis applied to the labor-weighted production network for 2011 and 2016 identifies professional and knowledge-intensive services as structurally central; the 2021 centrality results are treated with caution due to a likely data artifact in the IO table for that year. The decoupling between network-central sectors and high-employment-multiplier sectors indicates that production network resilience and broad-based labor income generation respond to different structural conditions, a constraint that diversification policy must account for.

Keywords: input-output analysis, labor income multipliers, Azerbaijan, oil-dependent economy, eigenvector centrality, structural transformation

Introduction

Azerbaijan's economy between 2011 and 2021 passed through three structurally distinct phases: a late-stage oil boom sustained by high revenues, a severe price shock and currency collapse in 2014–2016, and a partial recovery extending into 2021. Employment and wage dynamics in non-oil sectors were shaped as much by how oil revenues circulated through the production system as by direct sectoral investment decisions. This creates a diagnostic problem for economic policy: headline employment statistics and sector-level GDP shares do not reveal whether the economy's capacity to generate labor income was strengthening or eroding across phases, or which sectors were driving that change.

This paper addresses that problem with a specific research question: did the 2016 oil shock produce a durable structural shift in Azerbaijan's labor income generation capacity, and if so, which sectors drove that shift?

The question matters practically. A sector paying high wages to few workers differs structurally from one that generates moderate wages while sustaining broad employment chains upstream. For an oil-dependent economy navigating a revenue shock, identifying these structural differences is the first step toward designing a diversification strategy that addresses actual labor income flows rather than headline employment statistics. The distinction between broad employment generation and high wage-per-unit-of-output generation (the central organizing principle of this paper's quadrant classification) follows directly from structural transformation frameworks that treat sectoral composition and wage quality as separate policy targets (McMillan & Rodrik, 2011; Timmer et al., 2015).

Input-output analysis provides the empirical framework. By decomposing how production in one sector stimulates labor income creation across the supply chain, it separates sectors with high direct wage payments from those with strong economy-wide labor income effects. The Leontief input-output model has been the

standard tool for multiplier analysis since its development in the 1940s (Leontief, 1986; Miller & Blair, 2009), with extensions to labor income and employment multipliers going back to Rasmussen's inter-sectoral linkage work (1956) and Hirschman's formalization of backward and forward linkage concepts (1958). More recent contributions have extended multiplier analysis to incorporate network topology, recognizing that sectors' structural positions in the production network carry information about shock transmission that scalar multiplier values alone do not capture (Acemoglu et al., 2012; Bonacich, 1987).

The existing literature on Azerbaijan's economic structure addresses oil revenue dynamics, Dutch disease pressures on tradable sectors, and general productivity patterns (Auty, 1993; Ross, 2012; Corden & Neary, 1982). Two IO-based analyses of Azerbaijan are directly relevant to this paper's design. Sabiroglu and Bashirli (2012) examine production linkages and total factor productivity effects of the oil and gas sector using 2001 and 2006 IO tables, finding only negligible spillovers from oil-led growth to the non-oil sector. Sadik-Zada (2016) extends this analysis through 2009, focusing on output and employment linkages during the oil boom. The present paper complements both by shifting the analytical focus to labor income rather than output multipliers, extending the temporal scope through 2021 to capture a complete commodity cycle, and adding network centrality as a supplementary structural indicator. The choice to analyze labor income multipliers rather than employment multipliers alone is motivated by the structural transformation literature: employment headcounts and wage quality respond to different mechanisms, and a policy framework that conflates them risks targeting employment volume at the expense of wage development (McMillan & Rodrik, 2011).

Official IO tables published by the State Statistics Committee of Azerbaijan (SSCRA) for 2011, 2016, and 2021 make cross-period comparison feasible with consistent methodology (SSCRA, 2023). The absence of a systematic, IO-based analysis of labor income multiplier structures across these three table periods is notable given that they capture the full arc of Azerbaijan's commodity cycle: from boom to bust to partial recovery.

Materials and Methods

Data

The analysis uses official symmetric input-output tables for Azerbaijan published by SSCRA for 2011, 2016, and 2021 (SSCRA, 2023). Each table contains 81 sectors classified according to NACE Rev. 2. The tables provide transaction matrices at basic prices, final demand components by category, and compensation of employees by sector. One sector (Mining of coal and lignite) reported zero output across all three years and was excluded; the effective sample is 80 sectors in the multiplier analysis. For the quadrant classification, the 80 sectors are consolidated into 19 aggregate groups following NACE section-level boundaries.

Currency and cross-period comparability. All multiplier values and coefficients are expressed in nominal Azerbaijani manats (AZN) of the respective table year. The Azerbaijani manat was devalued twice in 2015, in February and December, depreciating approximately 50% against the US dollar over that year. As a result, nominal AZN values in 2016 and 2021 reflect a substantially different price base than 2011. Direct comparisons of AZN-denominated multiplier levels across years should therefore be interpreted with caution. The quadrant classification mitigates this concern by using ratios (labor income per AZN of output; employment per million AZN of output) rather than absolute nominal levels, and by applying fixed 2011 thresholds that convert cross-period comparison into a question of structural position rather than absolute magnitude. However, devaluation-driven nominal wage growth between 2011 and 2016/2021 may cause some sectors to cross the LC threshold mechanically. The sensitivity analysis in Section 2.4 addresses this limitation.

Direct Labor Income Coefficient

The direct labor income coefficient for sector j is defined as:

$$l_j = w_j / X_j$$

where w_j is the total compensation of employees in sector j and X_j is its total output. This coefficient measures the share of each monetary unit of output that accrues directly as labor income within that sector.

Type I and Type II Labor Income Multipliers

Type I multiplier. The Type I multiplier captures direct and indirect effects. Following Miller and Blair (2009), the Leontief inverse $L = (I - A)^{-1}$ is derived from the technical coefficients matrix A, where $a_{ij} = z_{ij} / X_j$ and z_{ij} is the intermediate delivery from sector i to sector j. The Type I labor income multiplier for sector j is:

$$M^I_j = \Sigma_i \, l_i \cdot L_{ij}$$

This sums across all sectors the labor income generated per unit of final demand directed at sector j, incorporating upstream supply chain effects.

Type II multiplier: household augmentation procedure. The Type II multiplier endogenizes household consumption by treating households as an additional sector in the extended input-output system. The augmented technical coefficients matrix A* is constructed as follows. The household income vector h is defined such that $h_j = l_j$, i.e., the direct labor income coefficient for each sector represents the income flowing to households per unit of output. This vector forms an additional row in A*. The household expenditure column is constructed from the observed household consumption proportions in each year's final demand vector, normalized to sum to unity across intermediate-use sectors. Formally, if c is the sector-level household consumption expenditure vector and Yh is total household expenditure, the household expenditure coefficients are c_j / Yh, forming an additional column in A*. The augmented Leontief inverse is then $L^* = (I - A^*)^{-1}$. The Type II labor income multiplier for sector j is:

$$M^{II}_j = \Sigma_i \, l_i \cdot L^*_{ij}$$

This captures direct, indirect, and induced effects, with the induced component arising from workers spending wages and thereby generating further rounds of production and labor income.

The Type I ratio and Type II ratio reported in Table 1 are expressed as multiples of the direct coefficient l_j, indicating by how many times the economy-wide effect exceeds the direct sector payment. A Type II ratio of 10 means that directing one additional unit of final demand to that sector generates total economy-wide labor income ten times the labor income created directly within it. Sectors with very small direct labor income coefficients (i.e., capital-intensive sectors that pay low wages per unit of output) will mechanically generate large Type II ratios even with moderate absolute Type II multiplier values. The ratios for extractive sectors such as Other mining and quarrying in 2011 reflect precisely this dynamic: very low direct labor income coefficients combined with strong upstream supply chain demand for labor-intensive services.

The augmented matrices A* were verified for invertibility prior to computation. All three year-specific systems were invertible without numerical instability.

Quadrant Classification

Employment multiplier. Sectors are classified using two indicators measured per million AZN of output: the labor compensation multiplier (LC, in AZN per AZN of output) and the employment multiplier (E, in person-years per million AZN of output), following the multiplier-based key sector classification tradition in IO analysis (Schultz, 1977). The employment multiplier is constructed analogously to the labor income multiplier but using employment headcounts rather than wage payments. Let $e_j = N_j / X_j$ be the direct employment coefficient for sector j, where N_j is total employment (in person-years) in sector j. The Type I employment multiplier is:

$$E_j = \Sigma_i \, e_i \cdot L_{ij}$$

Employment headcount data by sector (N_j) are drawn from SSCRA's labor force survey and establishment survey records, matched to IO sector definitions using a bridge table that maps the survey's NACE two-digit classifications to the 80-sector IO structure. In cases where the IO sector boundary does not align cleanly with the survey classification (primarily in aggregate service sectors), the bridge table apportions employment proportionally by output share.

Threshold definition. The 2011 median values across the 19 sector groups, with LC = 0.258 AZN/AZN and E = 103.1 persons per million AZN, serve as fixed thresholds across all three years. Holding thresholds constant ensures that quadrant transitions reflect genuine structural change rather than shifts in the median reference point caused by compositional changes in the sector distribution. The four categories are: Core labor (above

median on both dimensions); Capital-intensive (above median on LC, below on E); Low-wage labor-intensive (above median on E, below on LC); and Peripheral (below median on both).

Sensitivity analysis with 2016 thresholds. A limitation of anchoring thresholds to 2011 is that 2011 was a peak oil-boom year. Medians calibrated to this year reflect an unusually concentrated revenue environment, and the post-shock comparisons may partly capture reversion from an unsustainable peak rather than genuine structural deterioration. To assess the robustness of the main findings, the quadrant classification was also applied using 2016 median values as thresholds (LC = 0.255 AZN/AZN; E = 82.0 persons per million AZN). Under 2016 thresholds, the directional finding is preserved: the number of sectors combining broad employment and high labor income remains lower in 2021 than in 2011, and the capital-intensive category remains larger in 2021 than in either earlier year. The count of core labor sectors under 2016 thresholds is 7 in 2011, 7 in 2016, and 5 in 2021, compared to 7, 6, and 3 under 2011 thresholds. Both specifications agree that the capital-intensive category expanded from 3 sectors to 8–10 by 2021. The milder contraction in the core labor count under 2016 thresholds reflects that calibrating to the shock year's compressed distributions places more 2016 sectors just above the threshold; the structural shift to capital-intensive in the recovery period (2016–2021) is consistent across both specifications.

Eigenvector Centrality

Eigenvector centrality identifies sectors that are not only well-connected but connected to other well-connected sectors. The measure solves the eigenvalue equation $Ax = \lambda x$, where A is the IO technical coefficient matrix used as a weighted adjacency matrix and x is the centrality vector (Bonacich, 1987). The right eigenvector corresponding to the dominant eigenvalue is used throughout, identifying sectors whose outputs are demanded by other structurally important sectors, i.e., importance as an upstream supplier in the production network. A sector with high right-eigenvector centrality transmits demand shocks broadly through the production network even if its own direct multiplier values are modest, because it is embedded in densely connected parts of the system. Scores were computed separately for each year's IO matrix using power iteration and normalized within each year for comparability of relative rankings.

A note on cross-period comparison of centrality scores: within-year normalization removes the absolute scale differences across years. The centrality rankings reported below therefore indicate relative structural position within each year's production network but do not support claims about whether network connectivity strengthened or weakened between years in absolute terms.

Findings and Discussion

Labor Income Multipliers

Table 1 presents Type II labor income multiplier ratios for a selection of sectors representing the range of structural positions observed across the decade.

Table 1. Type II labor income multiplier ratios for selected sectors, 2011–2021

Sector	2011	2016	2021
Other mining and quarrying	32.35	14.18	4.28
Manufacture of wearing apparel	13.30	10.72	5.54
Mining support service activities	25.91	n/a	n/a
Manufacture of food products	8.43	12.98	9.66
Repair and installation of machinery and equipment	9.67	8.55	4.17
Manufacture of machinery and equipment n.e.c.	9.59	n/a	n/a
Construction	6.45	5.44	5.58
Legal and accounting activities	2.78	3.00	2.64
Extraction of crude petroleum and natural gas	2.76	2.82	3.69

Note: *n/a indicates the sector was not separately identified in the IO table for that year due to reclassification. Ratios are the Type II multiplier divided by the direct labor income coefficient l_j. Large ratios reflect low direct labor income coefficients combined with substantial induced effects through supply chains.*

The most pronounced pattern is the monotonic decline in multiplier ratios for extractive sectors. Other mining and quarrying carried a Type II ratio of 32.35 in 2011, meaning a unit of final demand directed at this sector generated economy-wide labor income more than 32 times the direct labor income within the sector itself. By 2021, that ratio had collapsed to 4.28. Manufacture of wearing apparel fell from 13.30 to 5.54, and Repair and installation of machinery and equipment declined from 9.67 to 4.17. The large 2011 values for these sectors reflect extremely small direct labor income coefficients (mining activities and machinery sectors retain a small share of revenue as wages per unit of output) combined with strong supply chain demand for labor-intensive upstream services. The compression between 2011 and 2021 does not reflect an improvement in direct wages. The direct labor income coefficient l_j rose substantially for most of these sectors over the period, while economy-wide income generation did not keep pace. A larger share of value added was retained as wages within the sector, but the capacity to propagate income gains through supply chains declined.

Extraction of crude petroleum and natural gas is the exception: its Type II ratio increased from 2.76 in 2011 to 3.69 in 2021, combining a declining direct coefficient with relatively stable indirect income generation. This enclave profile (low direct wages, stable but modest supply chain effects) is consistent with the findings of Sabiroglu and Bashirli (2012) and Sadik-Zada (2016), who document weak non-oil sector spillovers from Azerbaijan's oil and gas operations across earlier periods. The persistence of this configuration through 2021 suggests that the structural relationship between oil production and domestic labor income generation did not fundamentally change across the commodity cycle.

Manufacture of food products follows a non-monotonic path. The Type II ratio rose from 8.43 in 2011 to 12.98 in 2016 before declining to 9.66 in 2021. This trajectory is consistent with an import-substitution response to the 2015–2016 manat devaluation: domestic food production became more competitive relative to imports, deepening intermediate supply linkages temporarily and increasing the economy-wide labor income generated per unit of final demand. As import prices stabilized and trade patterns adjusted through the recovery period, the ratio normalized. This interpretation is supported by aggregate non-oil production data for Azerbaijan, which document a pronounced increase in domestic food processing output between 2016 and 2018 (World Bank, 2024). Whether this represents a durable structural integration of the food supply chain or a temporary

devaluation effect that reversed as the exchange rate stabilized requires higher-frequency data beyond what IO tables can provide.

Legal and accounting activities maintained a stable Type II ratio across the decade (2.78 to 3.00 to 2.64). Professional service sectors tend toward stability in multiplier ratios because their supply chains are shorter and their intermediate purchases are less sensitive to commodity price fluctuations than manufacturing or extractive sectors.

Quadrant Analysis

Table 2 summarizes the quadrant classification results for the 19 aggregated sector groups across the three years. Figure 1 presents the full quadrant maps.

Table 2. Sector count by quadrant category, 2011–2021

Quadrant	2011	2016	2021
Core labor	7	6	3
Capital-intensive	3	3	10
Low-wage labor-intensive	3	2	1
Peripheral	6	8	5
Total	**19**	**19**	**19**

Note: *Core labor = above median on both employment multiplier (E > 103.1 persons/million AZN) and labor compensation multiplier (LC > 0.258 AZN/AZN). Capital-intensive = LC above median, E below. Low-wage labor-intensive = E above median, LC below. Peripheral = below median on both. Medians fixed at 2011 values. Under 2016 thresholds (LC = 0.255; E = 82.0), sector counts are: Core labor: 7/7/5; Capital-intensive: 3/3/8; Low-wage labor-intensive: 4/3/1; Peripheral: 5/6/5, confirming the directional robustness of the main finding.*

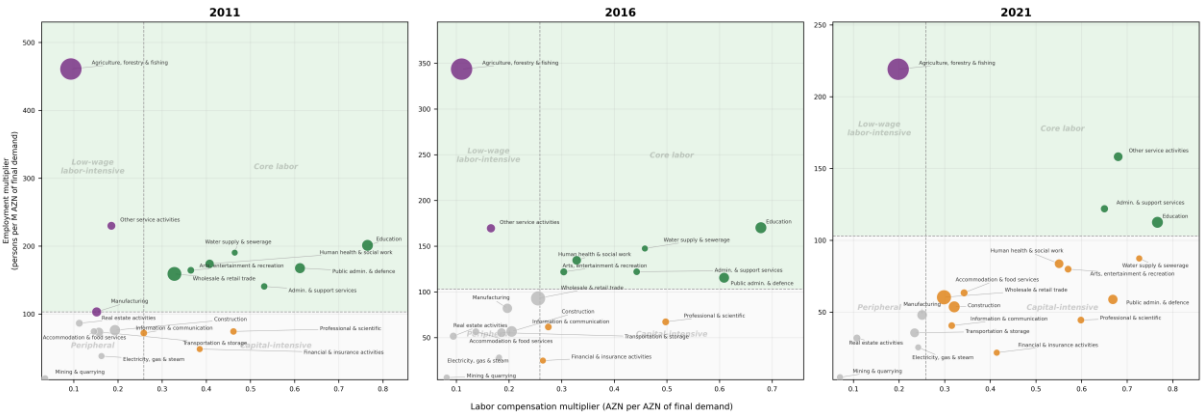


Figure 1. *Employment multiplier vs. labor compensation multiplier for 19 sector groups (2011, 2016, 2021). Bubble size is proportional to sector employment. Dashed lines mark fixed 2011 median thresholds (E = 103.1; LC = 0.258).*

The shift from seven core labor sectors in 2011 to three in 2021 is the central structural finding. In 2011, the core labor category included education, public administration, healthcare, arts and recreation, water supply, trade, and administrative services. By 2021, only education, administrative services, and other services retained both high employment multipliers and high labor compensation multipliers relative to the 2011 benchmark. Sensitivity analysis confirms that education and administrative services anchor the core labor category under both threshold specifications across all three periods.

The migration from core labor to capital-intensive was concentrated in public sector groups. Public administration, healthcare, and arts moved from core labor to capital-intensive between 2016 and 2021. Their

labor compensation multipliers held or rose above the 0.258 threshold, indicating that wages per unit of output held or increased during the recovery period. Their employment multipliers fell below 103.1 persons per million AZN of output. This combination (rising LC without corresponding growth in E) is consistent with wage-level recovery following the 2016 shock that was not accompanied by proportional employment expansion. Whether it reflects genuine labor productivity improvement, a composition effect from reduced low-wage employment within these aggregated groups, informalization of lower-wage positions, or targeted fiscal-policy wage increases for specific categories cannot be determined from IO data alone. Complementary labor force survey data would be needed for that attribution.

Construction and trade followed distinct paths. Construction was peripheral in both 2011 and 2016, then moved to capital-intensive by 2021, driven by rising LC as post-recovery construction wages increased while employment intensity remained below the threshold. Trade shifted from core labor in 2011 to peripheral in 2016, a direct consequence of the demand compression that followed the manat devaluation, consistent with Dutch disease theory's prediction that a sharp real exchange rate appreciation during a boom is reversed after the commodity shock, with tradable and commercial services sectors bearing the initial adjustment cost (Corden & Neary, 1982). By 2021, trade had recovered to capital-intensive, suggesting that recovery consolidated labor income into higher-paid commercial positions rather than restoring broad-based employment.

Mining remained peripheral throughout the entire decade. Low direct employment, low labor compensation multipliers, and no quadrant change across three structural periods confirms the enclave configuration documented for earlier periods by Sabiroglu and Bashirli (2012). The production structure of Azerbaijan's extractive sector maintained its weak domestic labor income linkages across the commodity cycle.

The low-wage labor-intensive category contracted from three groups (agriculture, manufacturing, other services) to one (agriculture) by 2021. Agriculture's persistent position (high employment per unit of output but wages well below the economy median) indicates an unreformed underemployment problem. Agricultural employment in Azerbaijan includes a substantial share of self-employment and subsistence farming; compensation of employees data may not fully capture total agricultural labor income, potentially understating the sector's LC value.

Network Centrality

In 2011, Architectural and engineering activities; technical testing and analysis and Legal and accounting activities led the eigenvector centrality ranking with scores of 0.095 and 0.089 respectively. Office administrative, office support and other business support activities ranked third at 0.074. This cluster of professional services sectors occupied structurally central positions because they provide intermediate inputs used broadly across production, from construction project coordination to financial compliance to export logistics.

By 2016, Scientific research and development displaced Architectural and engineering activities at the top with a score of 0.0945, while Architectural and engineering activities remained second at 0.077. Legal and accounting activities dropped to third. Public administration and defence; compulsory social security entered the top five at 0.052, reflecting the expansion of government service intermediation during the fiscal consolidation response to the oil price shock.

A note on the 2021 centrality results. The 2021 centrality distribution shows a notable anomaly: Sewerage ranked first with a score of 0.096, while Activities of membership organisations ranked second at 0.071 and Scientific research and development third at 0.054. The top ranking of Sewerage (a sector that ranked outside the top five in both 2011 and 2016) most plausibly reflects a specific feature of how infrastructure investment flows were recorded in the 2021 IO table following post-pandemic reconstruction activity, rather than a genuine reorganization of the production network around water treatment. Because this anomaly affects the first-ranked sector in the 2021 centrality distribution, and the centrality of adjacent-ranked sectors may also be affected through network spillover from the distorted entry, the 2021 centrality results as a whole are treated as unreliable for sector-specific interpretation. The finding that scientific research and development held a top-three position in both 2016 and 2021 is noted, but conclusions about the 2021 network structure are not drawn

from the centrality analysis alone. Future work with validated 2021 IO data should revisit the centrality rankings for that period.

For 2011 and 2016, where the centrality distributions are consistent and internally coherent, the following observation holds. Sectors with high eigenvector centrality (professional services, legal and accounting activities, architectural and engineering activities, and scientific research and development) did not correspond to the high employment multiplier sectors in either year. Legal and accounting activities, second in centrality in 2011, carried a Type II ratio of 2.78 and placed near the bottom of the employment multiplier distribution. Architectural and engineering activities, highest in centrality in 2011, does not appear among the high employment multiplier sectors. This decoupling between production network influence and labor income generation is not merely mechanical, though it is structurally predictable: network-central sectors tend to be intermediate service providers with short supply chains and low labor intensity, while high employment multiplier sectors tend to be labor-intensive with extensive upstream linkages. The practical implication is distinct from either sector's individual characteristics. A diversification strategy that selects sectors for their network-central position will improve shock absorption capacity without necessarily improving broad employment generation.

Discussion

The three analytical components converge on a consistent structural narrative. The oil boom and its aftermath did not merely slow employment growth; the economy's labor income-generating structure shifted toward fewer sectors with higher per-unit wages but narrower employment bases. Core labor sectors fell from seven to three under the primary threshold specification, and the sensitivity analysis confirms this direction is robust. The 2016 shock was the decisive inflection: from 2011 to 2016, the core labor count dropped by only one, while from 2016 to 2021 it fell by three and capital-intensive sectors added seven.

This pattern aligns with structural transformation frameworks that track the composition of employment between high-productivity and low-productivity sectors over commodity cycles (McMillan & Rodrik, 2011; Timmer et al., 2015). The Azerbaijani case illustrates a transition dynamic in which the recovery from a commodity shock consolidates employment into wage-intensive positions (the capital-intensive quadrant's expansion), while the broad-employment base characteristic of boom-era core labor sectors does not recover proportionally. Whether this reflects genuine productivity-driven restructuring, formalization dynamics, or a composition effect within the 19 aggregated sector groups cannot be resolved from IO data alone.

The delayed character of the structural response is notable. The commodity shock was concentrated in 2014–2016, but the IO-measurable structural shift between quadrants is more pronounced in the 2016–2021 interval than in 2011–2016. This is consistent with a post-devaluation adjustment timeline: the immediate shock compressed real wages broadly, potentially sustaining employment multipliers temporarily by reducing per-unit labor costs. The subsequent recovery from 2017 onward allowed nominal wages to recover faster than employment expanded, pushing multiple sectors from core labor into capital-intensive.

This interpretation is provisional. IO tables capture a single cross-sectional structure for each year; they do not reveal dynamics within the period. The 2021 table incorporates the COVID-19 demand shock alongside post-2017 recovery trends, and separating these effects requires higher-frequency data not available in the IO framework. The composition of the 19 aggregated sector groups also matters: a group can shift quadrant due to genuine structural change or because the mix of subsectors within it changed, and aggregation cannot distinguish between these mechanisms.

Conclusion and Recommendations

Azerbaijan's labor income structure between 2011 and 2021 reorganized in a specific direction. The evidence from IO-based multiplier analysis and quadrant classification shows a clear movement from a structure with several broadly employment-generating sectors toward one dominated by capital-intensive sectors that pay relatively high wages to comparatively few workers. This structural contraction (core labor sectors declining from seven to three) was driven primarily by the 2016 oil shock and the subsequent recovery's consolidation dynamics, not by the oil boom itself. Sensitivity analysis using 2016 medians as alternative thresholds confirms that this directional finding does not depend on the choice of 2011 as the reference year.

The eigenvector centrality analysis for 2011 and 2016 adds a constraint on how this structural problem can be addressed. Sectors that transmit demand most broadly through the IO system (professional services, legal and accounting activities, architectural and engineering activities, and scientific research and development) are not the sectors with the highest labor income multipliers. A diversification strategy designed around network-central sectors would strengthen economic resilience through better demand absorption while leaving the employment breadth problem largely unresolved.

Two policy directions follow from the structural evidence. Agriculture's persistent classification as low-wage labor-intensive across all three periods indicates unrealized potential for employment quality improvement. Value chain development through food processing and agri-export linkages, if investment targets intermediate supply chain integration rather than raw output expansion, could shift agriculture's quadrant position by raising LC without necessarily reducing employment intensity. The temporary improvement in food products' Type II multiplier ratio during 2016 (from 8.43 to 12.98) demonstrates that this linkage deepening is feasible under the right price conditions; the policy challenge is sustaining it when import competition normalizes. Azerbaijan's existing programs for agricultural zone development and the regional development support frameworks provide an institutional basis for this kind of value chain investment, though their effectiveness in integrating smallholder supply chains has been uneven.

The decline of trade from core labor (2011) to peripheral (2016), with only partial structural recovery to capital-intensive by 2021, points to a second target: commercial services employment remains highly sensitive to exchange rate conditions and domestic demand. This sensitivity cannot be addressed through sector-specific investment policy alone; currency and demand management affect the labor income structure of commercial services through channels that sectoral interventions cannot offset. The manat's continued volatility relative to the period before 2015 means that trade's labor income generation capacity remains structurally fragile.

The principal limitation of this analysis is its reliance on three static cross-sections. The structural shifts documented here are real: they appear under multiple threshold specifications and across multiple indicators, but the mechanisms driving them (productivity growth, formalization, composition effects, fiscal policy) cannot be fully decomposed from IO data. Integrating this framework with firm-level wage data and labor force surveys across the same periods would permit more precise attribution of the quadrant transitions and sharper identification of which mechanisms are actually driving the capital-intensive shift. A panel IO analysis across more frequent table intervals, if and when SSCRA publishes them, would allow the dynamics within the 2016–2021 interval to be disaggregated from the cross-section comparison.

Acknowledgments and Declarations of Interest

The author declares no conflict of interest. No external funding was received for this study. All data used are publicly available from the State Statistics Committee of the Republic of Azerbaijan.

References

Acemoglu, D., Carvalho, V. M., Ozdaglar, A. & Tahbaz-Salehi, A. (2012). The network origins of aggregate fluctuations. Econometrica, 80(5), 1977–2016. https://doi.org/10.3982/ECTA9623

Auty, R. M. (1993). Sustaining development in mineral economies: The resource curse thesis. Routledge.

Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. American Journal of Sociology, 92(5), 1170–1182. https://doi.org/10.1086/228631

Corden, W. M. & Neary, J. P. (1982). Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. The Economic Journal, 92(368), 825–848. https://doi.org/10.2307/2232670

Hirschman, A. O. (1958). The strategy of economic development. Yale University Press.

Leontief, W. (1986). Input-output economics (2nd ed.). Oxford University Press.

McMillan, M. S. & Rodrik, D. (2011). Globalization, structural change and productivity growth (NBER Working Paper 17143). National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.3386/w17143

Miller, R. E. & Blair, P. D. (2009). Input-output analysis: Foundations and extensions (2nd ed.). Cambridge University Press.

Rasmussen, P. N. (1956). Studies in inter-sectoral relations. North-Holland.

Ross, M. L. (2012). The oil curse: How petroleum wealth shapes the development of nations. Princeton University Press.

Sabiroglu, I. M. & Bashirli, S. (2012). Input-output analysis in an oil-rich economy: The case of Azerbaijan. Resources Policy, 37(1), 73–80. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.12.003

Sadik-Zada, E. R. (2016). Oil abundance and economic growth. Logos Verlag.

Schultz, S. (1977). Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis. Journal of Development Studies, 14(1), 77–96. https://doi.org/10.1080/00220387708421663

State Statistics Committee of the Republic of Azerbaijan [SSCRA]. (2023). Input-output tables of Azerbaijan for 2011, 2016, and 2021. https://www.stat.gov.az/

Timmer, M. P., de Vries, G. J. & de Vries, K. (2015). Patterns of structural change in developing countries. In J. Weiss & M. Tribe (Eds.), Routledge Handbook of Industry and Development (pp. 65–83). Routledge.

World Bank. (2024). World development indicators: Azerbaijan. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

VOLATILITY DYNAMICS OF RISK TENDENCIES ACROSS DIFFERENT INVESTOR GROUPS IN TÜRKIYE

Kübra KARADAĞ

Research Assistant, Trakya University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, Edirne, TURKEY, (Responsible Author) ORCID: 0000-0003-4631-7102

Mehmet Kenan TERZIOĞLU

Prof. Dr., Trakya University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, Edirne, TURKEY, ORCID: 0000-0002-6053-830X

Abstract

The dynamic structure of financial markets indicates that investors make decisions not only according to price movements but also in response to changing risk perceptions and psychological tendencies. Therefore, examining changes in the risk-taking tendencies of investor groups is important for a better understanding of market behavior and financial vulnerabilities. In this study, the volatility structures of the Risk Tendency Index (REKS) series, which represent the risk-taking tendencies of different investor segments in Turkish capital markets, are analyzed from a behavioral finance perspective. Approximately 15 years of weekly data are utilized in the analysis. The study considers the REKS Total, REKS Domestic, REKS Foreign, REKS Domestic Individual, REKS Domestic Corporate, REKS Funds, and REKS Qualified Investor series.

The volatility level of each investor group's risk perception, the persistence of shocks, and the asymmetric responses to negative news are comparatively examined through appropriate GARCH-type models. In this framework, in addition to standard GARCH models, EGARCH, GJR-GARCH, and TGARCH models are employed. The findings demonstrate that the volatility dynamics of investor groups are not homogeneous. In particular, domestic investor groups exhibit an asymmetric volatility structure, individual investors are found to be more sensitive to negative shocks, and institutional investors display a more controlled risk structure. Moreover, volatility shocks appear to be more persistent for foreign investors and funds. The findings also reveal that investor groups do not respond to market conditions in the same direction or at the same speed. The study is expected to contribute to the literature on investor segmentation, risk management, and behavioral finance.

Keywords: Risk Tendency Index, investor behavior, GARCH models, behavioral finance

TÜRKİYE'DE FARKLI YATIRIMCI GRUPLARININ RİSK EĞİLİMLERİNİN VOLATİLİTE DİNAMİKLERİ

Özet

Finansal piyasaların dinamik yapısı, yatırımcıların kararlarını yalnızca fiyat hareketlerine göre değil, aynı zamanda değişen risk algıları ve psikolojik eğilimler doğrultusunda aldığını göstermektedir. Bu nedenle yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerindeki değişimlerin incelenmesi, piyasa davranışlarının ve finansal kırılganlıkların daha iyi anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden Risk Eğilim Endeksi (REKS) serilerinin volatilite yapıları davranışsal finans perspektifiyle analiz edilmektedir. Analizde yaklaşık 15 yıllık haftalık veri kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli yatırımcı serileri dikkate alınmaktadır.

Her bir yatırımcı grubunun risk algısındaki oynaklık düzeyi, şokların kalıcılığı ve negatif haberlere verilen asimetrik tepkiler uygun GARCH tipi modeller aracılığıyla karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Bu çerçevede standart GARCH modellerinin yanı sıra EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH modellerinden yararlanılmaktadır. Elde edilen bulgular, yatırımcı gruplarının volatilite dinamiklerinin homojen olmadığını göstermektedir. Özellikle yerli yatırımcı gruplarında asimetrik volatilite yapısı gözlenmekte, bireysel

yatırımcıların negatif şoklara karşı daha duyarlı olduğu, kurumsal yatırımcıların ise daha kontrollü bir risk yapısı sergilediği belirlenmektedir. Ayrıca yabancı yatırımcılar ve fonlar için volatilite şoklarının daha kalıcı olduğu görülmektedir. Bulgular, yatırımcı gruplarının piyasa koşullarına aynı yönde ve aynı hızda tepki vermediğini de ortaya koymaktadır. Çalışmanın yatırımcı segmentasyonu, risk yönetimi ve davranışsal finans literatürüne katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk Eğilim Endeksi, yatırımcı davranışı, GARCH modelleri, davranışsal finans.

Giriş

Finansal piyasalarda yatırım kararları yalnızca beklenen getiri ve risk arasındaki klasik dengeye bağlı olarak şekillenmemektedir. Yatırımcıların risk algısı, piyasa koşullarına ilişkin beklentileri, belirsizlik dönemlerine verdikleri tepkiler ve geçmiş şoklardan etkilenme biçimleri de yatırım davranışları üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle finansal piyasalarda yatırımcı davranışlarının analizinde yalnızca fiyat ve getiri serilerinin incelenmesi yeterli olmamakta, yatırımcıların risk alma eğilimlerini temsil eden göstergelerin de dinamik yapısının değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle risk algısındaki değişimlerin zaman içinde oynaklık göstermesi, yatırımcı gruplarının piyasa şoklarına farklı düzeylerde tepki vermesi ve bu tepkilerin kalıcı ya da geçici nitelik taşıması, finansal istikrar ve risk yönetimi açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Finansal zaman serilerinin temel özelliklerinden biri, volatilitenin zaman içinde sabit olmaması ve belirli dönemlerde yoğunlaşmasıdır. Bu özellik, finansal piyasalarda belirsizlik ve risk algısının dönemsel olarak arttığını ya da azaldığını göstermektedir. Oynaklık kümelenmesi olarak ifade edilen bu yapı, büyük değişimleri büyük değişimlerin, küçük değişimleri ise küçük değişimlerin izlemesi biçiminde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle finansal serilerin analizinde sabit varyans varsayımına dayanan klasik doğrusal modeller çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Koşullu değişen varyans yapısını dikkate alan ARCH ve GARCH tipi modeller, finansal serilerde volatilite dinamiklerinin modellenmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH modeli, koşullu varyansın geçmiş dönem hata terimlerinin karelerine bağlı olduğunu ortaya koyarken, Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli bu yapıyı geçmiş koşullu varyans değerlerini de içerecek şekilde genişletmiştir. Böylece finansal serilerde volatilite kalıcılığının daha etkin biçimde modellenmesi mümkün hale gelmiştir.

GARCH tipi modellerin finansal piyasalardaki önemi, yalnızca oynaklık tahmini yapmalarından değil, aynı zamanda yatırımcı davranışlarında ortaya çıkan şoklara duyarlılık, kalıcılık ve asimetrik tepki yapılarını açıklayabilmelerinden kaynaklanmaktadır. Finansal piyasalarda pozitif ve negatif haberlerin volatilite üzerindeki etkisi çoğu zaman aynı değildir. Negatif şokların volatiliteyi pozitif şoklara kıyasla daha fazla artırması, literatürde kaldıraç etkisi veya asimetrik volatilite olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH modeli, koşullu varyansı logaritmik biçimde modelleyerek pozitiflik kısıtlarını gevşetmekte ve iyi haber-kötü haber etkisini dikkate almaktadır. Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilen GJR-GARCH modeli ise negatif şokların koşullu varyans üzerindeki ek etkisini doğrudan modele dahil etmektedir. Zakoian (1994) tarafından önerilen TGARCH modeli de eşik yapısı aracılığıyla pozitif ve negatif şokların volatilite üzerindeki etkilerini ayrıştırmaktadır. Ayrıca Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen (1996) tarafından geliştirilen FIGARCH modeli, volatilite şoklarının uzun hafızalı yapısını incelemeye olanak sağlamaktadır.

Literatürde GARCH tipi modellerin finansal piyasalardaki tahmin gücü ve modelleme başarısı farklı veri setleri üzerinden kapsamlı biçimde incelenmiştir. Hansen ve Lunde (2005), finansal zaman serilerinin koşullu varyansını öngörmede 330 farklı ARCH tipi modelin tahmin performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. IBM hisse senedi getirileri ve döviz kurları kullanılarak yapılan analizlerde, basit GARCH(1,1) modelinin döviz kuru serilerinde yeterli performans gösterdiği, ancak hisse senedi piyasalarında yatırımcıların risk algısına bağlı olarak ortaya çıkan asimetrik şok tepkilerini dikkate alan daha karmaşık modellerin standart GARCH modelinden daha üstün sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, finansal piyasalarda volatilite modellemesinin serinin niteliğine ve yatırımcı davranışlarının yapısına göre farklılaşması gerektiğini göstermektedir.

Yatırımcı davranışlarının finansal piyasalar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, risk algısı ve yatırımcı duyarlılığının fiyatlama sürecinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Baker ve Wurgler (2006, 2007), yatırımcı duyarlılığının hisse senedi getirileri üzerindeki kesitsel etkilerini incelemiş ve yatırımcı

duyarlılığındaki dalgalanmaların özellikle değerlemesi öznel, arbitrajı zor, küçük, genç, yüksek oynaklığa sahip ve temettü ödemeyen hisse senetleri üzerinde daha belirgin etkiler yarattığını göstermiştir. Bu çalışmalar, yatırımcı risk iştahındaki değişimlerin piyasa getirileri ve risk yapısı üzerinde homojen olmayan etkiler doğurduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden göstergelerin volatilite dinamikleri bakımından incelenmesi, davranışsal finans literatürü açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

Finansal piyasalarda volatilite yalnızca fiyat hareketlerinden değil, aynı zamanda işlem yoğunluğu, bilgi akışı ve yatırımcı hareketliliğinden de etkilenmektedir. Takaishi ve Chen (2017), işlem hacmi, işlem sayısı ve hisse senedi oynaklığı arasındaki ilişkileri Tokyo Menkul Kıymetler Borsası verileri üzerinden GARCH modelleri çerçevesinde analiz etmiştir. Çalışmada, modele işlem hacmi veya işlem sayısı dahil edildiğinde dahi GARCH etkilerinin tamamen ortadan kalkmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, oynaklık kalıcılığının ve yatırımcı hareketlerindeki bilgi akış hızının yalnızca piyasa işlem verileriyle açıklanamayacağını göstermektedir. Dolayısıyla yatırımcı davranışlarının risk eğilimi göstergeleri üzerinden incelenmesi, finansal oynaklığın daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Kriz dönemlerinde finansal piyasalarda risk algısı daha belirgin biçimde değişmekte ve volatilite kalıcılığı artmaktadır. Khan vd. (2023), COVID-19 pandemisi gibi büyük dışsal krizlerin kripto para, döviz, hisse senedi, emtia ve tarım piyasalarındaki getiri oynaklığı üzerindeki etkilerini GARCH ailesi modelleriyle incelemiştir. Araştırmada, kriz sürecinde farklı finansal piyasalarda yüksek düzeyde oynaklık kalıcılığı bulunduğu ve bazı piyasalarda belirgin pozitif asimetrik davranışların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, kriz dönemlerinde değişen risk algısının ve asimetrik oynaklık yapısının uygun GARCH tipi modellerle ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Benzer biçimde Deswita ve Sari (2024), yatırımcı davranışlarını etkileyen optimal portföy hisse senedi getirilerinin oynaklık dalgalanmalarını öngörmek ve heteroskedastisite problemlerini analiz etmek amacıyla GARCH(1,1) modelinden yararlanmıştır. Çalışmada, GARCH modelinin getiri varyanslarındaki belirsizliği açıklamada başarılı olduğu ve hisse senetlerinin farklı risk seviyelerini ayrıştırabildiği belirlenmiştir. Bu sonuç, yatırımcı risk eğilimlerinin yalnızca ortalama getiri düzeyi üzerinden değil, koşullu varyansın zaman içindeki oynaklık yapısı üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir.

Bu literatür çerçevesinde, yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden REKS serilerinin GARCH tipi modellerle incelenmesi önemli bir araştırma alanı sunmaktadır. Mevcut çalışmalar büyük ölçüde hisse senedi getirileri, döviz kurları, işlem hacmi, kripto para piyasaları veya portföy getirileri üzerinden volatilite modellemesine odaklanmaktadır. Buna karşılık yatırımcı gruplarının risk eğilimlerini doğrudan temsil eden endekslerin koşullu volatilite, şok kalıcılığı, asimetrik tepki ve uzun hafıza yapısı bakımından incelenmesi literatürde daha sınırlı bir yer tutmaktadır. Bu çalışma, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarına ait REKS serilerini kullanarak yatırımcı risk algısının zamanla değişen oynaklık yapısını analiz etmektedir. Böylece çalışma, klasik finansal volatilite modellemesini yatırımcı segmentasyonu ve davranışsal finans perspektifiyle birleştirmektedir.

Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, Türkiye'de farklı yatırımcı gruplarına ait REKS serilerinin volatilite dinamiklerini GARCH tipi modeller aracılığıyla karşılaştırmalı biçimde incelemektir. Çalışmada REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli serileri ele alınmaktadır. Bu seriler üzerinden yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinde oynaklık kalıcılığı, asimetrik tepki, uzun hafıza ve kalın kuyruk özelliklerinin bulunup bulunmadığı araştırılmaktadır. Bu yönüyle çalışma, yatırımcı davranışlarının yalnızca risk eğilimi düzeyi üzerinden değil, bu risk eğiliminin zaman içindeki oynaklık yapısı üzerinden de değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın literatüre katkısı üç noktada özetlenmektedir. Birincisi, REKS serileri aracılığıyla yatırımcı gruplarının risk alma eğilimleri doğrudan analiz edilmekte ve bu göstergelerin volatilite dinamikleri ortaya konulmaktadır. İkincisi, farklı GARCH tipi modeller kullanılarak yatırımcı grupları arasında şok kalıcılığı, asimetrik tepki ve uzun hafıza bakımından karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmaktadır. Üçüncüsü, normal dağılım varsayımına ek olarak Student-t dağılımı altında sağlamlık analizi gerçekleştirilerek finansal serilere özgü kalın kuyruk ve uç gözlem özellikleri dikkate alınmaktadır. Bu yönleriyle çalışma, Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı segmentlerinin risk algısını ve piyasa şoklarına verdiği tepkileri daha kapsamlı bir ekonometrik çerçevede incelemektedir.

Metodoloji

Bu çalışmada, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden REKS serilerinin volatilite dinamikleri GARCH tipi modeller aracılığıyla analiz edilmektedir. Yöntemsel süreç, finansal zaman serilerinin temel özellikleri dikkate alınarak dört aşamada yürütülmektedir. İlk aşamada serilerin durağanlık özellikleri incelenmekte, ikinci aşamada uygun ortalama denklem yapısı belirlenmekte, üçüncü aşamada ortalama denklem artıklarında ARCH etkisinin bulunup bulunmadığı test edilmekte ve son aşamada ARCH etkisi bulunan seriler için alternatif GARCH tipi volatilite modelleri tahmin edilmektedir.

Zaman serisi analizlerinde temel varsayımlardan biri, serilerin ortalama, varyans ve kovaryans yapılarının zaman içinde sabit olmasıdır. Bu özellik durağanlık olarak adlandırılmaktadır. Durağan olmayan serilerle yapılan analizler, sahte regresyon sorununa yol açabilmekte ve tahmin sonuçlarının güvenilirliğini zayıflatabilmektedir. Bu nedenle volatilite modellemesine geçmeden önce REKS serilerinin durağanlık özellikleri incelenmektedir. Çalışmada serilerin birim kök içerip içermediği Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi ile, durağanlık hipotezinin geçerliliği ise KPSS testi ile değerlendirilmektedir. ADF testinde temel hipotez serinin birim kök içerdiği yönündeyken, KPSS testinde temel hipotez serinin durağan olduğu yönündedir. Bu iki testin birlikte kullanılması, serilerin durağanlık yapısına ilişkin daha güvenilir bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır (Dickey ve Fuller, 1979; Kwiatkowski vd., 1992).

Finansal zaman serilerinin önemli özelliklerinden biri, varyansın zaman içinde sabit olmamasıdır. Finansal piyasalarda yüksek oynaklık dönemlerini genellikle yüksek oynaklık dönemleri, düşük oynaklık dönemlerini ise düşük oynaklık dönemleri izlemektedir. Bu durum literatürde oynaklık kümelenmesi olarak ifade edilmektedir. Oynaklık kümelenmesi, hata terimlerinin varyansının sabit olmadığını ve koşullu değişen varyans yapısının bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle finansal serilerde klasik doğrusal modellerin sabit varyans varsayımı çoğu zaman yeterli olmamakta, koşullu varyansın ayrıca modellenmesi gerekmektedir.

Volatilite modellemesine geçmeden önce, serilerin ortalama yapısının uygun biçimde belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla her bir REKS serisi için alternatif ARMA yapıları tahmin edilmekte ve en uygun ortalama denklem AIC, BIC ve HQIC bilgi kriterleri ile artık otokorelasyon sonuçları dikkate alınarak seçilmektedir (Akaike, 1974; Schwarz, 1978; Hannan ve Quinn, 1979). Ortalama denklem genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \, y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \, \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

Burada $y_t$ilgili REKS serisini, μsabit terimi, $\phi_i$otoregresif katsayıları, $\theta_j$hareketli ortalama katsayılarını ve $\varepsilon_t$hata terimini göstermektedir. Ortalama denklemden elde edilen artıkların otokorelasyon içermemesi, sonraki aşamada koşullu varyans modellemesinin daha sağlıklı yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır (Ljung ve Box, 1978).

Ortalama denklem belirlendikten sonra, bu denklemden elde edilen artıklar üzerinde ARCH etkisinin varlığı test edilmektedir. ARCH etkisi, hata terimlerinin kareleri arasında anlamlı bir bağımlılık bulunması ve koşullu varyansın geçmiş şoklara bağlı olarak değişmesi anlamına gelmektedir. Bu amaçla Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH-LM testi uygulanmaktadır. ARCH-LM testinde temel hipotez, artıklar arasında ARCH etkisinin bulunmadığını ifade etmektedir. Alternatif hipotez ise koşullu değişen varyans etkisinin bulunduğunu göstermektedir. ARCH etkisinin tespit edilmesi, ilgili seride volatilite kümelenmesinin bulunduğunu ve GARCH tipi modellerin uygulanmasının istatistiksel olarak uygun olduğunu göstermektedir (Engle, 1982).

ARCH modeli, koşullu varyansın geçmiş dönem hata terimlerinin karelerine bağlı olduğunu varsaymaktadır. Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH(q) modeli şu şekilde gösterilmektedir:

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2$$

Bu denklemde $h_t$koşullu varyansı, ωsabit terimi, ε_{t-i}^2geçmiş dönem şoklarının karelerini ve $\alpha_i$katsayıları geçmiş şokların koşullu varyans üzerindeki etkisini ifade etmektedir. ARCH modeli, volatilitenin geçmiş

şoklara bağlı olarak değiştiğini göstermesi bakımından temel bir modeldir. Bununla birlikte yüksek dereceli ARCH modellerinde çok sayıda parametre tahmin edilmesi gerektiğinden, uygulamada daha esnek ve daha kullanışlı modeller geliştirilmiştir.

ARCH ve GARCH tipi modeller, finansal zaman serilerinde koşullu değişen varyans yapısını modellemek için yaygın biçimde kullanılan temel araçlar arasında yer almaktadır (Bollerslev, Chou ve Kroner, 1992).

Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli, ARCH modelini genelleştirerek koşullu varyansın yalnızca geçmiş dönem hata karelerine değil, aynı zamanda geçmiş dönem koşullu varyans değerlerine de bağlı olduğunu varsaymaktadır. GARCH(p,q) modeli genel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, h_{t-j}$$

Uygulamada yaygın olarak kullanılan GARCH(1,1) modeli ise şu biçimde yazılmaktadır:

$$h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$$

Bu modelde αkatsayısı yeni şokların koşullu volatilite üzerindeki kısa dönemli etkisini, βkatsayısı geçmiş volatilitenin mevcut volatilite üzerindeki kalıcılık etkisini göstermektedir. Standart GARCH modelinde koşullu varyansın negatif olmaması için $\omega > 0$, $\alpha \geq 0$ve $\beta \geq 0$koşullarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca kovaryans durağanlığı açısından $\alpha + \beta < 1$koşulu önem taşımaktadır. $\alpha + \beta$toplamının 1'e yaklaşması volatilite şoklarının yavaş sönümlendiğini, 1'e eşit olması ise IGARCH benzeri kalıcı şok yapısını göstermektedir.

Finansal piyasalarda volatilite çoğu zaman yalnızca şokların büyüklüğüne değil, aynı zamanda şokların yönüne de bağlı olarak değişmektedir. Negatif haberler ve pozitif haberler koşullu volatilite üzerinde aynı etkiyi yaratmamaktadır. Bu durum asimetrik volatilite veya kaldıraç etkisi olarak tanımlanmaktadır. Standart GARCH modeli pozitif ve negatif şokları simetrik biçimde ele aldığından, iyi haber-kötü haber ayrımını doğrudan yakalayamamaktadır. Bu nedenle çalışmada EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH gibi asimetrik GARCH modelleri de dikkate alınmaktadır.

Asimetrik volatilite modellerinin değerlendirilmesinde, iyi ve kötü haberlerin koşullu volatilite üzerindeki farklı etkilerini inceleyen haber etkisi yaklaşımı da önemli bir referans noktası sunmaktadır (Engle ve Ng, 1993).

Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH modeli, koşullu varyansı logaritmik biçimde modellemektedir. EGARCH(1,1) modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\ln(h_t) = \omega + \beta \ln(h_{t-1}) + \alpha \left(\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| - E \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| \right) + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

Bu modelde koşullu varyans logaritmik biçimde tanımlandığı için standart GARCH modelinde geçerli olan pozitiflik kısıtlarının doğrudan sağlanması gerekmemektedir. EGARCH modelinin temel üstünlüğü, pozitif ve negatif şokların volatilite üzerindeki etkilerini farklılaştırabilmesidir. Denklemde yer alan γparametresi asimetrik etkiyi göstermektedir. γkatsayısının istatistiksel olarak anlamlı olması, iyi haber ve kötü haberlerin volatilite üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle EGARCH modeli, yatırımcıların negatif piyasa şoklarına pozitif şoklardan farklı tepki verip vermediğini incelemek için kullanılmaktadır.

Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilen GJR-GARCH modeli, negatif şokların koşullu varyans üzerindeki ek etkisini doğrudan modele dahil etmektedir. GJR-GARCH(1,1) modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma I_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$$

Burada I_{t-1}gösterge değişkeni olup şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1, & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0, & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

Bu modelde αpozitif şokların etkisini, $\alpha + \gamma$ise negatif şokların etkisini göstermektedir. γkatsayısının pozitif ve anlamlı olması, negatif şokların volatiliteyi pozitif şoklara kıyasla daha fazla artırdığını göstermektedir. Bu durum finansal literatürde kaldıraç etkisi olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle GJR-GARCH modeli, kötü haberlerin iyi haberlere göre daha güçlü volatilite etkisi yaratıp yaratmadığını parametrik olarak test etmektedir.

Zakoian (1994) tarafından geliştirilen TGARCH modeli, eşik etkisini dikkate alan asimetrik bir volatilite modelidir. TGARCH modeli, şokların pozitif veya negatif olmasına bağlı olarak volatilite tepkisinin farklılaşabileceğini varsaymaktadır. Koşullu varyans formunda TGARCH(1,1) modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$h_t = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \gamma D_{t-1}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$$

Burada D_{t-1}negatif şokları gösteren kukla değişkendir:

$$D_{t-1} = \begin{cases} 1, & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0, & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

Bu modelde pozitif şokların koşullu varyans üzerindeki etkisi αkatsayısı ile, negatif şokların etkisi ise $\alpha + \gamma$katsayısı ile ölçülmektedir. γparametresi, negatif ve pozitif şoklar arasında volatilite etkisi bakımından fark olup olmadığını göstermektedir. γkatsayısının anlamlı olması, seride asimetrik volatilite etkisinin bulunduğunu göstermektedir. $\gamma > 0$olması negatif şokların volatiliteyi daha fazla artırdığını, $\gamma < 0$olması ise negatif şoklara verilen volatilite tepkisinin pozitif şoklara kıyasla daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Finansal serilerde bazı durumlarda volatilite şoklarının etkisi kısa sürede ortadan kalkmamakta ve uzun süre devam etmektedir. Bu tür serilerde standart GARCH modelleri volatilite kalıcılığını açıklamakta yetersiz kalabilmektedir. Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen (1996) tarafından geliştirilen FIGARCH modeli, volatilite sürecinde uzun hafıza yapısını dikkate almaktadır. Standart GARCH modeli volatilite şoklarının geometrik biçimde sönümlendiğini varsayarken, FIGARCH modeli şokların etkisinin hiperbolik biçimde ve daha yavaş azaldığını kabul etmektedir. FIGARCH(p,d,q) modeli genel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\phi(L)(1-L)^d\varepsilon_t^2 = \omega + [1 - \beta(L)]v_t$$

Alternatif olarak koşullu varyans yapısı şu biçimde gösterilebilmektedir:

$$h_t = \omega + \beta(L)h_t + [1 - \beta(L) - \phi(L)(1-L)^d]\varepsilon_t^2$$

Bu ifadede Lgecikme operatörünü, $d$kesirli bütünleşme parametresini, $\phi(L)$ARCH bileşenini ve $\beta(L)$GARCH bileşenini göstermektedir. FIGARCH modelinde $d$parametresi volatilitedeki uzun hafıza derecesini ifade etmektedir. $0 < d < 1$olması, volatilite şoklarının kısa dönemde tamamen ortadan kalkmadığını ve etkilerinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir. $d$parametresinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması, ilgili seride uzun hafızalı volatilite yapısının varlığını desteklemektedir.

GARCH tipi modellerin tahmininde hata terimlerinin dağılım varsayımı da önem taşımaktadır. Finansal zaman serilerinde normal dağılım varsayımı çoğu zaman geçerli olmamakta, seriler kalın kuyruk ve uç gözlem özellikleri göstermektedir. Normal dağılım varsayımı altında tahmin edilen modeller, uç riskleri yeterince temsil edememektedir. Bu nedenle çalışmada normal dağılıma ek olarak Student-t dağılımı altında sağlamlık analizi yapılmaktadır. Student-t dağılımı, serbestlik derecesi parametresi aracılığıyla kalın kuyruk yapısını dikkate almakta ve uç gözlemlerin modelleme sürecinde daha gerçekçi biçimde temsil edilmesine olanak sağlamaktadır. Serbestlik derecesi parametresinin düşük olması, hata dağılımında kalın kuyruk etkisinin güçlü olduğunu göstermektedir. Alternatif olarak finansal serilerde Genelleştirilmiş Hata Dağılımı da kullanılabilmektedir. GED dağılımı, hata terimlerinin normal dağılımdan sapmasını ve dağılımın kuyruk yapısını daha esnek biçimde modellemektedir.

Bu çalışmada model seçim süreci, serilerin istatistiksel özellikleri ve bilgi kriterleri dikkate alınarak yürütülmektedir. Öncelikle serilerin durağanlık yapısı ADF ve KPSS testleriyle incelenmekte, ardından her seri için uygun ortalama denklem belirlenmektedir. Ortalama denklemden elde edilen artıklar üzerinde ARCH-LM testi uygulanarak koşullu değişen varyans etkisinin varlığı sınanmaktadır. ARCH etkisi bulunan seriler için GARCH, EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH ve FIGARCH modelleri tahmin edilmekte; en uygun model AIC, BIC ve HQIC bilgi kriterleri yardımıyla belirlenmektedir. Seçilen modellerin geçerliliği, standartlaştırılmış artıklar ve artık kareleri için Ljung–Box testi, ARCH-LM testi ve Jarque–Bera normallik testi aracılığıyla değerlendirilmektedir (Ljung ve Box, 1978; Engle, 1982; Jarque ve Bera, 1980).

Bu yöntemsel çerçeve, REKS serilerinde yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin yalnızca ortalama düzeyde değil, volatilite kalıcılığı, şoklara duyarlılık, asimetrik tepki, uzun hafıza ve dağılımsal özellikler bakımından da incelenmesine imkân sağlamaktadır. Standart GARCH modeli genel oynaklık kalıcılığını ölçerken, EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH modelleri iyi haber-kötü haber ayrımını ve kaldıraç etkisini değerlendirmektedir. FIGARCH modeli uzun hafızalı volatilite yapısını ortaya koymakta, Student-t ve GED gibi esnek hata dağılımları ise kalın kuyruk ve uç gözlem etkilerinin dikkate alınmasını sağlamaktadır. Böylece farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerinin finansal şoklara karşı nasıl farklılaştığı kapsamlı bir ekonometrik çerçevede analiz edilmektedir.

Araştırma ve Bulgular

Çalışma kapsamında, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden Risk Eğilim Endeksi (REKS) serileri kullanılmaktadır. Veriler, Veri Analiz Platformu (VAP) üzerinden elde edilmiş olup, veri seti haftalık frekansta 02/04/2010–17/04/2026 dönemini kapsamaktadır (VAP, 2026).

Çalışmada REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli serileri dikkate alınmaktadır. Söz konusu seriler, yatırımcı gruplarının piyasa koşulları karşısında sergiledikleri risk alma eğilimlerini göstermektedir. Bu nedenle REKS serileri, yatırımcı davranışlarında ortaya çıkan oynaklık, şok kalıcılığı ve asimetrik tepki yapılarının incelenmesi açısından uygun bir veri seti sunmaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Normallik Testi

Seri	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB İstatistiği	JB p-değeri	Normal Dağılım
REKS Tüm	46.4097	3.5399	-0.0206	3.9687	31.9529	0.0000	Hayır
REKS Yerli	52.8892	5.8224	0.3766	2.8257	20.8696	0.0000	Hayır
REKS Yabancı	45.4536	6.2119	0.0132	4.3254	59.9801	0.0000	Hayır
REKS Yerli Gerçek	49.7089	5.6163	0.1651	2.6047	9.3848	0.0092	Hayır
REKS Yerli Tüzel	48.7435	8.9069	0.1166	2.9133	2.1952	0.3337	Evet
REKS Fonlar	54.3637	12.1560	0.2578	3.5532	19.5357	0.0001	Hayır
REKS Nitelikli	46.6805	4.6334	-0.0278	2.8871	0.6053	0.7389	Evet

Tablo 1'de verilen tanımlayıcı istatistikler ve normallik testi sonuçları, REKS serilerinin hem düzey hem de dağılım özellikleri bakımından yatırımcı grupları arasında belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ortalama değerler incelendiğinde, en yüksek risk eğilimi düzeyinin REKS Fonlar serisinde olduğu görülmektedir. REKS Fonlar serisinin ortalaması 54.3637 olarak hesaplanmıştır. Bunu 52.8892 ortalama değeriyle REKS Yerli serisi izlemektedir. Buna karşılık en düşük ortalama değer 45.4536 ile REKS Yabancı serisinde görülmektedir. Bu bulgu, analiz dönemi boyunca fonların ve yerli yatırımcıların daha yüksek risk

alma eğilimi sergilediğini, yabancı yatırımcıların ise görece daha düşük risk eğilimine sahip olduğunu göstermektedir.

Standart sapma değerleri yatırımcı gruplarının risk eğilimlerindeki oynaklık düzeyini göstermektedir. Bu açıdan en yüksek oynaklık REKS Fonlar serisinde gözlenmektedir. REKS Fonlar serisinin standart sapması 12.1560 olup, diğer serilere kıyasla oldukça yüksek düzeydedir. İkinci en yüksek oynaklık 8.9069 standart sapma değeriyle REKS Yerli Tüzel serisinde ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık REKS Tüm serisinin standart sapması 3.5399, REKS Nitelikli serisinin standart sapması ise 4.6334 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, genel yatırımcı risk eğilimi ve nitelikli yatırımcı grubunun daha istikrarlı bir yapı sergilediğini, fonlar ve tüzel yatırımcıların ise risk algısında daha geniş dalgalanmalar bulunduğunu göstermektedir.

Çarpıklık katsayıları incelendiğinde, serilerin büyük bölümünde dağılımın belirgin bir asimetri göstermediği anlaşılmaktadır. REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde çarpıklık katsayıları pozitif işaretlidir. Bu durum, söz konusu serilerde yüksek risk eğilimi değerlerine doğru sınırlı bir sağ kuyruk yapısının bulunduğunu göstermektedir. REKS Tüm ve REKS Nitelikli serilerinde çarpıklık katsayılarının negatif olması ise dağılımın çok zayıf düzeyde sola çarpık olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte çarpıklık değerlerinin genel olarak düşük düzeyde olması, asimetrinin tek başına belirleyici bir dağılım özelliği olmadığını ortaya koymaktadır.

Basıklık değerleri serilerin uç gözlem ve kuyruk yapısı hakkında bilgi vermektedir. Normal dağılım için basıklık değeri 3 kabul edilmektedir. Bu çerçevede REKS Tüm, REKS Yabancı ve REKS Fonlar serilerinde basıklık değerlerinin 3'ün üzerinde olduğu görülmektedir. Özellikle REKS Yabancı serisinin basıklık katsayısı 4.3254 olup, seride kalın kuyruk ve uç gözlem etkilerinin daha belirgin olduğunu göstermektedir. REKS Tüm serisinde basıklık 3.9687, REKS Fonlar serisinde ise 3.5532 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, söz konusu yatırımcı gruplarında risk eğilimi değerlerinin dönemsel olarak olağan düzeylerden daha sert sapabildiğini göstermektedir.

Jarque-Bera normallik testi sonuçları, serilerin önemli bir bölümünde normal dağılım varsayımının reddedildiğini göstermektedir. REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek ve REKS Fonlar serilerinde JB p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin altında bulunmuştur. Bu nedenle bu seriler için normal dağılım hipotezi reddedilmektedir. Buna karşılık REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serilerinde JB p-değerleri sırasıyla 0.3337 ve 0.7389 olarak hesaplanmış olup, normal dağılım hipotezi reddedilememektedir. Bu bulgu, tüm yatırımcı gruplarının aynı dağılım yapısına sahip olmadığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 1 sonuçları REKS serilerinin yatırımcı gruplarına göre farklı risk düzeyi, oynaklık ve dağılım özellikleri sergilediğini göstermektedir. Fonlar ve tüzel yatırımcılar daha yüksek oynaklık gösterirken, yabancı yatırımcı serisinde kalın kuyruk yapısı daha belirgin hale gelmektedir. Serilerin çoğunda normal dağılım varsayımının reddedilmesi, GARCH tipi modellerin kullanımını desteklemektedir. Ayrıca normal dışı dağılım bulgusu, model tahminlerinde yalnızca normal dağılım varsayımına bağlı kalınmaması ve Student-t dağılımı altında sağlamlık analizlerinin yapılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 2. Birim Kök ve Durağanlık Testleri

Seri	ADF Sabitli Test İstatistiği	ADF Sabitli p-değeri	ADF Trendli Test İstatistiği	ADF Trendli p-değeri	ADF Birinci Fark Test İstatistiği	ADF Birinci Fark p-değeri	KPSS Test İstatistiği	KPSS p-değeri	Durağanlık Türü
REKS Tüm	-6.5947	0.0	-6.8315	0.0	-9.3365	0.0	0.4507	0.0553	Düzeyde Durağan
REKS Yerli	-6.1215	0.0	-6.1654	0.0	-10.5146	0.0	0.1156	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Yabancı	-6.1699	0.0	-6.3619	0.0	-7.8586	0.0	0.3983	0.0779	Düzeyde Durağan
REKS Yerli Gerçek	-6.4399	0.0	-6.5126	0.0	-10.7543	0.0	0.1644	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Yerli Tüzel	-6.7664	0.0	-6.7650	0.0	-8.9820	0.0	0.0596	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Fonlar	-5.8856	0.0	-5.9485	0.0	-17.5921	0.0	0.1740	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Nitelikli	-6.2435	0.0	-6.3852	0.0	-9.3173	0.0	0.2807	0.1000	Düzeyde Durağan

Tablo 2'de REKS serilerinin durağanlık özellikleri ADF ve KPSS testleri aracılığıyla incelenmektedir. ADF testi birim kökün varlığını sınarken, KPSS testi serinin durağan olup olmadığını farklı bir hipotez yapısı altında değerlendirmektedir. Bu nedenle iki testin birlikte kullanılması, serilerin durağanlık yapısının daha güvenilir biçimde belirlenmesine imkân sağlamaktadır.

ADF sabitli test sonuçları incelendiğinde, tüm REKS serilerinde test istatistiklerinin negatif ve mutlak değer olarak yüksek olduğu görülmektedir. REKS Tüm serisi için ADF sabitli test istatistiği -6.5947, REKS Yerli için -6.1215, REKS Yabancı için -6.1699, REKS Yerli Gerçek için -6.4399, REKS Yerli Tüzel için -6.7664, REKS Fonlar için -5.8856 ve REKS Nitelikli için -6.2435 olarak hesaplanmaktadır. Tüm serilerde p-değerlerinin 0.0000 olması, birim kök temel hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Bu sonuç, REKS serilerinin sabitli model altında düzeyde durağan olduğunu ortaya koymaktadır.

ADF trendli test sonuçları da sabitli test sonuçlarını desteklemektedir. Trendli modelde tüm seriler için p-değerleri 0.0000 olarak elde edilmektedir. Bu bulgu, serilerin deterministik trend içeren model altında da birim kök taşımadığını göstermektedir. Dolayısıyla REKS serilerinin uzun dönemli doğrusal bir trend nedeniyle durağan olmayan bir yapı sergilemediği anlaşılmaktadır.

Birinci fark test sonuçları da tüm seriler için durağanlığı göstermektedir. Ancak serilerin düzey değerlerinde durağan bulunması nedeniyle birinci fark alma işlemine ihtiyaç bulunmamaktadır. Bu durum önemlidir; çünkü REKS serileri düzey değerleri üzerinden yatırımcı gruplarının risk eğilimlerini temsil etmektedir. Serilerin farkının alınması, endeks düzeyindeki davranışsal bilginin bir kısmını ortadan kaldırabilmektedir. Bu nedenle analizde serilerin düzey değerleriyle kullanılması metodolojik olarak uygun görünmektedir.

KPSS testi sonuçları da ADF testleriyle uyumludur. KPSS testinde temel hipotez serinin durağan olduğu yönündedir. Tablo 2'de verilen KPSS p-değerleri tüm seriler için %5 anlamlılık düzeyinin üzerindedir. REKS Tüm serisi için KPSS p-değeri 0.0553 olup sınırda olmakla birlikte %5 düzeyinde durağanlık hipotezi reddedilmemektedir. REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli serilerinde KPSS p-değeri 0.1000 olarak elde edilmektedir. REKS Yabancı serisinde ise KPSS p-değeri 0.0779'dur. Bu sonuçlar, serilerin düzeyde durağan olduğu kararını desteklemektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 2 sonuçları tüm REKS serilerinin düzeyde durağan olduğunu göstermektedir. ADF testleri birim kök hipotezini reddederken, KPSS testleri durağanlık hipotezini reddetmemektedir. Bu iki bulgunun birlikte değerlendirilmesi, REKS serilerinin GARCH tipi volatilite modellemesi için uygun bir zaman serisi yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çalışmada REKS serileri birinci farkları alınmadan, düzey değerleri üzerinden modellenmektedir. Bu tercih, yatırımcı

gruplarının risk eğilim düzeylerindeki oynaklık, şok kalıcılığı ve asimetrik tepki yapılarının doğrudan analiz edilmesine imkân sağlamaktadır.

Tablo 3. Ortalama Denklem Seçim Sonuçları

Seri	En İyi Ortalama Denklem	AIC	BIC	HQIC	Log-Likelihood	Ljung-Box p-değeri	Artık Otokorelasyon Varlığı
REKS Tüm	ARMA(1,1)	3351.1503	3370.0744	3358.4041	-1671.5752	0.6924	Hayır
REKS Yerli	ARMA(1,0)	3834.8509	3849.0440	3840.2913	-1914.4254	0.5316	Hayır
REKS Yabancı	ARMA(2,0)	4177.2501	4196.1742	4184.5039	-2084.6250	0.8764	Hayır
REKS Yerli Gerçek	ARMA(1,0)	3836.2876	3850.4807	3841.7280	-1915.1438	0.7631	Hayır
REKS Yerli Tüzel	ARMA(1,0)	4716.3972	4730.5903	4721.8376	-2355.1986	0.4699	Hayır
REKS Fonlar	ARMA(2,0)	4779.0108	4797.9349	4786.2646	-2385.5054	0.4981	Hayır
REKS Nitelikli	ARMA(1,0)	3642.1272	3656.3203	3647.5676	-1818.0636	0.5656	Hayır

Tablo 3'te REKS serileri için en uygun ortalama denklem yapıları raporlanmaktadır. GARCH tipi modellerde varyans denkleminin doğru tahmin edilebilmesi için öncelikle ortalama denklemdeki sistematik otokorelasyon yapısının giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle her bir seri için alternatif ARMA yapıları karşılaştırılmış ve en uygun ortalama denklem bilgi kriterleri ile artık otokorelasyon testleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tablo 3 sonuçları incelendiğinde, REKS serilerinin büyük bölümünde düşük dereceli ARMA yapılarının yeterli olduğu görülmektedir. REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serileri için ARMA(1,0) modeli en uygun ortalama denklem olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, söz konusu serilerde risk eğiliminin temel olarak bir önceki dönem değerinden etkilendiğini ve kısa hafızalı bir ortalama dinamiği sergilediğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, bu yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinde geçmiş haftanın etkisi sınırlı fakat anlamlı bir biçimde ortalama yapıya yansımaktadır.

REKS Tüm serisi için ARMA(1,1) modeli seçilmiştir. Bu bulgu, genel risk eğilimi göstergesinin hem geçmiş dönem değerinden hem de geçmiş dönem hata teriminden etkilendiğini göstermektedir. REKS Tüm serisi farklı yatırımcı gruplarının ortak hareketini yansıttığı için daha karmaşık bir ortalama dinamiğine sahip olması beklenen bir durumdur. Bu nedenle ARMA(1,1) yapısının seçilmesi, genel piyasa risk eğiliminin kısa dönemli düzeltme ve hata aktarımı mekanizması içerdiğini göstermektedir.

REKS Yabancı ve REKS Fonlar serileri için ARMA(2,0) modeli en uygun yapı olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yabancı yatırımcılar ve fonlar açısından risk eğiliminin yalnızca bir önceki dönemden değil, iki haftalık gecikmeli yapıdan da etkilendiğini göstermektedir. Finansal açıdan bu bulgu, yabancı yatırımcılar ve fonların risk algısında kararların daha gecikmeli ve daha süreklilik gösteren bir yapıya sahip olduğunu düşündürmektedir. Özellikle fonların portföy yönetim süreçlerinin daha kurumsal ve stratejik olması, risk eğilimi serisinde daha uzun kısa dönemli hafıza yapısının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Ljung-Box p-değerleri incelendiğinde, tüm serilerde p-değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu görülmektedir. REKS Tüm için 0.6924, REKS Yerli için 0.5316, REKS Yabancı için 0.8764, REKS Yerli Gerçek için 0.7631, REKS Yerli Tüzel için 0.4699, REKS Fonlar için 0.4981 ve REKS Nitelikli için 0.5656 olarak hesaplanan p-değerleri, ortalama denklem artıklarında anlamlı otokorelasyon kalmadığını göstermektedir. Bu sonuç, seçilen ARMA yapılarının serilerin ortalama dinamiğini yeterli biçimde temsil ettiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 3 sonuçları REKS serilerinin ortalama denklem yapılarının düşük dereceli ve kısa hafızalı olduğunu göstermektedir. Seçilen ortalama denklemlerden sonra artık otokorelasyonun giderilmiş olması, GARCH tipi modellerin uygulanması için uygun bir zemin oluşturmaktadır. Böylece sonraki aşamada koşullu değişen varyans yapısının incelenmesi, ortalama denklemden kaynaklanan sistematik otokorelasyon etkisinden arındırılmış artıklar üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Tablo 4. Ortalama Denklem Artıkları İçin ARCH-LM Testi

Seri	Ortalama Denklem	ARCH-LM İstatistiği	ARCH-LM p-değeri	F İstatistiği	F p-değeri	ARCH Etkisi
REKS Tüm	ARMA(1,1)	180.0716	0.0	22.706	0.0	Evet
REKS Yerli	ARMA(1,0)	22.5392	0.0126	2.2862	0.0121	Evet
REKS Yabancı	ARMA(2,0)	227.4306	0.0	30.9391	0.0	Evet
REKS Yerli Gerçek	ARMA(1,0)	8.2314	0.6062	0.8204	0.6091	Hayır
REKS Yerli Tüzel	ARMA(1,0)	70.5352	0.0	7.6079	0.0	Evet
REKS Fonlar	ARMA(2,0)	40.8188	0.0	4.2365	0.0	Evet
REKS Nitelikli	ARMA(1,0)	8.6678	0.5639	0.8643	0.5666	Hayır

Tablo 4'te, seçilen ortalama denklemlerden elde edilen artıklar için ARCH-LM testi sonuçları verilmektedir. Bu test, ortalama denklem artıklarında koşullu değişen varyans etkisinin bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. GARCH tipi modellerin tahmin edilebilmesi açısından ARCH-LM testi önemli bir ön koşul niteliği taşımaktadır. Çünkü ARCH etkisinin varlığı, serilerde volatilite kümelenmesi bulunduğunu ve koşullu varyansın ayrıca modellenmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4 sonuçları incelendiğinde, REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde ARCH etkisinin bulunduğu görülmektedir. Bu serilerde ARCH-LM p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin altında yer almaktadır. REKS Tüm serisinde ARCH-LM istatistiği 180.0716, REKS Yabancı serisinde ise 227.4306 olarak hesaplanmıştır. Her iki seride de p-değerlerinin 0.0000 olması, genel yatırımcı risk eğilimi ve yabancı yatırımcı risk eğilimi serilerinde güçlü bir koşullu değişen varyans yapısı bulunduğunu göstermektedir. Benzer biçimde REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde de p-değerlerinin 0.0000 olması, kurumsal yatırımcılar ve fonlar açısından volatilite kümelenmesinin belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. REKS Yerli serisinde ise ARCH-LM p-değeri 0.0126 olup, bu seri için de %5 anlamlılık düzeyinde ARCH etkisinin varlığı doğrulanmaktadır.

Buna karşılık REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerinde ARCH etkisi tespit edilmemektedir. REKS Yerli Gerçek serisinde ARCH-LM p-değeri 0.6062, REKS Nitelikli serisinde ise 0.5639 olarak hesaplanmıştır. Bu p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğundan, söz konusu seriler için koşullu değişen varyans etkisinin varlığı reddedilmektedir. Bu bulgu, REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerinin ortalama denklem artıklarında GARCH tipi modellerle açıklanması gereken belirgin bir volatilite kümelenmesi bulunmadığını göstermektedir.

Bu nedenle sonraki aşamada GARCH tipi modellerin tahmini yalnızca ARCH etkisi istatistiksel olarak doğrulanan seriler üzerinden yürütülmektedir. Buna göre REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serileri ana volatilite modellemesine dahil edilmektedir. REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serileri ise ARCH etkisi göstermediğinden ana GARCH modelleme sürecinin dışında bırakılmaktadır. Bu tercih, koşullu varyans dinamiği bulunan serilerle ilerlenmesini sağlamakta ve modelleme sürecinin istatistiksel tutarlılığını güçlendirmektedir.

F istatistiği ve F p-değerleri de ARCH-LM sonuçlarıyla uyumlu görünmektedir. ARCH etkisi bulunan serilerde F p-değerleri anlamlı bulunurken, REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerinde F p-değerleri anlamlı değildir. Bu durum, ARCH etkisinin varlığına ilişkin kararların tutarlı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 4 sonuçları REKS serilerinin tamamında değil, önemli bir bölümünde koşullu değişen varyans etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Özellikle REKS Tüm, REKS Yabancı, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde ARCH etkisinin güçlü olması, bu yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinde volatilite kümelenmesinin belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle GARCH, EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH, IGARCH ve FIGARCH gibi alternatif volatilite modellerinin tahmini, yalnızca ARCH etkisi bulunan seriler için uygulanmaktadır. Böylece analiz, GARCH tipi modellemenin istatistiksel gerekçesinin sağlandığı seriler üzerinden sürdürülmektedir.

Tablo 5. En Uygun GARCH Tipi Model Sonuçları

Seri	En İyi Volatilite Modeli	AIC	BIC	Log-Likelihood	Gözlem Sayısı	Kalıcılık	IGARCH Benzeri
REKS Tüm	GARCH(1,1)	10883.9489	10898.142	-5438.9745	838	0.8229	Hayır
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	11533.989	11548.1821	-5763.9945	838	1.0231	Evet
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	11480.4354	11499.3595	-5736.2177	838	0.08	Hayır
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	12347.8239	12366.748	-6169.912	838	0.9789	Hayır
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	12379.4133	12393.6064	-6186.7067	838	0.9966	Evet

Tablo 5'te, ARCH etkisi bulunan REKS serileri için en uygun GARCH tipi model sonuçları sunulmaktadır. Model seçimi AIC, BIC, log-likelihood değeri, parametrelerin anlamlılığı ve finansal yorumlanabilirlik ölçütleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Tablo 4'te ARCH etkisi tespit edilen seriler için GARCH tipi modellerin uygulanması, koşullu değişen varyans yapısının istatistiksel olarak doğrulanmış olması nedeniyle yöntemsel olarak uygun bir çerçeve sunmaktadır.

Tablo sonuçları, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinde aynı volatilite yapısının geçerli olmadığını göstermektedir. REKS Tüm serisi için GARCH(1,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, genel yatırımcı risk eğiliminin klasik ve simetrik bir koşullu varyans yapısıyla temsil edilebildiğini göstermektedir. REKS Tüm serisinde kalıcılık göstergesi 0.8229 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, risk eğiliminde ortaya çıkan şokların belirli bir süre devam ettiğini, ancak uzun dönemde sönümlendiğini göstermektedir.

REKS Yerli serisi için EGARCH(1,1) modelinin seçilmesi, yerli yatırımcıların risk eğiliminde asimetrik bir volatilite yapısının bulunduğunu göstermektedir. EGARCH modeli, şokların büyüklüğünün yanında yönünü de dikkate almaktadır. Bu nedenle bu modelin seçilmesi, yerli yatırımcıların risk algısının pozitif ve negatif şoklara aynı biçimde tepki vermediğini ortaya koymaktadır. Tablo 5'te REKS Yerli serisi için kalıcılık göstergesinin 1.0231 olarak hesaplanması, volatilite etkilerinin oldukça güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak EGARCH modeli log-varyans yapısına dayandığından, bu kalıcılık göstergesi klasik GARCH modellerindeki alpha + beta toplamı ile birebir aynı şekilde yorumlanmamalıdır. Bu nedenle REKS Yerli serisinde temel vurgu, yüksek kalıcılıktan çok asimetrik volatilite yapısının varlığı üzerine kurulmalıdır.

REKS Yabancı serisi için FIGARCH(1,1) modelinin seçilmesi dikkat çekici bir bulgudur. FIGARCH modeli, volatilite sürecinde uzun hafıza yapısını dikkate almaktadır. Bu nedenle REKS Yabancı serisinde FIGARCH modelinin seçilmesi, yabancı yatırımcıların risk eğiliminde geçmiş şokların etkisinin kısa sürede tamamen ortadan kalkmadığını ve volatilite sürecinin kesirli bütünleşme özelliği taşıdığını göstermektedir. Tablo 5'te yer alan 0.0800 kalıcılık değeri, FIGARCH modeli için klasik GARCH kalıcılığı gibi yorumlanmamalıdır. Bu seride asıl değerlendirme, FIGARCH modelinin seçilmesi ve uzun hafıza parametresinin anlamlılığı üzerinden yapılmalıdır.

REKS Yerli Tüzel serisi için TGARCH(1,1) modelinin seçilmesi, tüzel yatırımcıların risk eğiliminde eşik etkisine dayalı asimetrik bir volatilite yapısının bulunduğunu göstermektedir. TGARCH modeli, negatif ve

pozitif şokların koşullu volatilite üzerindeki etkilerinin farklılaşmasına imkân tanımaktadır. Bu nedenle bu bulgu, kurumsal yerli yatırımcıların risk algısının piyasa koşullarındaki olumsuz gelişmelere karşı farklı bir tepki mekanizması içerdiğini ortaya koymaktadır. REKS Yerli Tüzel serisinde kalıcılık göstergesinin 0.9789 olması, volatilite şoklarının oldukça yavaş sönümlendiğini göstermektedir.

REKS Fonlar serisi için GARCH(1,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, fonların risk eğiliminin simetrik ancak oldukça kalıcı bir volatilite yapısına sahip olduğunu göstermektedir. REKS Fonlar serisinde kalıcılık göstergesi 0.9966 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, volatilite şoklarının çok yavaş ortadan kalktığını ve fonların risk algısında yüksek düzeyde süreklilik bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca bu serinin IGARCH benzeri olarak işaretlenmesi, fonlara ilişkin risk eğilimi şoklarının uzun süre devam ettiğini ve risk algısındaki bozulmaların kısa dönemde hızla normalleşmediğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 5 sonuçları ARCH etkisi bulunan REKS serilerinin farklı volatilite dinamiklerine sahip olduğunu göstermektedir. REKS Tüm serisi klasik GARCH yapısıyla açıklanırken, REKS Yerli ve REKS Yerli Tüzel serilerinde asimetrik modeller öne çıkmaktadır. REKS Yabancı serisinde uzun hafıza yapısını dikkate alan FIGARCH modeli seçilirken, REKS Fonlar serisinde yüksek kalıcılığa sahip standart GARCH modeli yeterli olmaktadır. Bu bulgular, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin yalnızca düzey bakımından değil, volatilite yapısı, şok kalıcılığı, asimetri ve uzun hafıza özellikleri bakımından da farklılaştığını göstermektedir.

Tablo 6. Seçilen Modellerin Parametre Tahminleri

Seri	Model	omega	omega p	alpha	alpha p	beta	beta p	gamma	gamma p	d	d p
REKS Tüm	GARCH(1,1)	6135.0054	0.0294	0.3085	0.0367	0.5144	0.0026	NaN	NaN	NaN	NaN
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	1.7296	0.2237	0.1811	0.0178	0.8419	0.0	NaN	NaN	NaN	NaN
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	7947.0313	0.2397	NaN	NaN	0.08	0.9121	NaN	NaN	0.3938	0.0023
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	14.6707	0.1469	0.1141	0.0069	0.9087	0.0	-0.0878	0.0137	NaN	NaN
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	378.197	0.6067	0.0293	0.1296	0.9672	0.0	NaN	NaN	NaN	NaN

Tablo 6'da seçilen GARCH tipi modellere ait parametre tahminleri ve bu parametrelere ilişkin anlamlılık düzeyleri sunulmaktadır. Parametre tahminleri, hem istatistiksel anlamlılık hem de ilgili volatilite modelinin teorik koşulları dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Standart GARCH(1,1) modelinde koşullu varyansın negatif değer almaması için $\omega > 0$, $\alpha \geq 0$ve $\beta \geq 0$koşullarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca modelin kovaryans durağanlığı açısından $\alpha + \beta < 1$koşulu önem taşımaktadır. Bu çerçevede, standart GARCH modeli ile tahmin edilen REKS Tüm ve REKS Fonlar serilerinde parametrelerin pozitiflik koşullarını sağladığı görülmektedir.

REKS Tüm serisi için tahmin edilen GARCH(1,1) modelinde ω, αve βkatsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. αkatsayısının anlamlı olması, risk eğilimindeki kısa dönemli şokların koşullu volatilite üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. βkatsayısının anlamlı bulunması ise volatilitenin geçmiş dönem koşullu varyansından etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu seride $\alpha + \beta = 0.8229$olarak hesaplanmaktadır. Söz konusu değerin 1'in altında kalması, kovaryans durağanlığı koşulunun sağlandığını ve volatilite şoklarının uzun dönemde sönümlendiğini göstermektedir. Bununla birlikte toplam katsayının görece yüksek olması, genel yatırımcı risk eğiliminde şok etkilerinin kısa sürede tamamen ortadan kalkmadığını ve belirli bir süre devam ettiğini göstermektedir.

REKS Fonlar serisi için tahmin edilen GARCH(1,1) modelinde ω, αve βkatsayıları pozitiflik koşullarını sağlamaktadır. Ancak istatistiksel anlamlılık açısından yalnızca βkatsayısının anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum, fonların risk eğiliminde kısa dönemli yeni şoklardan ziyade geçmiş volatilite düzeyinin daha belirleyici olduğunu göstermektedir. REKS Fonlar serisinde $\alpha + \beta = 0.9965$olarak hesaplanmaktadır. Bu değer 1'in altında olduğundan durağanlık koşulu teknik olarak sağlanmaktadır. Bununla birlikte toplam katsayının 1'e oldukça yakın olması, volatilite şoklarının çok yavaş sönümlendiğini ve seride IGARCH benzeri

yüksek kalıcılık yapısının bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, fonların risk algısında geçmiş oynaklık bilgisinin uzun süre taşındığını ortaya koymaktadır.

REKS Yerli serisi için seçilen EGARCH(1,1) modeli logaritmik koşullu varyans yapısına dayandığından, standart GARCH modelinde geçerli olan pozitiflik kısıtları aynı biçimde uygulanmamaktadır. EGARCH modeli, koşullu varyansı logaritmik biçimde tanımladığı için varyansın pozitifliği model yapısı gereği sağlanmaktadır. Bu modelde αkatsayısının istatistiksel olarak anlamlı bulunması, yerli yatırımcıların risk eğiliminde yeni şokların volatilite üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. βkatsayısının yüksek ve anlamlı olması ise volatilite kalıcılığının güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak EGARCH modelinde $\alpha + \beta$toplamı, standart GARCH modelindeki kovaryans durağanlığı koşulu gibi doğrudan yorumlanmamaktadır. Bu nedenle REKS Yerli serisi için temel bulgu, volatilite sürecinin asimetrik ve logaritmik varyans yapısı altında daha iyi temsil edilmesi ve şok kalıcılığının yüksek olmasıdır.

REKS Yabancı serisi için seçilen FIGARCH(1,1) modelinde volatilite dinamiği klasik kısa hafızalı GARCH yapısından farklı olarak uzun hafıza parametresi üzerinden değerlendirilmektedir. Bu modelde $d$parametresinin 0.3938 ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, yabancı yatırımcı risk eğiliminde uzun hafızalı volatilite yapısının bulunduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, yabancı yatırımcıların risk algısında geçmiş şokların etkisi kısa sürede ortadan kalkmamakta, zaman içinde kademeli olarak azalmaktadır. Bu nedenle REKS Yabancı serisi için temel değerlendirme βkatsayısından ziyade $d$parametresi üzerinden yapılmaktadır. $d$parametresinin anlamlılığı, yabancı yatırımcıların risk eğiliminde kalıcı ve uzun dönemli hafıza etkisinin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

REKS Yerli Tüzel serisi için seçilen TGARCH(1,1) modelinde α, βve γkatsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. αkatsayısının anlamlılığı, yeni şokların kurumsal yerli yatırımcıların risk eğilimi volatilitesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. βkatsayısının yüksek ve anlamlı olması, geçmiş volatilite düzeyinin güçlü biçimde taşındığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu modelde γkatsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, şokların yönüne bağlı asimetrik bir volatilite tepkisinin bulunduğunu göstermektedir. Ancak katsayının negatif olması, klasik kaldıraç etkisinden farklı bir yapıya işaret etmektedir. Klasik kaldıraç etkisinde negatif şokların volatiliteyi pozitif şoklara kıyasla daha fazla artırması beklenirken, burada negatif γkatsayısı kurumsal yerli yatırımcıların olumsuz şoklara daha sınırlı veya kontrollü bir volatilite tepkisi verdiğini göstermektedir. Dolayısıyla REKS Yerli Tüzel serisinde asimetri etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır; ancak bu etki geleneksel kaldıraç etkisi biçiminde değil, kurumsal yatırımcıların negatif şoklar karşısındaki daha dengeli risk tepkisi biçiminde yorumlanmaktadır.

Genel olarak Tablo 6 sonuçları, seçilen modellerin yatırımcı gruplarına özgü farklı volatilite dinamiklerini yakaladığını göstermektedir. Standart GARCH modellerinde pozitiflik koşulları sağlanmakta, REKS Tüm serisinde durağan ve sönümlenen bir volatilite yapısı görülmekte, REKS Fonlar serisinde ise IGARCH benzeri yüksek kalıcılık dikkat çekmektedir. EGARCH modeli, REKS Yerli serisinde logaritmik ve yön-duyarlı volatilite yapısını temsil ederken, FIGARCH modeli REKS Yabancı serisinde uzun hafıza özelliğini ortaya koymaktadır. TGARCH modeli ise REKS Yerli Tüzel serisinde asimetrik volatilite tepkisinin varlığını göstermektedir. Bu bulgular, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin yalnızca düzey bakımından değil, şoklara verdikleri tepki, volatilite kalıcılığı ve asimetrik davranış özellikleri bakımından da farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Yorumlayıcı Özet Göstergeler

Seri	Model	Alpha Toplam	Beta Toplam	Gamma Toplam	d Parametresi	d p-değeri	Kalıcılık Göstergesi	Finansal Yorum
REKS Tüm	GARCH(1,1)	0.3085	0.5144	NaN	NaN	NaN	0.8229	Simetrik ve standart volatilite yapısı baskındır.
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	0.1811	0.8419	NaN	NaN	NaN	1.0231	Volatilite şokları yüksek kalıcılık göstermektedir.
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	0.0	0.08	NaN	0.3938	0.0023	0.08	Uzun hafıza d parametresi üzerinden değerlendirilmelidir.
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	0.1141	0.9087	-0.0878	NaN	NaN	0.9789	Asimetrik volatilite etkisi bulunmaktadır.
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	0.0293	0.9672	NaN	NaN	NaN	0.9966	Volatilite şokları yüksek kalıcılık göstermektedir.

Tablo 7'de, seçilen GARCH tipi modellere ait parametre tahminleri daha yorumlanabilir göstergeler halinde özetlenmektedir. Bu tablo, Tablo 6'da verilen teknik parametre sonuçlarının finansal anlamını sadeleştirmekte ve yatırımcı gruplarının volatilite dinamiklerini karşılaştırmalı biçimde değerlendirmeye imkân sağlamaktadır. Bu nedenle Tablo 7, özellikle şok etkisi, volatilite kalıcılığı, asimetrik tepki ve uzun hafıza yapısının birlikte görülmesi açısından tamamlayıcı bir tablo niteliği taşımaktadır.

Tablo 7 sonuçlarına göre REKS Tüm serisi için GARCH(1,1) modeli kapsamında alpha toplamı 0.3085, beta toplamı ise 0.5144 olarak hesaplanmaktadır. Kalıcılık göstergesi 0.8229 düzeyindedir. Bu değer, genel yatırımcı risk eğiliminde volatilite şoklarının belirli bir süre devam ettiğini, ancak uzun dönemde sönümlendiğini göstermektedir. Alpha katsayısının görece yüksek olması, REKS Tüm serisinin yeni şoklara duyarlı olduğunu; beta katsayısının orta düzeyde olması ise geçmiş volatilite etkisinin devam ettiğini göstermektedir. Bu nedenle REKS Tüm serisi için simetrik ve standart volatilite yapısının baskın olduğu anlaşılmaktadır.

REKS Yerli serisi için EGARCH(1,1) modeli seçilmiş olup alpha toplamı 0.1811, beta toplamı 0.8419 ve kalıcılık göstergesi 1.0231 olarak raporlanmaktadır. Bu sonuç, yerli yatırımcıların risk eğiliminde volatilite şoklarının güçlü bir süreklilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak EGARCH modeli logaritmik koşullu varyans yapısına dayandığından, kalıcılık göstergesinin klasik GARCH modelindeki $\alpha + \beta < 1$koşulu gibi doğrudan yorumlanmaması gerekmektedir. Bu nedenle REKS Yerli serisi için temel bulgu, volatilite sürecinin yüksek kalıcılık taşıması ve şoklara duyarlı bir yapı sergilemesidir.

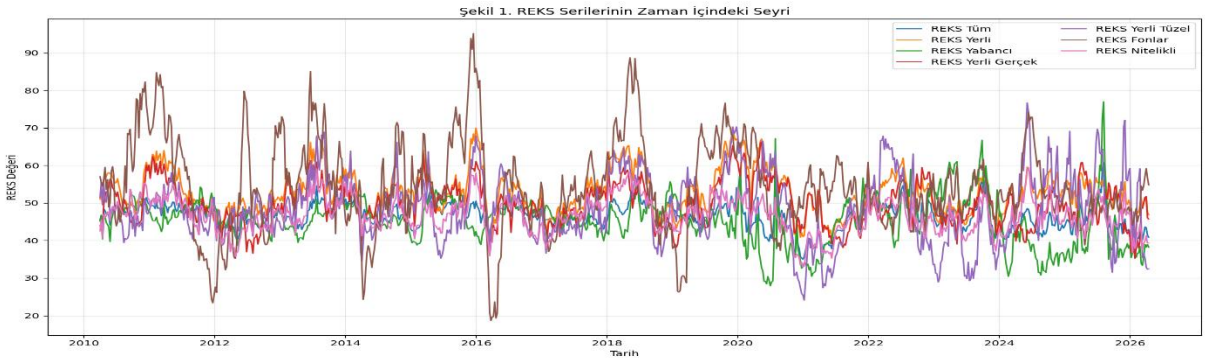
REKS Yabancı serisi için FIGARCH(1,1) modeli seçilmiştir. Bu modelde standart GARCH kalıcılığı yerine uzun hafıza parametresi olan $d$katsayısı esas alınmaktadır. Tablo 7'de $d$parametresi 0.3938 ve p-değeri 0.0023 olarak verilmektedir. Bu sonuç, yabancı yatırımcıların risk eğiliminde uzun hafızalı bir volatilite yapısının bulunduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, yabancı yatırımcıların risk algısında ortaya çıkan şokların etkisi kısa sürede tamamen ortadan kalkmamakta ve zaman içinde kademeli biçimde sönümlenmektedir. Bu nedenle REKS Yabancı serisinde kalıcılık değerlendirmesi beta toplamı üzerinden değil, anlamlı bulunan $d$parametresi üzerinden yapılmalıdır.

REKS Yerli Tüzel serisi için TGARCH(1,1) modeli kapsamında alpha toplamı 0.1141, beta toplamı 0.9087 ve gamma toplamı -0.0878 olarak hesaplanmaktadır. Kalıcılık göstergesi 0.9789 düzeyindedir. Bu değer, tüzel yatırımcıların risk eğiliminde volatilite şoklarının oldukça yavaş sönümlendiğini göstermektedir. Gamma katsayısının negatif ve anlamlı olması, bu seride asimetrik volatilite etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, kurumsal yerli yatırımcıların olumlu ve olumsuz şoklara aynı yönde tepki vermediğini ve risk algısının şokun yönüne göre farklılaştığını ortaya koymaktadır.

REKS Fonlar serisi için GARCH(1,1) modeli seçilmiş olup alpha toplamı 0.0293, beta toplamı 0.9672 ve kalıcılık göstergesi 0.9966 olarak hesaplanmaktadır. Alpha katsayısının düşük olması, fonların risk eğiliminde ani şok etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık beta katsayısının çok yüksek olması, geçmiş

volatilitenin mevcut volatilite üzerinde güçlü bir etkisi bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kalıcılık göstergesinin 1'e çok yakın olması, fonların risk algısında ortaya çıkan oynaklık şoklarının oldukça uzun süre devam ettiğini göstermektedir. Bu nedenle REKS Fonlar serisi, yüksek volatilite kalıcılığı ile öne çıkmaktadır.

Genel olarak Tablo 7 sonuçları, REKS serilerinin volatilite yapılarının yatırımcı gruplarına göre belirgin biçimde farklılaştığını göstermektedir. REKS Tüm serisi standart ve simetrik bir volatilite yapısıyla açıklanırken, REKS Yerli serisinde yüksek kalıcılık, REKS Yabancı serisinde uzun hafıza, REKS Yerli Tüzel serisinde asimetrik volatilite ve REKS Fonlar serisinde güçlü volatilite kalıcılığı öne çıkmaktadır. Bu bulgular, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin yalnızca ortalama düzeyleri bakımından değil, şoklara verdikleri tepki, geçmiş oynaklığı taşıma biçimi ve asimetrik davranış özellikleri bakımından da ayrıştığını göstermektedir.



Şekil 1. REKS Serilerinin Zaman İçindeki Seyri

Şekil 1'de REKS serilerinin 2010–2026 dönemi boyunca zaman içindeki seyri gösterilmektedir. Grafik, farklı yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin aynı dönemde benzer makro-finansal koşullara maruz kalmasına rağmen düzey, oynaklık ve dalgalanma yoğunluğu bakımından önemli ölçüde ayrıştığını göstermektedir. Bu durum, yatırımcı gruplarının risk algılarının homojen olmadığını ve her grubun piyasa gelişmelerine farklı tepki verdiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 1 incelendiğinde, REKS Fonlar serisinin diğer serilere kıyasla daha geniş bir bantta hareket ettiği görülmektedir. Fonlar serisinde dönem boyunca hem yukarı hem de aşağı yönlü sert dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bu görünüm, Tablo 1'de raporlanan yüksek standart sapma bulgusuyla uyumludur. Fon yatırımcılarının risk eğilimi zaman içinde daha değişken bir yapı sergilemekte ve belirli dönemlerde ani yükselişler ile sert düşüşler göstermektedir.

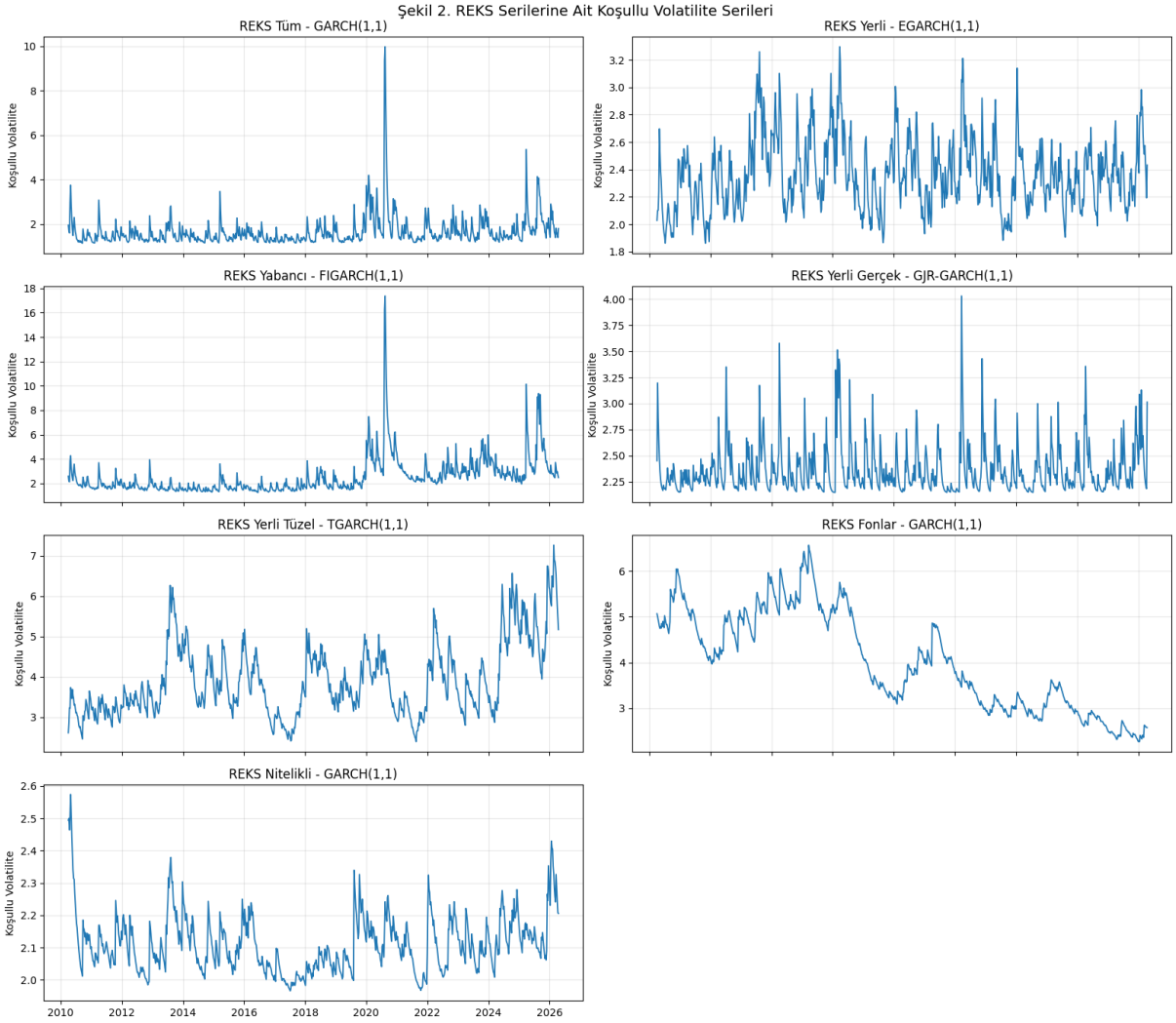
REKS Yerli Tüzel serisinin de yüksek oynaklık gösteren seriler arasında yer aldığı görülmektedir. Özellikle 2022 sonrası dönemde bu seride dalgalanmaların belirgin biçimde arttığı anlaşılmaktadır. Bu durum, kurumsal yerli yatırımcıların risk algısının piyasa koşullarındaki değişimlere duyarlı olduğunu ve bazı dönemlerde daha sert ayarlamalar yaptığını göstermektedir.

REKS Yabancı serisi genel olarak orta düzeyde dalgalanma göstermekle birlikte, belirli dönemlerde ani sıçramalar ve düşüşler sergilemektedir. Bu yapı, yabancı yatırımcı risk eğiliminin dönemsel şoklara duyarlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca serinin bazı dönemlerde diğer yerli yatırımcı gruplarından ayrışması, yabancı yatırımcıların risk algısının yerel yatırımcı gruplarıyla tam olarak örtüşmediğini ortaya koymaktadır.

REKS Tüm serisi ise diğer alt serilere kıyasla daha dar bir bantta hareket etmektedir. Bu durum, genel endeksin farklı yatırımcı gruplarının ortalama davranışını yansıtması nedeniyle daha dengeli ve görece istikrarlı bir yapı sergilediğini göstermektedir. REKS Tüm serisindeki oynaklığın sınırlı kalması, alt yatırımcı gruplarındaki yüksek dalgalanmaların genel endeks içinde kısmen dengelendiğini düşündürmektedir.

REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerinin zaman içindeki hareketleri ise daha orta düzeyli dalgalanmalara işaret etmektedir. Bu serilerde dönemsel yükseliş ve düşüşler bulunmakla birlikte, REKS Fonlar ve REKS Yerli Tüzel serilerindeki kadar geniş oynaklık bantları gözlenmemektedir. Bu durum, söz konusu yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin daha kontrollü bir seyir izlediğini göstermektedir.

Genel olarak Şekil 1, REKS serilerinin zaman içinde sabit bir düzey etrafında dalgalandığını, ancak yatırımcı grupları arasında oynaklık yoğunluğu bakımından belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Grafiksel bulgular, Tablo 1'deki tanımlayıcı istatistikler ve Tablo 4'teki ARCH-LM testi sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, özellikle REKS Tüm, REKS Yabancı, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde koşullu volatilite modellemesinin gerekli olduğunu desteklemektedir. Bu nedenle Şekil 1, GARCH tipi modellerin uygulanmasına geçmeden önce serilerin görsel olarak volatilite kümelenmesi ve yatırımcı grupları arasındaki davranışsal farklılıklar bakımından ön değerlendirilmesini sağlamaktadır.

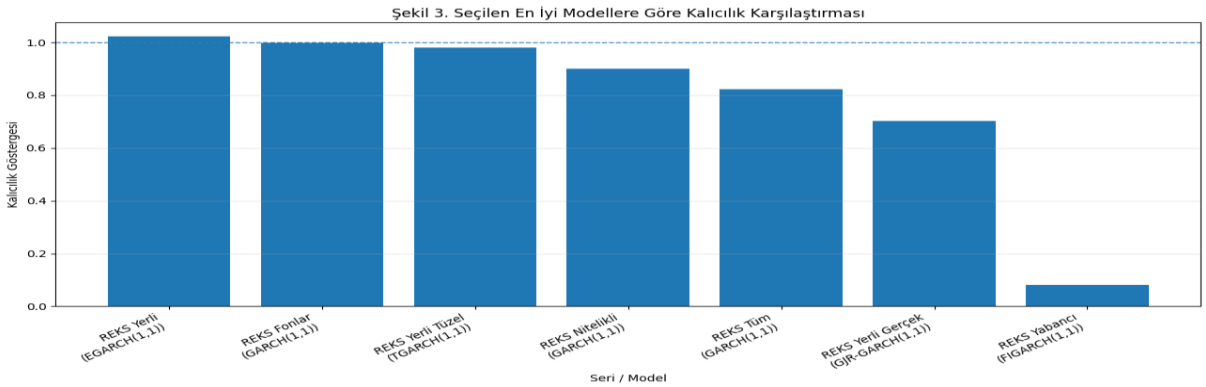


Şekil 2. REKS Serilerine Ait Koşullu Volatilite Serileri

Not: REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerinde ortalama denklem artıkları için ARCH-LM testi anlamlı bulunmadığından, bu serilere ait koşullu volatilite grafikleri ana GARCH bulgusu olarak değil, yatırımcı grupları arasında karşılaştırmalı görsel değerlendirme amacıyla sunulmaktadır.

Şekil 2'de seçilen GARCH tipi modellerden elde edilen koşullu volatilite serileri sunulmaktadır. Grafikler, REKS serilerinde oynaklığın zaman içinde sabit olmadığını ve yatırımcı gruplarına göre farklılaştığını göstermektedir. REKS Tüm serisinde volatilite çoğu dönemde düşük düzeyde seyretmekle birlikte belirli dönemlerde ani sıçramalar göstermektedir. REKS Yabancı serisinde özellikle yüksek oynaklık dönemlerinde keskin volatilite artışları gözlenmekte ve bu yapı FIGARCH modelinde tespit edilen uzun hafıza bulgusuyla uyum göstermektedir. REKS Yerli Tüzel serisinde volatilitenin özellikle son dönemlerde yükseldiği ve asimetrik tepki yapısının belirginleştiği görülmektedir. REKS Fonlar serisinde ise volatilite daha yavaş değişmekte ve yüksek kalıcılık göstermektedir. Bu bulgular, Tablo 5–7'de elde edilen sonuçlarla birlikte

değerlendirildiğinde, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin farklı koşullu volatilite dinamiklerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Seçilen En İyi Modellere Göre Kalıcılık Karşılaştırması

Şekil 3'te seçilen en uygun GARCH tipi modellere göre volatilite kalıcılığı karşılaştırılmaktadır. Bulgular, yatırımcı grupları arasında şokların sönümlenme hızının belirgin biçimde farklılaştığını göstermektedir. REKS Yerli, REKS Fonlar ve REKS Yerli Tüzel serilerinde kalıcılık göstergeleri oldukça yüksek düzeydedir. Bu durum, söz konusu yatırımcı gruplarında risk eğilimine ilişkin oynaklık şoklarının kısa sürede ortadan kalkmadığını ve uzun süre devam ettiğini göstermektedir. REKS Tüm serisinde kalıcılık daha orta düzeyde olup, genel risk eğiliminin şoklara duyarlı fakat zamanla sönümlenen bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. REKS Yabancı serisi için ise FIGARCH modeli seçildiğinden, kalıcılık klasik GARCH toplamı üzerinden değil, uzun hafıza parametresi üzerinden değerlendirilmelidir. Bu nedenle yabancı yatırımcılar açısından temel bulgu, düşük klasik kalıcılıktan ziyade anlamlı uzun hafıza yapısının varlığıdır. ARCH etkisi bulunmayan REKS Yerli Gerçek ve REKS Nitelikli serilerine ilişkin değerler ise ana bulgu olarak değil, tamamlayıcı karşılaştırma amacıyla değerlendirilmelidir.

Tablo 8. Artık Tanı Testleri

Seri	Model	LB-Q(10) İstatistiği	LB-Q(10) p-değeri	LB-Q^2(10) İstatistiği	LB-Q^2(10) p-değeri	Artık ARCH-LM İstatistiği	Artık ARCH-LM p-değeri	JB İstatistiği	JB p-değeri	Otokorelasyon Kaldı mı?	ARCH Etkisi
REKS Tüm	GARCH(1,1)	19.5852	0.0334	4.5535	0.9189	4.0903	0.9432	439.4644	0.0000	Evet	Hayır
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	7.5533	0.6724	4.2113	0.9373	3.9421	0.9499	5.8725	0.0531	Hayır	Hayır
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	13.0074	0.2233	2.2652	0.9939	2.2799	0.9937	1159.0931	0.0000	Hayır	Hayır
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	8.6458	0.5660	11.9373	0.2893	12.9378	0.2272	19.3203	0.0001	Hayır	Hayır
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	6.9110	0.7338	6.5139	0.7704	6.0387	0.8120	62.1240	0.0000	Hayır	Hayır

Tablo 8'de seçilen GARCH tipi modellerin artık tanı testleri sunulmaktadır. Ljung-Box $Q(10)$testi sonuçları, REKS Tüm serisi dışında standartlaştırılmış artıklarda anlamlı otokorelasyon kalmadığını göstermektedir. REKS Tüm serisinde sınırlı düzeyde artık otokorelasyon tespit edilmekle birlikte, $Q^2(10)$ve ARCH-LM testleri bu seri dahil tüm serilerde artık karelerinde otokorelasyon ve ARCH etkisinin giderildiğini göstermektedir. Bu bulgu, seçilen GARCH tipi modellerin koşullu varyans dinamiğini başarılı biçimde açıkladığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık Jarque-Bera testi sonuçları, çoğu seride standartlaştırılmış artıkların normal dağılmadığını göstermektedir. Bu nedenle normal dağılım varsayımına dayalı sonuçların Student-t dağılımı altında sağlamlık analizleriyle desteklenmesi uygun görülmektedir.

Tablo 9. Normal ve Student-t Dağılım Karşılaştırması

Seri	Model	Normal AIC	Student-t AIC	AIC Farkı (Normal - t)	Normal BIC	Student-t BIC	BIC Farkı (Normal - t)	Student-t Daha İyi mi?
REKS Tüm	GARCH(1,1)	10883.9489	10802.6073	81.3416	10898.142	10821.5314	76.6106	Evet
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	11533.989	11530.7887	3.2003	11548.1821	11549.7128	-1.5307	Evet
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	11480.4354	11355.441	124.9945	11499.3595	11379.0961	120.2634	Evet
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	12347.8239	12341.6152	6.2088	12366.748	12365.2702	1.4778	Evet
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	12379.4133	12352.0452	27.3681	12393.6064	12370.9693	22.6371	Evet

Tablo 9, seçilen GARCH tipi modellerin normal dağılım ve Student-t dağılımı altında elde edilen bilgi kriterlerini karşılaştırmaktadır. Sonuçlara göre tüm serilerde Student-t dağılımı altında hesaplanan AIC değerleri normal dağılıma göre daha düşüktür. Bu bulgu, REKS serilerinde normal dağılım varsayımının sınırlı kaldığını ve hata terimlerinde kalın kuyruk yapısının bulunduğunu göstermektedir.

AIC farkları özellikle REKS Yabancı, REKS Tüm ve REKS Fonlar serilerinde belirgin düzeydedir. Bu durum, söz konusu serilerde uç gözlemlerin ve olağan dışı risk eğilimi değişimlerinin daha güçlü olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Student-t dağılımı, bu serilerde volatilite yapısını normal dağılıma kıyasla daha iyi temsil etmektedir.

BIC sonuçları da genel olarak Student-t dağılımını desteklemektedir. REKS Tüm, REKS Yabancı, REKS Yerli Tüzel ve REKS Fonlar serilerinde Student-t dağılımı daha düşük BIC değerleri üretmektedir. Ancak REKS Yerli serisinde BIC farkı negatif olup, bu seri için normal dağılımın çok sınırlı bir üstünlük gösterdiği görülmektedir. Buna rağmen AIC ölçütü Student-t dağılımını desteklediğinden, bu sonuç temkinli biçimde yorumlanmalıdır.

Genel olarak Tablo 9 bulguları, REKS serilerinde kalın kuyruk ve uç gözlem etkilerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle Student-t dağılımı altında yapılan tahminler, çalışmanın sağlamlık analizini güçlendirmekte ve GARCH tipi model sonuçlarının dağılım varsayımına duyarlılığını değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Tablo10. Student-t Kuyruk Parametresi Sonuçları

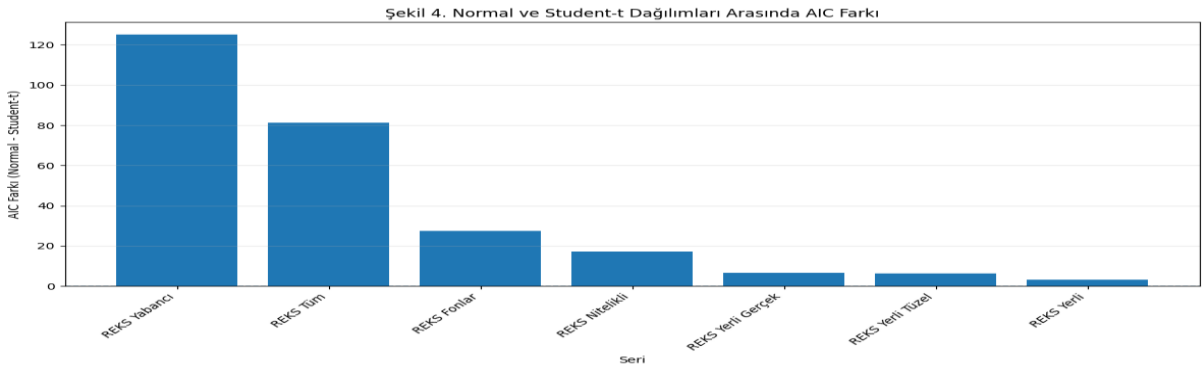
Seri	Model	nu	nu p-değeri
REKS Tüm	GARCH(1,1)	4.7101	0.0000
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	14.5805	0.0287
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	3.4216	0.0000
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	12.8354	0.0103
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	5.9391	0.8119

Tablo 10'da Student-t dağılımı altında tahmin edilen kuyruk parametresi sonuçları sunulmaktadır. νparametresinin düşük olması, serilerde kalın kuyruk yapısının bulunduğunu göstermektedir. REKS Yabancı ve REKS Tüm serilerinde νdeğerlerinin düşük ve istatistiksel olarak anlamlı olması, bu serilerde uç gözlem ve kalın kuyruk etkilerinin belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. REKS Yerli ve REKS Yerli Tüzel serilerinde νparametreleri anlamlı olmakla birlikte daha yüksek değerler almakta, bu nedenle kuyruk kalınlığı daha sınırlı görünmektedir. REKS Fonlar serisinde ise νparametresi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığından kuyruk yapısına ilişkin güçlü bir çıkarım yapılmamaktadır. Bu sonuçlar, normal dağılım varsayımına ek olarak Student-t dağılımı altında sağlamlık analizinin gerekli olduğunu göstermektedir.

Tablo 11. Student-t Altında Parametre Özeti

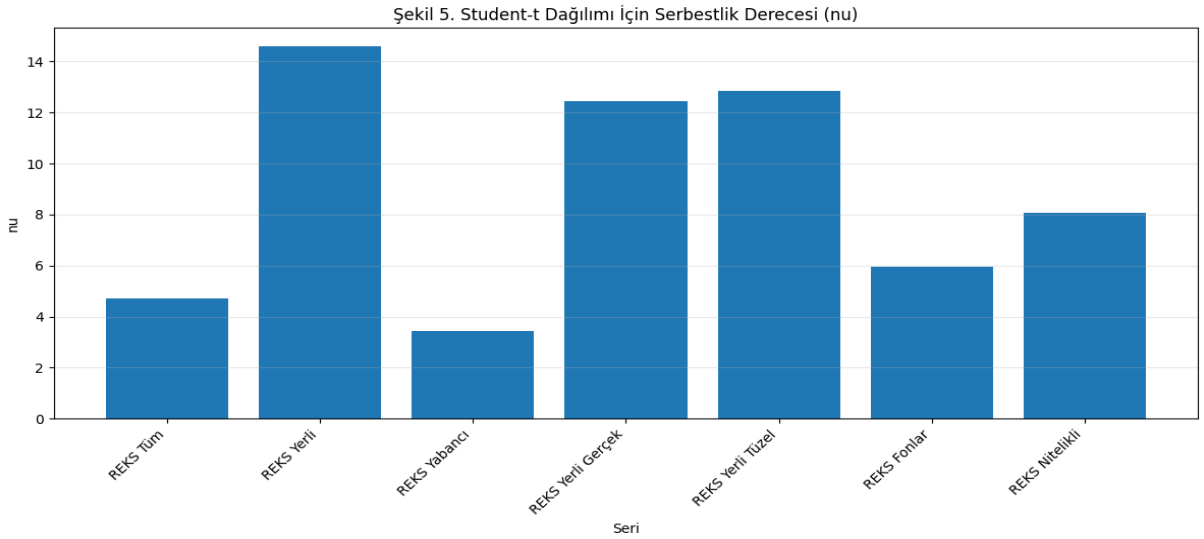
Seri	Model	alpha_toplam_t	beta_toplam_t	gamma_toplam_t	d_t	nu	nu p-değeri	Kalıcılık_t
REKS Tüm	GARCH(1,1)	0.1390	0.7547	NaN	NaN	4.7101	0.0000	0.8937
REKS Yerli	EGARCH(1,1)	0.1928	0.8420	NaN	NaN	14.5805	0.0287	1.0348
REKS Yabancı	FIGARCH(1,1)	0.0000	0.0369	NaN	0.3823	3.4216	0.0000	0.0369
REKS Yerli Tüzel	TGARCH(1,1)	0.1265	0.8980	-0.0991	NaN	12.8354	0.0103	0.9750
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	0.0581	0.9217	NaN	NaN	5.9391	0.8119	0.9798

Tablo 11'de Student-t dağılımı altında tahmin edilen parametre özetleri sunulmaktadır. Bulgular, normal dağılım altında elde edilen temel sonuçların büyük ölçüde korunduğunu göstermektedir. REKS Tüm serisinde kalıcılık göstergesi 0.8937 olarak hesaplanmış ve volatilite şoklarının sönümlenmekle birlikte belirgin süreklilik taşıdığı görülmektedir. REKS Yerli serisinde yüksek kalıcılık yapısı Student-t dağılımı altında da devam etmektedir. REKS Yabancı serisinde $d_t$parametresinin 0.3823 olarak tahmin edilmesi, uzun hafıza bulgusunun korunduğunu göstermektedir. REKS Yerli Tüzel serisinde negatif gamma katsayısı asimetrik volatilite etkisinin sürdüğünü ortaya koymaktadır. REKS Fonlar serisinde ise kalıcılık göstergesinin 0.9798 düzeyinde olması, fonların risk eğiliminde volatilite şoklarının yavaş sönümlendiğini göstermektedir. Genel olarak Student-t sonuçları, çalışmanın temel volatilite bulgularının dağılım varsayımına duyarlı olmadığını ve sağlamlık gösterdiğini ortaya koymaktadır.



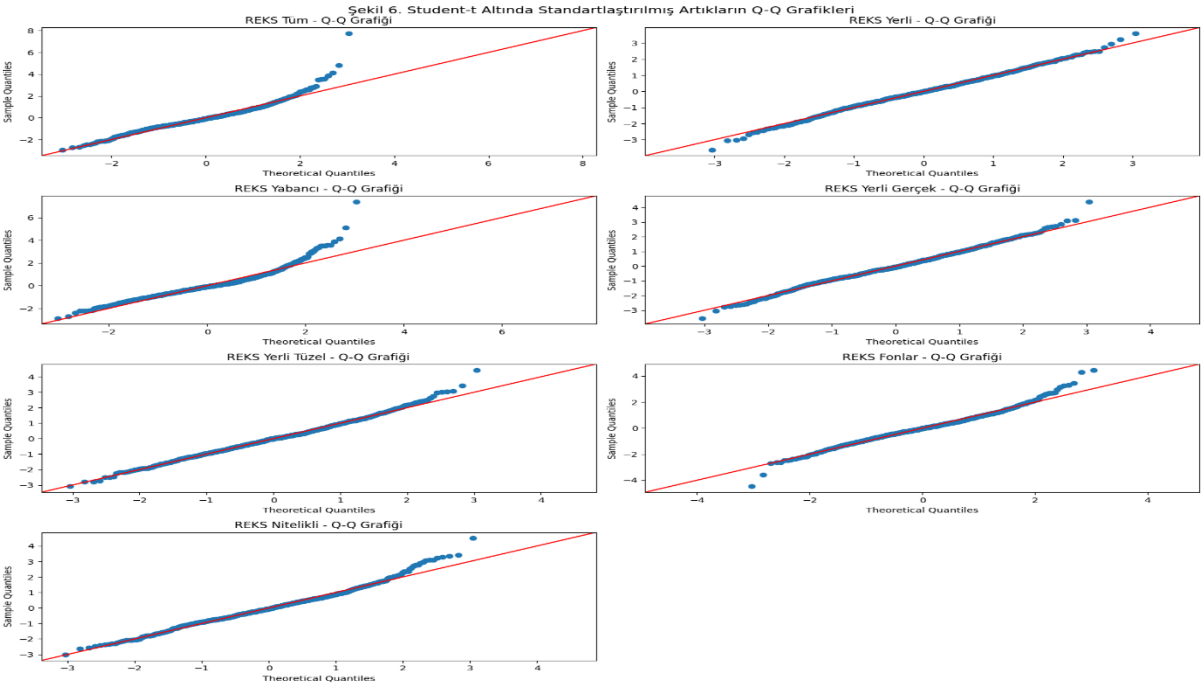
Şekil 4. Normal ve Studentt Dağılımları Arasında AIC Farkı

Şekil 4'te normal dağılım ve Student-t dağılımı altında tahmin edilen modellerin AIC değerleri arasındaki fark gösterilmektedir. Tüm serilerde AIC farkının pozitif olması, Student-t dağılımının normal dağılıma göre daha iyi model uyumu sağladığını göstermektedir. İyileşmenin özellikle REKS Yabancı ve REKS Tüm serilerinde belirgin olduğu görülmektedir. Bu sonuç, söz konusu serilerde kalın kuyruk ve uç gözlem etkilerinin daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. REKS Fonlar serisinde de Student-t dağılımı model uyumunu artırmakla birlikte, kuyruk parametresinin anlamlı bulunmaması nedeniyle yorum daha sınırlı yapılmalıdır. Genel olarak Şekil 4, REKS serilerinde normal dağılım varsayımının yeterli olmadığını ve Student-t dağılımı altında yapılan sağlamlık analizinin model sonuçlarını desteklediğini göstermektedir.



Şekil 5. Student-t Dağılımı İçin Serbestlik Derecesi

Şekil 5'te Student-t dağılımı altında tahmin edilen serbestlik derecesi (ν)parametreleri gösterilmektedir. νdeğerinin düşük olması, serilerde kalın kuyruk yapısının daha belirgin olduğunu göstermektedir. Bulgular, en güçlü kalın kuyruk etkisinin REKS Yabancı serisinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. REKS Tüm serisinde de düşük νdeğeri, genel yatırımcı risk eğiliminde uç hareketlerin önemli olduğunu göstermektedir. REKS Fonlar serisinde orta düzeyde kalın kuyruk görünümü bulunmakla birlikte, bu parametrenin istatistiksel anlamlılığı sınırlıdır. REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek ve REKS Yerli Tüzel serilerinde ise νdeğerlerinin daha yüksek olması, kuyruk kalınlığının daha zayıf olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, REKS serilerinde hata dağılımının yatırımcı gruplarına göre farklılaştığını ve özellikle yabancı yatırımcı risk eğilimi için kalın kuyruklu dağılımların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 6. Student-t Altında Standartlaştırılmış Artıkların Q-Q Grafikleri

Şekil 6'da Student-t dağılımı altında tahmin edilen modellerden elde edilen standartlaştırılmış artıkların Q-Q grafikleri sunulmaktadır. Grafikler, artıkların orta bölgede referans çizgisine büyük ölçüde yakınsadığını ve Student-t dağılımının artık yapısını normal dağılıma kıyasla daha iyi temsil ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte özellikle REKS Yabancı ve REKS Tüm serilerinde sağ kuyrukta belirgin sapmaların devam ettiği görülmektedir. Bu durum, söz konusu serilerde uç gözlem ve kalın kuyruk etkilerinin güçlü olduğunu göstermektedir. REKS Yerli ve REKS Yerli Tüzel serilerinde noktaların referans çizgisine daha yakın olması, Student-t dağılımı altında artık yapısının daha dengeli temsil edildiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak Şekil 6, Student-t dağılımı altında yapılan sağlamlık analizinin uygun olduğunu ve REKS serilerinde kalın kuyruk özelliklerinin modelleme sürecinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

SONUÇ

Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden REKS serilerinin volatilite dinamiklerini GARCH tipi modeller çerçevesinde incelenmesi amaçlanan çalışma kapsamında, 2010–2026 dönemini kapsayan haftalık veriler kullanılarak yatırımcı gruplarının risk algılarındaki değişim, koşullu oynaklık, şok kalıcılığı, asimetrik tepki ve dağılımsal özellikler bakımından değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, yatırımcı davranışlarının yalnızca ortalama risk eğilimi düzeyi üzerinden değil, risk algısındaki zamana bağlı oynaklık yapısı üzerinden de ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin homojen bir yapı sergilemediğini göstermektedir. Farklı yatırımcı segmentleri, piyasa şoklarına aynı yönde ve aynı yoğunlukta tepki vermemektedir. Bazı yatırımcı gruplarında risk algısı daha kalıcı bir yapı gösterirken, bazı gruplarda şokların etkisi daha sınırlı ve daha hızlı sönümlenen bir görünüm sergilemektedir. Bu durum, Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı davranışlarının grup bazında farklılaştığını ve risk yönetimi süreçlerinde yatırımcı segmentlerinin ayrı ayrı dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, fonlar ve yabancı yatırımcılar gibi bazı yatırımcı gruplarında risk algısının geçmiş piyasa koşullarından daha uzun süre etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, söz konusu grupların piyasa gelişmelerine daha stratejik ve daha kalıcı risk değerlendirmeleri üzerinden tepki verdiğini göstermektedir. Buna karşılık yerli yatırımcı gruplarında şoklara verilen tepkinin yönü ve yoğunluğu bakımından farklılaşmalar bulunmaktadır. Özellikle kurumsal yerli yatırımcıların olumsuz şoklar karşısında daha kontrollü bir oynaklık yapısı sergilemesi, yatırımcı türünün risk algısı üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir.

Analiz sonuçları, REKS serilerinin normal dağılım varsayımı altında tam olarak temsil edilemediğini de ortaya koymaktadır. Finansal zaman serilerine özgü kalın kuyruk ve uç gözlem özelliklerinin REKS serilerinde de geçerli olması, risk eğilimi göstergelerinin modellenmesinde esnek hata dağılımlarının dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Student-t dağılımı altında yapılan sağlamlık analizleri, temel bulguların dağılım varsayımına bağlı olmadığını ve model sonuçlarının genel olarak tutarlı olduğunu desteklemektedir.

Bu sonuçlar, finansal piyasalarda yatırımcı davranışlarının yalnızca fiyat hareketleri veya getiri düzeyleri üzerinden açıklanmasının yeterli olmadığını göstermektedir. Risk alma eğilimi, yatırımcı grubunun kurumsal yapısı, bilgiye erişim biçimi, piyasa deneyimi ve geçmiş şoklara verdiği tepkiyle birlikte şekillenmektedir. Bu nedenle yatırımcı gruplarının risk eğilimlerindeki oynaklık yapısının izlenmesi, piyasa istikrarı, portföy yönetimi ve finansal risk ölçümü açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Çalışmanın politika ve uygulama açısından temel çıkarımı, piyasa düzenleyicileri ve portföy yöneticileri için yatırımcı gruplarına özgü risk izleme yaklaşımlarının gerekli olduğudur. Yatırımcı segmentlerinin piyasa şoklarına farklı sürelerde ve farklı yoğunluklarda tepki vermesi, tek tip risk yönetimi yaklaşımının yeterli olmadığını göstermektedir. Özellikle risk algısının kalıcı hale geldiği yatırımcı gruplarında, piyasa güvenini etkileyen gelişmelerin daha uzun süreli sonuçlar doğurabileceği dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye'de farklı yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinin volatilite dinamikleri bakımından belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir. REKS serileri üzerinden elde edilen bulgular, yatırımcı davranışlarının şoklara verilen tepki, oynaklık kalıcılığı, asimetrik yapı ve dağılımsal özellikler bakımından farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, yatırımcı segmentasyonu, davranışsal finans ve finansal volatilite modellemesi literatürüne ampirik bir katkı sunmaktadır. Gelecek çalışmalarda REKS serilerinin döviz kuru, faiz oranı, CDS primi, BIST endeksi ve makroekonomik belirsizlik

göstergeleriyle birlikte modellenmesi, yatırımcı risk eğilimlerinin dışsal finansal şoklarla olan ilişkisini daha kapsamlı biçimde değerlendirmeye olanak sağlayacaktır.

Kaynakça

Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control, 19*(6), 716–723.

Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics, 74*(1), 3–30.

Baker, M., & Wurgler, J. (2006). Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *The Journal of Finance, 61*(4), 1645–1680.

Baker, M., & Wurgler, J. (2007). Investor sentiment in the stock market. *Journal of Economic Perspectives, 21*(2), 129–151.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics, 31*(3), 307–327.

Bollerslev, T., Chou, R. Y., & Kroner, K. F. (1992). ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics, 52*(1–2), 5–59.

Deswita, R., & Sari, D. P. (2024). Forecasting stock return volatility of optimal portfolio using GARCH model.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association, 74*(366), 427–431.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica, 50*(4), 987–1007.

Engle, R. F., & Ng, V. K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *The Journal of Finance, 48*(5), 1749–1778.

Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance, 48*(5), 1779–1801.

Hannan, E. J., & Quinn, B. G. (1979). The determination of the order of an autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B, 41*(2), 190–195.

Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: Does anything beat a GARCH(1,1)? *Journal of Applied Econometrics, 20*(7), 873–889.

Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters, 6*(3), 255–259.

Khan, M., Kayani, U. N., Khan, M., Mughal, K. S., & Haseeb, M. (2023). COVID-19 pandemic & financial market volatility; evidence from GARCH models. *Journal of Risk and Financial Management*, *16*(1), 50.

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics, 54*(1–3), 159–178.

Ljung, G. M., & Box, G. E. P. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika, 65*(2), 297–303.

Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica, 59*(2), 347–370.

Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics, 6*(2), 461–464.

Takaishi, T., & Chen, T. T. (2017). The relationship between trading volumes, number of transactions, and stock volatility in GARCH models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 471*, 373–380.

Veri Analiz Platformu (VAP). (2026). Risk Eğilim Endeksi veri seti. Erişim adresi: https://www.vap.org.tr

Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control, 18*(5), 931–955.

ANALYSIS OF THE DYNAMIC DEPENDENCE STRUCTURE AMONG INVESTOR GROUPS' RISK TENDENCIES THROUGH MGARCH MODELS

Kübra KARADAĞ

Research Assistant , Trakya University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, Edirne, TURKEY **(**Responsible Author) ORCID: 0000-0003-4631-7102

Mehmet Kenan TERZIOĞLU

Prof. Dr., Trakya University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Econometrics, Edirne, TURKEY ORCID: 0000-0002-6053-830X

Abstract

In financial markets, investor groups not only exhibit different levels of risk tolerance but also interact with one another and display co-movement at varying degrees over time. Therefore, investor behavior should be evaluated not only through univariate volatility structures but also within the framework of dynamic dependence relationships among investor groups. In particular, identifying how the correlation structure among different investor segments evolves over time is important for understanding market fragilities and systemic risk. This study investigates the conditional correlation and volatility relationships among the Risk Tendency Index (REKS) series of different investor groups in Turkish capital markets. The analysis is based on approximately 15 years of weekly data and considers the REKS Total, REKS Domestic, REKS Foreign, REKS Domestic Individual, REKS Domestic Corporate, REKS Funds, and REKS Qualified Investor series. To determine the time-varying dependence structure among investor groups, multivariate GARCH models are employed. In this context, the CCC-GARCH model is used to examine constant conditional correlations, while the DCC-GARCH model is employed to capture time-varying dependence structures among all REKS series. In addition, the BEKK-GARCH model is estimated for a selected three-variable subsystem as a complementary analysis to assess conditional covariance dynamics. The findings indicate that the dependence structure among investor groups is not homogeneous and may vary over time. While a higher degree of co-movement is observed among certain investor groups, others exhibit a more segmented structure. Furthermore, volatility shocks do not spread across investor groups at the same intensity, and the correlation structure differs depending on market conditions. The study is expected to contribute to a better understanding of the dynamic relationship structure among investor groups and to the development of risk management strategies tailored to specific investor segments.

Keywords: Risk Tendency Index, Dynamic Dependence, MGARCH Models, Conditional Correlation, Behavioral Finance

YATIRIMCI GRUPLARININ RİSK EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ DİNAMİK BAĞIMLILIK YAPISININ MGARCH MODELLERİ İLE ANALİZİ

Özet

Finansal piyasalarda yatırımcı grupları yalnızca farklı risk alma eğilimlerine sahip olmamakta, aynı zamanda zaman içinde birbirleriyle değişen düzeylerde etkileşim ve birlikte hareket sergilemektedir. Bu nedenle yatırımcı davranışlarının yalnızca tek değişkenli oynaklık yapıları üzerinden değil, yatırımcı grupları arasındaki dinamik bağımlılık ilişkileri çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle farklı yatırımcı segmentleri arasındaki korelasyon yapısının zaman içinde nasıl değiştiğinin belirlenmesi, piyasa kırılganlıklarının ve sistemik riskin anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden Risk Eğilim Endeksi (REKS) serileri arasındaki koşullu korelasyon ve oynaklık ilişkileri incelenmektedir. Analiz, yaklaşık 15 yıllık haftalık veri setine dayanmakta ve REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli yatırımcı serilerini kapsamaktadır. Yatırımcı grupları arasındaki zamanla değişen bağımlılık yapısını belirlemek amacıyla çok değişkenli GARCH modelleri

kullanılmaktadır. Bu kapsamda CCC-GARCH modeli sabit koşullu korelasyonları incelemek için, DCC-GARCH modeli ise tüm REKS serileri arasındaki zamanla değişen bağımlılık yapısını yakalamak için uygulanmaktadır. Ayrıca BEKK-GARCH modeli, koşullu kovaryans dinamiklerini değerlendirmek amacıyla seçili üç değişkenli alt sistem için tamamlayıcı analiz olarak tahmin edilmektedir.

Elde edilen bulgular, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının homojen olmadığını ve zaman içinde değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bazı yatırımcı grupları arasında daha yüksek düzeyde birlikte hareket gözlenirken, bazı grupların daha ayrışmış bir yapı sergilediği belirlenmektedir. Ayrıca oynaklık şoklarının yatırımcı grupları arasında aynı yoğunlukta yayılmadığı ve korelasyon yapısının piyasa koşullarına bağlı olarak farklılaştığı görülmektedir. Çalışmanın, yatırımcı grupları arasındaki dinamik ilişki yapısının daha iyi anlaşılmasına ve yatırımcı segmentlerine özgü risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk Eğilim Endeksi, Dinamik Bağımlılık, MGARCH Modelleri, Koşullu Korelasyon, Davranışsal Finans.

Giriş

Finansal piyasalarda yatırımcı davranışları, yalnızca fiyat hareketleri ve getiri beklentileriyle değil, aynı zamanda değişen risk algısı, belirsizlik düzeyi ve piyasa koşullarına verilen tepkilerle şekillenmektedir. Bu nedenle farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerinin incelenmesi, piyasa dinamiklerinin, finansal kırılganlıkların ve yatırımcı segmentleri arasındaki etkileşimlerin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Özellikle sermaye piyasalarında yerli, yabancı, bireysel, kurumsal ve fon yatırımcılarının aynı piyasa koşullarına farklı düzeylerde tepki verebilmesi, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının çok değişkenli oynaklık modelleriyle ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Finansal zaman serilerinde oynaklık kümelenmesi, değişen varyans ve zamanla değişen korelasyon yapıları, ARCH ve GARCH tipi modellerin finansal uygulamalarda yaygın biçimde kullanılmasına zemin hazırlamıştır. Tek değişkenli GARCH modelleri her bir serinin oynaklık yapısını açıklamakta güçlü bir araç sunmakla birlikte, finansal piyasalarda varlıklar, yatırımcı grupları veya finansal göstergeler arasındaki karşılıklı bağımlılık yapısını doğrudan açıklamakta sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle çok değişkenli GARCH modelleri, finansal seriler arasındaki koşullu kovaryans ve korelasyon ilişkilerini incelemek amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Literatürde CCC-GARCH, DCC-GARCH ve BEKK-GARCH modellerinin finansal piyasalardaki volatilite, korelasyon ve risk aktarım mekanizmalarını incelemek amacıyla farklı uygulama alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Belasri ve Ellaia (2017), Fas Kazablanka Borsası'nda 2004-2015 dönemine ait günlük hisse senedi fiyatlarını kullanarak Diyagonal BEKK ve DCC modellerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada BEKK modelinin varyans-kovaryans matrislerinin modellenmesinde daha başarılı olduğu, DCC modelinin ise volatilite kümelenmelerini ve öngörü performansını yakalamada daha etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bhuiyan vd. (2018), gelişmekte olan piyasalarda sukuk ve geleneksel tahvil endeksleri arasındaki finansal entegrasyonu DCC-GARCH modeliyle incelemişlerdir. Elde edilen bulgular, dinamik koşullu korelasyonların portföy çeşitlendirmesi ve piyasa entegrasyonu açısından önemli bilgiler sunduğunu göstermektedir. Grydaki ve Bezemer (2013) ise ABD ekonomisinde kredi büyümesi, çıktı ve konut yatırımları arasındaki oynaklık nedenselliğini VAR-BEKK modeliyle analiz etmiş ve BEKK yapısının finansal değişkenler arasındaki varyans aktarım ilişkilerini incelemede kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı gruplarının risk eğilimlerini temsil eden REKS serileri, yatırımcı davranışlarının zaman içindeki değişimini izlemek açısından önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Ancak bu serilerin yalnızca tekil oynaklık yapıları üzerinden değerlendirilmesi, yatırımcı grupları arasındaki karşılıklı etkileşimleri açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yatırımcı grupları arasındaki sabit ve zamanla değişen bağımlılık ilişkilerinin birlikte incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, farklı yatırımcı gruplarına ait REKS serileri arasındaki dinamik bağımlılık yapısı MGARCH modelleri çerçevesinde analiz edilmektedir. Bu kapsamda CCC-GARCH modeli ile sabit koşullu korelasyon yapısı, DCC-GARCH modeli ile zamanla değişen koşullu korelasyon dinamikleri incelenmektedir. Ayrıca BEKK-GARCH modeli, yüksek parametre yoğunluğu nedeniyle seçili yatırımcı gruplarından oluşan alt sistem için tamamlayıcı analiz olarak kullanılmaktadır. Böylece çalışma, yatırımcı gruplarının risk eğilimleri

arasındaki birlikte hareket yapısını, korelasyon kalıcılığını ve gruplar arası ayrışma dinamiklerini ampirik olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Mevcut literatürde MGARCH modelleri çoğunlukla finansal varlık getirileri, piyasa endeksleri, döviz kurları, tahvil piyasaları ve makro-finansal değişkenler arasındaki volatilite ve korelasyon dinamiklerini incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Buna karşılık yatırımcı gruplarının risk eğilimlerini temsil eden endeksler arasındaki dinamik bağımlılık yapısına odaklanan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, REKS serileri üzerinden yatırımcı segmentleri arasındaki koşullu korelasyon ve bağımlılık yapısını inceleyerek literatürdeki bu boşluğa ampirik katkı sunmaktadır.

Metodoloji

Finansal zaman serilerinde oynaklık, yalnızca tek bir serinin kendi geçmiş şokları ve geçmiş varyansı tarafından belirlenmemekte; aynı zamanda farklı finansal değişkenler veya yatırımcı grupları arasındaki karşılıklı etkileşimlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle çok değişkenli GARCH modelleri, finansal seriler arasındaki koşullu varyans, koşullu kovaryans ve koşullu korelasyon yapısını birlikte modellemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden REKS serileri arasındaki bağımlılık yapısı CCC-GARCH, DCC-GARCH ve BEKK-GARCH modelleri çerçevesinde analiz edilmektedir.

Çok değişkenli GARCH modellerinde temel amaç, Nboyutlu hata terimi vektörü için koşullu kovaryans matrisinin zaman içindeki yapısını modellemektir. Ortalama denkleminden elde edilen hata terimleri şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\varepsilon_t = H_t^{1/2} z_t$$

Burada ε_t, $N \times 1$boyutlu hata terimi vektörünü; H_t, $N \times N$boyutlu koşullu kovaryans matrisini; $z_t$ise sıfır ortalamalı ve birim varyanslı standartlaştırılmış hata terimi vektörünü göstermektedir. MGARCH modellerinde temel farklılık, $H_t$matrisinin nasıl tanımlandığına ve seriler arasındaki bağımlılık yapısının sabit mi yoksa zamanla değişen bir yapı olarak mı ele alındığına dayanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan ilk yaklaşım, Bollerslev (1990) tarafından geliştirilen CCC-GARCH modelidir. CCC-GARCH modeli, çok değişkenli GARCH modelleri içinde en sade yapılardan biridir ve seriler arasındaki koşullu korelasyonların zaman boyunca sabit kaldığını varsaymaktadır. Modelde koşullu kovaryans matrisi şu şekilde ayrıştırılmaktadır:

$$H_t = D_t R D_t$$

Burada D_t, her bir seriye ait koşullu standart sapmaları içeren köşegen matrisi; R, zaman içinde değişmediği varsayılan sabit koşullu korelasyon matrisini göstermektedir. $D_t$matrisi şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{1t}}, \sqrt{h_{2t}}, \ldots, \sqrt{h_{Nt}})$$

Her bir h_{it}değeri, ilgili REKS serisi için tek değişkenli GARCH süreciyle elde edilen koşullu varyansı ifade etmektedir. Standart GARCH(1,1) yapısı şu şekilde gösterilmektedir:

$$h_{it} = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i h_{i,t-1}$$

Bu modelde $\omega_i$sabit terimi, $\alpha_i$geçmiş dönem şoklarının koşullu varyans üzerindeki etkisini, $\beta_i$ise geçmiş koşullu varyansın kalıcılığını göstermektedir. CCC-GARCH modelinin temel avantajı, parametre sayısının düşük olması ve tahmin sürecinin görece kolay yürütülmesidir. Ancak modelin en önemli kısıtı, korelasyon matrisini sabit kabul etmesidir. Bu nedenle CCC-GARCH modeli, yatırımcı grupları arasındaki uzun dönemli ortalama ilişkiyi göstermekte başarılı olmakla birlikte, kriz, belirsizlik veya piyasa stresi dönemlerinde korelasyonların zaman içinde değişmesini doğrudan yakalayamamaktadır.

Bu sınırlılığı aşmak amacıyla Engle (2002) tarafından geliştirilen DCC-GARCH modeli kullanılmaktadır. DCC-GARCH modeli, CCC-GARCH modelindeki sabit korelasyon varsayımını gevşetmekte ve koşullu

korelasyonların zaman içinde değişmesine izin vermektedir. Bu yönüyle DCC-GARCH modeli, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının piyasa koşullarına bağlı olarak güçlenip zayıflamasını incelemek için daha esnek bir çerçeve sunmaktadır.

DCC-GARCH modelinde koşullu kovaryans matrisi şu şekilde ifade edilmektedir:

$$H_t = D_t R_t D_t$$

Burada R_t, zamanla değişen koşullu korelasyon matrisini göstermektedir. $D_t$matrisi, CCC modelinde olduğu gibi her bir serinin koşullu standart sapmalarını içermektedir. DCC modelinin temel farkı, $R_t$matrisinin her dönem güncellenmesidir. Dinamik korelasyon matrisi şu şekilde elde edilmektedir:

$$R_t = \text{diag}(Q_t)^{-1/2} Q_t \text{diag}(Q_t)^{-1/2}$$

Burada Q_t, standartlaştırılmış artıkların koşullu kovaryans matrisini göstermektedir. $Q_t$matrisi aşağıdaki dinamik süreçle tanımlanmaktadır:

$$Q_t = (1 - a - b)\bar{Q} + a u_{t-1} u'_{t-1} + b Q_{t-1}$$

Bu denklemde $u_t = D_t^{-1}\varepsilon_t$standartlaştırılmış hata terimlerini, $\bar{Q}$ise standartlaştırılmış artıkların koşulsuz kovaryans matrisini göstermektedir. $a$parametresi, koşullu korelasyonların kısa dönemli şoklara duyarlılığını ifade etmektedir. $b$parametresi ise geçmiş dönem korelasyon yapısının bugünkü korelasyonlar üzerindeki kalıcılığını göstermektedir. Modelin durağanlık koşulu açısından genellikle $a + b < 1$şartının sağlanması beklenmektedir.

DCC-GARCH modelinde $a$parametresinin yüksek olması, yatırımcı grupları arasındaki korelasyonların yeni piyasa şoklarına hızlı tepki verdiğini göstermektedir. Buna karşılık $b$parametresinin yüksek olması, geçmiş korelasyon yapısının güçlü bir bellek etkisi taşıdığını ve bağımlılık ilişkilerinin zaman içinde yavaş değiştiğini göstermektedir. Bu nedenle DCC-GARCH modeli, yalnızca yatırımcı grupları arasındaki ortalama ilişkiyi değil, bu ilişkinin zamansal evrimini de ortaya koymaktadır. Çalışmada DCC-GARCH modelinin kullanılmasının temel nedeni, REKS serileri arasındaki bağımlılık yapısının sabit olmadığı ve piyasa koşullarına bağlı olarak değişebileceği varsayımıdır.

Çalışmada kullanılan üçüncü yaklaşım, Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen BEKK-GARCH modelidir. BEKK-GARCH modeli, koşullu kovaryans matrisinin pozitif tanımlı olmasını garanti eden yapısı nedeniyle çok değişkenli oynaklık modellemesinde önemli bir yere sahiptir. CCC ve DCC modelleri temel olarak korelasyon yapısına odaklanırken, BEKK-GARCH modeli koşullu varyans ve kovaryansların dinamik yapısını doğrudan modellemektedir. Bu nedenle BEKK modeli, seriler arasındaki şok aktarımı ve volatilite yayılımı ilişkilerini incelemek amacıyla kullanılmaktadır.

BEKK(1,1) modeli genel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$H_t = C'C + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + B'H_{t-1}B$$

Burada C, üst üçgensel parametre matrisini; A, geçmiş dönem şoklarının koşullu kovaryans matrisi üzerindeki etkisini; Bise geçmiş koşullu kovaryans matrisinin bugünkü koşullu kovaryans yapısı üzerindeki kalıcılığını göstermektedir. $A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A$terimi, kısa dönemli şok etkilerini ve seriler arası şok aktarımını temsil etmektedir. $B'H_{t-1}B$terimi ise geçmiş volatilite ve kovaryans yapısının bugünkü yapıya aktarılmasını ifade etmektedir.

BEKK-GARCH modelinin en önemli üstünlüğü, koşullu kovaryans matrisinin pozitif tanımlılığını sağlaması ve seriler arasındaki karşılıklı etkileşimleri varyans-kovaryans denklemi içinde doğrudan modellemesidir. Bu yapı, bir yatırımcı grubunda ortaya çıkan oynaklık şokunun diğer yatırımcı gruplarının risk eğilimi oynaklığı üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunu incelemeye olanak tanımaktadır. Ancak BEKK modelinin önemli bir sınırlılığı, değişken sayısı arttıkça parametre sayısının hızla yükselmesidir. Bu nedenle BEKK-GARCH modeli, çok sayıda serinin yer aldığı sistemlerde tahmin güçlüğü yaratmaktadır. Bu çalışmada da BEKK-GARCH modeli tüm REKS serileri için değil, seçili yatırımcı gruplarından oluşan üç değişkenli alt sistem için tamamlayıcı analiz olarak kullanılmaktadır.

CCC-GARCH, DCC-GARCH ve BEKK-GARCH modelleri arasındaki temel fark, bağımlılık yapısının nasıl ele alındığına dayanmaktadır. CCC-GARCH modeli, seriler arasındaki koşullu korelasyonların zaman içinde sabit olduğunu varsaymaktadır. Bu nedenle model, yatırımcı grupları arasındaki genel ve ortalama ilişki düzeyini göstermektedir. DCC-GARCH modeli ise korelasyonların zaman içinde değişmesine izin vermekte ve yatırımcı grupları arasındaki bağımlılığın piyasa koşullarına göre nasıl güçlendiğini veya zayıfladığını ortaya koymaktadır. BEKK-GARCH modeli ise korelasyon düzeyinden daha çok koşullu kovaryans dinamiklerine, şok aktarımına ve volatilite yayılımına odaklanmaktadır.

Bu bağlamda CCC-GARCH modeli, yatırımcı grupları arasındaki sabit ilişki yapısını ortaya koyan başlangıç modeli niteliğindedir. DCC-GARCH modeli, bu ilişkinin zamansal değişimini ve kalıcılığını inceleyen temel modeldir. BEKK-GARCH modeli ise seçili yatırımcı grupları arasında volatilite ve kovaryans dinamiklerini tamamlayıcı olarak değerlendiren bir alt sistem analizi sunmaktadır. Böylece çalışmada kullanılan üç model, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısını farklı boyutlarıyla incelemeye olanak sağlamaktadır.

Özetle, CCC-GARCH modeli sabit koşullu korelasyon yapısını, DCC-GARCH modeli zamanla değişen koşullu korelasyonları, BEKK-GARCH modeli ise koşullu kovaryans ve volatilite aktarım mekanizmasını analiz etmektedir. Bu farklılık, çalışmanın yöntemsel kurgusunda önemli bir tamamlayıcılık sağlamaktadır. REKS serileri açısından değerlendirildiğinde, CCC-GARCH modeli yatırımcı grupları arasındaki genel birlikte hareket düzeyini; DCC-GARCH modeli bu birlikte hareketin zaman içindeki değişimini; BEKK-GARCH modeli ise seçili yatırımcı grupları arasındaki şok ve volatilite etkileşimini ortaya koymaktadır.

Metodolojik olarak bu yapı, yatırımcı gruplarının risk eğilimleri arasındaki bağımlılık ilişkilerinin yalnızca statik bir korelasyon çerçevesinde değil, zamanla değişen ve şoklara duyarlı bir finansal sistem yapısı içinde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmada CCC-GARCH, DCC-GARCH ve BEKK-GARCH modellerinin birlikte kullanılması, yatırımcı davranışları arasındaki sabit, dinamik ve aktarım temelli ilişkilerin karşılaştırmalı olarak incelenmesine olanak tanımaktadır.

Araştırma ve Bulgular

Bu çalışmada, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini yansıtan REKS serileri kullanılmaktadır. Veri seti, Veri Analiz Platformu üzerinden elde edilmiş olup haftalık frekansta 02/04/2010–17/04/2026 dönemini kapsamaktadır (VAP, 2026). Analizde REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel, REKS Fonlar ve REKS Nitelikli serileri yer almaktadır. Bu seriler, yatırımcı gruplarının piyasa koşullarına verdikleri risk alma tepkilerini temsil ettiğinden, gruplar arası bağımlılık ve birlikte hareket yapısının incelenmesi için uygun bir veri yapısı sunmaktadır.

Bu kapsamda CCC-GARCH ve DCC-GARCH modelleri tüm REKS serileri arasındaki sabit ve zamanla değişen koşullu korelasyon yapısını incelemek amacıyla kullanılmıştır. BEKK-GARCH modeli ise yüksek parametre yoğunluğu nedeniyle yalnızca REKS Yerli, REKS Yabancı ve REKS Fonlar serilerinden oluşan seçili üçlü alt sistem üzerinde tamamlayıcı analiz olarak tahmin edilmiştir

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Normallik Testi

Seri	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB İstatistiği	JB p-değeri	Normal Dağılım
REKS Tüm	46.4097	3.5399	-0.0206	3.9687	31.9529	0.0000	Hayır
REKS Yerli	52.8892	5.8224	0.3766	2.8257	20.8696	0.0000	Hayır
REKS Yabancı	45.4536	6.2119	0.0132	4.3254	59.9801	0.0000	Hayır
REKS Yerli Gerçek	49.7089	5.6163	0.1651	2.6047	9.3848	0.0092	Hayır
REKS Yerli Tüzel	48.7435	8.9069	0.1166	2.9133	2.1952	0.3337	Evet
REKS Fonlar	54.3637	12.1560	0.2578	3.5532	19.5357	0.0001	Hayır
REKS Nitelikli	46.6805	4.6334	-0.0278	2.8871	0.6053	0.7389	Evet

Tablo 1 sonuçları, REKS serilerinin ortalama risk eğilimi, oynaklık düzeyi ve dağılım özellikleri bakımından birbirinden ayrıştığını göstermektedir. Ortalama değerler açısından en yüksek risk eğilimi REKS Fonlar serisinde görülürken, en düşük ortalama değer REKS Yabancı serisinde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, analiz döneminde fonların ve yerli yatırımcıların daha yüksek risk alma eğilimi sergilediğini, yabancı yatırımcıların ise daha temkinli bir görünüm sunduğunu göstermektedir.

Standart sapma değerleri, risk eğilimindeki dalgalanmanın yatırımcı gruplarına göre farklılaştığını ortaya koymaktadır. En yüksek oynaklık REKS Fonlar ve REKS Yerli Tüzel serilerinde gözlenmektedir. Buna karşılık REKS Tüm ve REKS Nitelikli serileri daha düşük oynaklık düzeyiyle daha istikrarlı bir yapı sergilemektedir. Bu bulgu, yatırımcı gruplarının risk algısındaki değişimlerin aynı şiddette gerçekleşmediğini göstermektedir.

Dağılım özellikleri incelendiğinde, serilerin çoğunda normal dağılım varsayımının reddedildiği görülmektedir. Özellikle REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek ve REKS Fonlar serilerinde Jarque-Bera test sonuçları normal dağılımdan sapmaya işaret etmektedir. Buna karşılık REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serilerinde normal dağılım hipotezi reddedilememektedir. Genel olarak bu sonuçlar, REKS serilerinde kalın kuyruk ve uç gözlem özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini ve MGARCH modellemesi öncesinde dağılımsal farklılıkların göz önünde bulundurulmasının uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Birim Kök ve Durağanlık Testleri

Seri	ADF Sabitli Test İstatistiği	ADF Sabitli p-değeri	ADF Trendli Test İstatistiği	ADF Trendli p-değeri	ADF Birinci Fark Test İstatistiği	ADF Birinci Fark p-değeri	KPSS Test İstatistiği	KPSS p-değeri	Durağanlık Türü
REKS Tüm	-6.5947	0.0	-6.8315	0.0	-9.3365	0.0	0.4507	0.0553	Düzeyde Durağan
REKS Yerli	-6.1215	0.0	-6.1654	0.0	-10.5146	0.0	0.1156	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Yabancı	-6.1699	0.0	-6.3619	0.0	-7.8586	0.0	0.3983	0.0779	Düzeyde Durağan
REKS Yerli Gerçek	-6.4399	0.0	-6.5126	0.0	-10.7543	0.0	0.1644	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Yerli Tüzel	-6.7664	0.0	-6.7650	0.0	-8.9820	0.0	0.0596	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Fonlar	-5.8856	0.0	-5.9485	0.0	-17.5921	0.0	0.1740	0.1000	Düzeyde Durağan
REKS Nitelikli	-6.2435	0.0	-6.3852	0.0	-9.3173	0.0	0.2807	0.1000	Düzeyde Durağan

Tablo 2'de REKS serilerinin durağanlık yapısı ADF ve KPSS testleriyle değerlendirilmektedir. ADF test sonuçları, tüm serilerde birim kök hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Hem sabitli hem de trendli test sonuçlarında p-değerlerinin anlamlı olması, serilerin düzey değerlerinde durağan bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

KPSS testi sonuçları da ADF bulgularını desteklemektedir. KPSS testinde durağanlık temel hipotezi reddedilmediğinden, REKS serilerinin düzeyde durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. REKS Tüm serisinde KPSS p-değeri sınırda olmakla birlikte %5 anlamlılık düzeyinde durağanlık hipotezi reddedilmemektedir. Diğer serilerde ise durağanlık bulgusu daha açık biçimde desteklenmektedir.

Bu sonuçlar, REKS serilerinin birinci farkları alınmadan düzey değerleriyle analiz edilebileceğini göstermektedir. Bu tercih, yatırımcı gruplarının risk eğilimi düzeylerinde ortaya çıkan oynaklık ve birlikte hareket yapısının doğrudan incelenmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla seriler, MGARCH modelleri kapsamında koşullu korelasyon ve dinamik bağımlılık analizine uygun bir yapı sunmaktadır.

Tablo 3. Tek Değişkenli GARCH(1,1) Ön Tahmin Sonuçları

Seri	Model	Log-Likelihood	AIC	BIC	alpha[1]	beta[1]	Kalıcılık
REKS Tüm	GARCH(1,1)	-1530.124387	3072.248775	3100.627719	0.123471	0.787123	0.910594
REKS Yerli	GARCH(1,1)	-1900.629500	3813.259000	3841.637944	0.091812	0.737539	0.829351
REKS Yabancı	GARCH(1,1)	-1798.428166	3608.856333	3637.235277	0.201414	0.767704	0.969118
REKS Yerli Gerçek	GARCH(1,1)	-1903.631367	3819.262735	3847.641679	0.060847	0.528591	0.589438
REKS Yerli Tüzel	GARCH(1,1)	-2310.853755	4633.707509	4662.086453	0.107005	0.833689	0.940694
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	-2318.000942	4648.001885	4676.380829	0.039311	0.952881	0.992191
REKS Nitelikli	GARCH(1,1)	-1803.337018	3618.674037	3647.052981	0.029755	0.929926	0.959681

Tablo 3'te, MGARCH modellemesine geçmeden önce her bir REKS serisi için tahmin edilen tek değişkenli GARCH(1,1) modellerine ait ön tahmin sonuçları sunulmaktadır. Bu aşama, DCC ve CCC gibi çok değişkenli GARCH modellerinde kullanılacak standartlaştırılmış artıkların elde edilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle Tablo 3, doğrudan nihai volatilite modeli seçimi amacıyla değil, çok değişkenli modelleme öncesinde serilerin koşullu varyans yapısını özetlemek amacıyla değerlendirilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde, tüm REKS serilerinde beta katsayılarının alpha katsayılarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu, yatırımcı gruplarının risk eğilimlerinde geçmiş volatilite düzeylerinin geçmiş şoklara kıyasla daha belirleyici olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, REKS serilerinde oynaklık yapısı ani şoklardan etkilenmekle birlikte, volatilitenin kendi geçmişinden gelen kalıcılık etkisi daha güçlüdür.

Kalıcılık göstergesi açısından en yüksek değer REKS Fonlar serisinde elde edilmektedir. REKS Fonlar için alpha ve beta toplamı 0.9922 olup 1'e oldukça yakındır. Bu sonuç, fonların risk eğiliminde volatilite şoklarının çok yavaş sönümlendiğini ve yüksek düzeyde kalıcı bir oynaklık yapısının bulunduğunu göstermektedir. Benzer şekilde REKS Yabancı, REKS Nitelikli ve REKS Yerli Tüzel serilerinde de kalıcılık değerleri oldukça yüksektir. Bu durum, söz konusu yatırımcı gruplarında risk algısındaki değişimlerin kısa sürede ortadan kalkmadığını göstermektedir.

REKS Yerli Gerçek serisi ise 0.5894 kalıcılık değeriyle diğer serilerden ayrışmaktadır. Bu sonuç, bireysel yerli yatırımcıların risk eğiliminde şokların daha hızlı sönümlendiğini ve volatilite kalıcılığının daha sınırlı olduğunu göstermektedir. REKS Yerli ve REKS Tüm serilerinde ise kalıcılık değerleri orta-yüksek düzeydedir. Bu serilerde volatilite şokları belirli bir süre etkisini korumakta, ancak fonlar ve yabancı yatırımcı serilerine kıyasla daha sınırlı bir süreklilik göstermektedir.

Genel olarak Tablo 3 sonuçları, REKS serilerinde koşullu değişen varyans yapısının bulunduğunu ve volatilite kalıcılığının yatırımcı gruplarına göre farklılaştığını göstermektedir. Özellikle REKS Fonlar, REKS Yabancı, REKS Nitelikli ve REKS Yerli Tüzel serilerinde yüksek kalıcılık değerlerinin elde edilmesi, bu serilerin çok değişkenli GARCH modelleri kapsamında dinamik korelasyon ve birlikte hareket yapısı açısından incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle tek değişkenli GARCH(1,1) ön tahminleri, CCC-GARCH ve DCC-GARCH modellemeleri için uygun bir başlangıç yapısı sunmaktadır.

Tablo 4. CCC-GARCH Sabit Koşullu Korelasyon Matrisi

	REKS Tüm	REKS Yerli	REKS Yabancı	REKS Yerli Gerçek	REKS Yerli Tüzel	REKS Fonlar	REKS Nitelikli
REKS Tüm	1.000000	0.632236	0.753067	0.489886	0.537544	0.220143	0.732356
REKS Yerli	0.632236	1.000000	0.041455	0.838935	0.784964	0.330891	0.800203
REKS Yabancı	0.753067	0.041455	1.000000	0.005933	0.060830	0.022955	0.297220
REKS Yerli Gerçek	0.489886	0.838935	0.005933	1.000000	0.392395	0.193960	0.536706
REKS Yerli Tüzel	0.537544	0.784964	0.060830	0.392395	1.000000	0.110697	0.752316
REKS Fonlar	0.220143	0.330891	0.022955	0.193960	0.110697	1.000000	0.365053
REKS Nitelikli	0.732356	0.800203	0.297220	0.536706	0.752316	0.365053	1.000000

Tablo 4'te, REKS serileri arasındaki sabit koşullu korelasyon yapısı CCC-GARCH modeli kapsamında sunulmaktadır. CCC-GARCH yaklaşımı, yatırımcı grupları arasındaki korelasyonların zaman boyunca değişmediğini varsaymakta ve bu nedenle seriler arasındaki ortalama birlikte hareket düzeyini sabit bir korelasyon matrisi üzerinden göstermektedir. Bu tablo, daha sonra tahmin edilen DCC-GARCH sonuçları için karşılaştırma zemini oluşturmaktadır.

Tablo sonuçları, yatırımcı grupları arasındaki ilişki yapısının homojen olmadığını göstermektedir. En yüksek korelasyonlardan biri REKS Yerli ile REKS Yerli Gerçek arasında elde edilmektedir. Bu iki seri arasındaki korelasyon 0.8389'dur. Bu sonuç, yerli yatırımcı genel eğiliminin büyük ölçüde yerli bireysel yatırımcıların risk alma davranışıyla birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde REKS Yerli ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyonun 0.8002, REKS Yerli ile REKS Yerli Tüzel arasındaki korelasyonun ise 0.7850 olması, yerli yatırımcı alt grupları arasında güçlü bir ortak hareket yapısının bulunduğunu ortaya koymaktadır.

REKS Tüm serisi ile REKS Yabancı ve REKS Nitelikli serileri arasındaki korelasyonlar da yüksek düzeydedir. REKS Tüm ile REKS Yabancı arasındaki korelasyon 0.7531, REKS Tüm ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyon ise 0.7324 olarak hesaplanmaktadır. Bu bulgu, genel risk eğilimi göstergesinin hem yabancı yatırımcıların hem de nitelikli yatırımcıların risk davranışlarıyla belirli ölçüde birlikte hareket ettiğini göstermektedir.

Buna karşılık REKS Yabancı serisinin yerli yatırımcı alt gruplarıyla olan korelasyonları oldukça düşüktür. REKS Yabancı ile REKS Yerli arasındaki korelasyon 0.0415, REKS Yabancı ile REKS Yerli Gerçek arasındaki korelasyon 0.0059 ve REKS Yabancı ile REKS Yerli Tüzel arasındaki korelasyon 0.0608 düzeyindedir. Bu sonuç, yabancı yatırımcıların risk eğilimlerinin yerli yatırımcı gruplarından belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir. Dolayısıyla yabancı yatırımcı davranışı, yerli yatırımcıların risk alma eğiliminden bağımsız bir dinamik sergilemektedir.

REKS Fonlar serisi de genel olarak diğer serilerle sınırlı düzeyde korelasyon göstermektedir. Fonlar ile diğer yatırımcı grupları arasındaki korelasyonların düşük-orta düzeyde kalması, fon yatırımcılarının risk eğilimlerinin daha bağımsız bir yapı taşıdığını göstermektedir. Bu durum, fonların profesyonel portföy yönetimi, çeşitlendirme ve stratejik pozisyon alma davranışlarıyla ilişkili değerlendirilebilir.

Genel olarak Tablo 4, yerli yatırımcı grupları arasında güçlü bir birlikte hareket yapısı bulunduğunu; yabancı yatırımcılar ve fonların ise daha ayrışmış bir risk eğilimi sergilediğini göstermektedir. Bu bulgu, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının tek tip olmadığını ortaya koymaktadır. Ancak CCC-GARCH modeli korelasyonları sabit kabul ettiği için, piyasa koşullarına bağlı olarak zaman içinde değişen ilişki yapısını doğrudan gösterememektedir. Bu nedenle Tablo 4, temel karşılaştırma tablosu olarak korunmalı; dinamik korelasyon yapısının değerlendirilmesi için DCC-GARCH sonuçlarıyla birlikte yorumlanmalıdır.

Tablo 5. DCC-GARCH Parametre Tahminleri

Parametre	**Değer**
a	0.063849
b	0.902159
a+b	0.966008

Tablo 5'te, REKS serileri arasındaki zamanla değişen koşullu korelasyon yapısını belirlemek amacıyla tahmin edilen DCC-GARCH modeline ait parametreler sunulmaktadır. DCC modelinde $a$parametresi korelasyonların kısa dönemli şoklara duyarlılığını, $b$parametresi ise geçmiş korelasyon yapısının kalıcılığını göstermektedir. $a + b$toplamı ise dinamik korelasyon sürecinin sürekliliği ve durağanlık yapısı açısından değerlendirilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre $a$parametresi 0.0638 olarak tahmin edilmiştir. Bu değer, yatırımcı grupları arasındaki koşullu korelasyonların yeni şoklara duyarlı olduğunu, ancak bu etkinin sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir. Buna karşılık $b$parametresi 0.9022 gibi oldukça yüksek bir değer almaktadır. Bu bulgu, REKS serileri arasındaki korelasyon yapısında geçmiş dönem ilişkilerinin güçlü biçimde devam ettiğini göstermektedir.

$a + b$ toplamının 0.9660 olması, dinamik korelasyonların yüksek düzeyde kalıcı olduğunu ortaya koymaktadır. Toplamın 1'in altında kalması, modelin durağanlık koşulunu sağladığını göstermektedir.

Genel olarak Tablo 5 sonuçları, REKS serileri arasındaki korelasyonların sabit değil, zaman içinde yüksek kalıcılığa sahip dinamik bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bu nedenle CCC-GARCH modelinin sunduğu sabit korelasyon yaklaşımı tek başına yeterli olmamakta, DCC-GARCH modeli yatırımcı grupları arasındaki birlikte hareket yapısını daha gerçekçi biçimde temsil etmektedir.

Tablo 6. Ortalama DCC Koşullu Korelasyon Matrisi

	REKS Tüm	REKS Yerli	REKS Yabancı	REKS Yerli Gerçek	REKS Yerli Tüzel	REKS Fonlar	REKS Nitelikli
REKS Tüm	1.000000	0.635899	0.741718	0.491822	0.544120	0.223745	0.741565
REKS Yerli	0.635899	1.000000	0.032395	0.838638	0.785541	0.331115	0.799440
REKS Yabancı	0.741718	0.032395	1.000000	-0.007218	0.060081	0.020427	0.299409
REKS Yerli Gerçek	0.491822	0.838638	-0.007218	1.000000	0.404214	0.188627	0.543935
REKS Yerli Tüzel	0.544120	0.785541	0.060081	0.404214	1.000000	0.117475	0.747918
REKS Fonlar	0.223745	0.331115	0.020427	0.188627	0.117475	1.000000	0.369781
REKS Nitelikli	0.741565	0.799440	0.299409	0.543935	0.747918	0.369781	1.000000

Tablo 6'da, DCC-GARCH modeliyle elde edilen zamanla değişen koşullu korelasyonların dönem ortalamaları sunulmaktadır. Bu tablo, CCC-GARCH modelindeki sabit korelasyon yapısına karşılık, korelasyonların zaman içinde değişmesine izin veren DCC yaklaşımının ortalama ilişki düzeyini göstermektedir. Bu nedenle Tablo 6, yatırımcı grupları arasındaki dinamik bağımlılık yapısının genel görünümünü değerlendirmek açısından önem taşımaktadır.

Sonuçlar, yerli yatırımcı grupları arasında güçlü bir birlikte hareket yapısının bulunduğunu göstermektedir. REKS Yerli ile REKS Yerli Gerçek arasındaki ortalama DCC korelasyonu 0.8386 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde REKS Yerli ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyon 0.7994, REKS Yerli ile REKS Yerli Tüzel

arasındaki korelasyon ise 0.7855 düzeyindedir. Bu bulgular, yerli yatırımcı alt gruplarının risk eğilimlerinin büyük ölçüde ortak bir dinamik içinde hareket ettiğini göstermektedir.

REKS Tüm serisi ile REKS Yabancı ve REKS Nitelikli serileri arasındaki korelasyonlar da yüksek düzeydedir. REKS Tüm ile REKS Yabancı arasındaki ortalama DCC korelasyonu 0.7417, REKS Tüm ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyon ise 0.7416 olarak elde edilmiştir. Bu sonuç, genel risk eğilimi göstergesinin hem yabancı yatırımcı davranışı hem de nitelikli yatırımcı risk eğilimiyle güçlü bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir.

Buna karşılık REKS Yabancı serisinin yerli yatırımcı alt gruplarıyla olan korelasyonları oldukça düşük düzeydedir. REKS Yabancı ile REKS Yerli arasındaki korelasyon 0.0324, REKS Yabancı ile REKS Yerli Gerçek arasındaki korelasyon -0.0072 ve REKS Yabancı ile REKS Yerli Tüzel arasındaki korelasyon 0.0601 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, yabancı yatırımcıların risk alma eğilimlerinin yerli yatırımcı gruplarından belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir.

REKS Fonlar serisinin diğer gruplarla korelasyonları ise genel olarak düşük-orta düzeydedir. Fonlar ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyon 0.3698, fonlar ile REKS Yerli arasındaki korelasyon 0.3311 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, fon yatırımcılarının risk eğilimlerinin diğer gruplarla sınırlı düzeyde birlikte hareket ettiğini göstermektedir.

Genel olarak Tablo 6 sonuçları, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının homojen olmadığını ortaya koymaktadır. Yerli yatırımcı grupları ve nitelikli yatırımcılar arasında güçlü bir birlikte hareket görülürken, yabancı yatırımcılar ve fonlar daha ayrışmış bir risk davranışı sergilemektedir. Bu bulgular, DCC-GARCH modelinin yatırımcı grupları arasındaki dinamik ilişki yapısını ortaya koymada uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. DCC Koşullu Korelasyonlarına Ait Özet İstatistikler

Çift	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Son Değer
REKS Yerli - REKS Yerli Gerçek	0.8386	0.0763	0.5084	0.9466	0.7444
REKS Yerli - REKS Nitelikli	0.7994	0.0803	0.3369	0.9170	0.8112
REKS Yerli - REKS Yerli Tüzel	0.7855	0.0768	0.5597	0.9174	0.6393
REKS Yerli Tüzel - REKS Nitelikli	0.7479	0.0910	0.3543	0.9082	0.8129
REKS Tüm - REKS Yabancı	0.7417	0.1094	0.3344	0.9238	0.6061
REKS Tüm - REKS Nitelikli	0.7416	0.0992	0.3399	0.9014	0.7965
REKS Tüm - REKS Yerli	0.6359	0.1260	0.2508	0.8598	0.7990
REKS Tüm - REKS Yerli Tüzel	0.5441	0.1134	0.1789	0.7821	0.5951
REKS Yerli Gerçek - REKS Nitelikli	0.5439	0.1502	-0.0331	0.8145	0.3147
REKS Tüm - REKS Yerli Gerçek	0.4918	0.1473	0.0237	0.8166	0.5123
REKS Yerli Gerçek - REKS Yerli Tüzel	0.4042	0.2049	-0.1984	0.7344	0.0139
REKS Fonlar - REKS Nitelikli	0.3698	0.1373	-0.0180	0.7127	0.1406
REKS Yerli - REKS Fonlar	0.3311	0.1366	-0.0500	0.7352	0.3193
REKS Yabancı - REKS Nitelikli	0.2994	0.1694	-0.1728	0.7110	0.3450
REKS Tüm - REKS Fonlar	0.2237	0.1528	-0.1840	0.6239	0.1435
REKS Yerli Gerçek - REKS Fonlar	0.1886	0.1562	-0.1993	0.6503	0.4458
REKS Yerli Tüzel - REKS Fonlar	0.1175	0.1422	-0.2803	0.5719	-0.2068
REKS Yabancı - REKS Yerli Tüzel	0.0601	0.1474	-0.3563	0.4374	0.3176
REKS Yerli - REKS Yabancı	0.0324	0.1717	-0.4095	0.5035	0.0873
REKS Yabancı - REKS Fonlar	0.0204	0.1689	-0.4843	0.6107	-0.3032
REKS Yabancı - REKS Yerli Gerçek	-0.0072	0.1959	-0.4603	0.7742	-0.1761

Tablo 7'de, DCC-GARCH modeliyle elde edilen koşullu korelasyonların yatırımcı grubu çiftleri bazındaki özet istatistikleri sunulmaktadır. Ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve son değerler birlikte değerlendirildiğinde, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının hem düzey hem de zaman içindeki değişkenlik bakımından homojen olmadığı görülmektedir.

Ortalama korelasyonlar, en güçlü birlikte hareketin yerli yatırımcı grupları arasında ortaya çıktığını göstermektedir. REKS Yerli ile REKS Yerli Gerçek arasındaki ortalama korelasyon 0.8386 ile en yüksek

değere sahiptir. REKS Yerli ile REKS Nitelikli ve REKS Yerli ile REKS Yerli Tüzel çiftlerinde de yüksek korelasyon değerleri elde edilmektedir. Bu sonuç, yerli yatırımcı alt gruplarının risk eğilimlerinin ortak piyasa koşullarına benzer yönde tepki verdiğini ve güçlü bir birlikte hareket yapısı sergilediğini göstermektedir.

REKS Yerli Tüzel ile REKS Nitelikli, REKS Tüm ile REKS Yabancı ve REKS Tüm ile REKS Nitelikli çiftlerinde de yüksek ortalama korelasyonlar gözlenmektedir. Bu bulgu, genel risk eğilimi göstergesinin hem yabancı yatırımcıların hem de nitelikli yatırımcıların risk davranışlarıyla güçlü bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bu çiftlerde standart sapma değerlerinin belirgin olması, korelasyonların zaman boyunca sabit kalmadığını ve dönemsel olarak değiştiğini göstermektedir.

Tablonun alt sıralarında yer alan çiftlerde ise birlikte hareket düzeyi oldukça sınırlıdır. Özellikle REKS Yabancı ile REKS Yerli, REKS Yabancı ile REKS Fonlar ve REKS Yabancı ile REKS Yerli Gerçek çiftlerinde ortalama korelasyonlar sıfıra yakın ya da negatif düzeydedir. Bu sonuç, yabancı yatırımcıların risk eğilimlerinin yerli yatırımcı gruplarından belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir.

Minimum ve maksimum değerler incelendiğinde, bazı çiftlerde korelasyonların negatif değerlerden yüksek pozitif değerlere kadar geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Bu durum, yatırımcı grupları arasındaki ilişkilerin sabit bir yapı taşımadığını, piyasa koşullarına bağlı olarak güçlenebildiğini veya zayıflayabildiğini göstermektedir. Özellikle yabancı yatırımcılarla yerli yatırımcı grupları arasındaki geniş değişim aralığı, bu gruplar arasındaki bağımlılığın dönemsel olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Son değerler açısından bakıldığında, bazı çiftlerde dönem sonu korelasyonlarının uzun dönem ortalamalarından ayrıştığı görülmektedir. Örneğin REKS Tüm ile REKS Yerli arasındaki son değer ortalamanın üzerinde gerçekleşirken, REKS Yerli Gerçek ile REKS Yerli Tüzel arasındaki son değer oldukça düşük düzeydedir. Bu bulgu, analiz döneminin sonunda yatırımcı grupları arasındaki birlikte hareket yapısında yeniden ayrışmalar oluştuğunu göstermektedir.

Genel olarak Tablo 7, REKS serileri arasındaki dinamik bağımlılık yapısının yatırımcı grubuna göre farklılaştığını ortaya koymaktadır. Yerli yatırımcı grupları ve nitelikli yatırımcılar arasında güçlü bir birlikte hareket görülürken, yabancı yatırımcılar ve fonlar daha bağımsız bir risk davranışı sergilemektedir. Bu sonuçlar, DCC-GARCH modelinin sabit korelasyon varsayımının ötesine geçerek yatırımcı grupları arasındaki zamanla değişen ilişki yapısını başarılı biçimde ortaya koyduğunu göstermektedir.

Tablo 8. DCC-GARCH Modeli Sonrası Standartlaştırılmış Artıklara Ait Tanı Testleri

Seri	LB-Q(10) p-değeri	LB-Q²(10) p-değeri	ARCH-LM p-değeri	JB p-değeri	Otokorelasyon Giderildi mi?	ARCH Etkisi Kaldı mı?
REKS Tüm	0.630102	0.447815	0.521353	0.000000	Evet	Evet
REKS Yerli	0.641359	0.929129	0.940109	0.000000	Evet	Evet
REKS Yabancı	0.797834	0.744732	0.786275	0.000000	Evet	Evet
REKS Yerli Gerçek	0.741795	0.890502	0.880844	0.000000	Evet	Evet
REKS Yerli Tüzel	0.424706	0.290491	0.258412	0.000000	Evet	Evet
REKS Fonlar	0.012427	0.673596	0.720724	0.000000	Sınırlı	Evet
REKS Nitelikli	0.641631	0.857523	0.864173	0.000000	Evet	Evet

Tablo 8'de, DCC-GARCH modeli sonrasında elde edilen standartlaştırılmış artıklar için tanı testleri sunulmaktadır. Bu testler, tahmin edilen modelin serilerdeki doğrusal bağımlılık ve koşullu değişen varyans yapısını ne ölçüde giderdiğini değerlendirmek amacıyla uygulanmaktadır. Ljung-Box Q testi standartlaştırılmış artıklarda otokorelasyonun varlığını, Ljung-Box Q^2 testi artık karelerinde otokorelasyonun devam edip etmediğini, ARCH-LM testi ise model sonrasında ARCH etkisinin kalıp kalmadığını göstermektedir. Jarque-Bera testi ise standartlaştırılmış artıkların normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmektedir.

Tablo sonuçlarına göre, REKS Tüm, REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serilerinde LB-Q(10) p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde yer almaktadır. Bu bulgu, söz konusu serilerde standartlaştırılmış artıklar açısından anlamlı bir otokorelasyon sorununun kalmadığını göstermektedir. REKS Fonlar serisinde LB-Q(10) testinin %5 düzeyinde anlamlı olması, bu seride sınırlı bir doğrusal bağımlılık kalıntısına işaret etmektedir. Bununla birlikte LB-Q^2(10) ve ARCH-LM testlerinin anlamlı olmaması, koşullu varyans dinamiğinin model tarafından genel olarak yakalandığını göstermektedir.

LB-Q^2(10) ve ARCH-LM test sonuçları incelendiğinde, tüm serilerde p-değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç, standartlaştırılmış artık karelerinde anlamlı bir otokorelasyon kalmadığını ve model sonrasında ARCH etkisinin giderildiğini göstermektedir. Dolayısıyla DCC-GARCH modeli, REKS serilerindeki koşullu değişen varyans yapısını genel olarak başarılı biçimde yakalamaktadır.

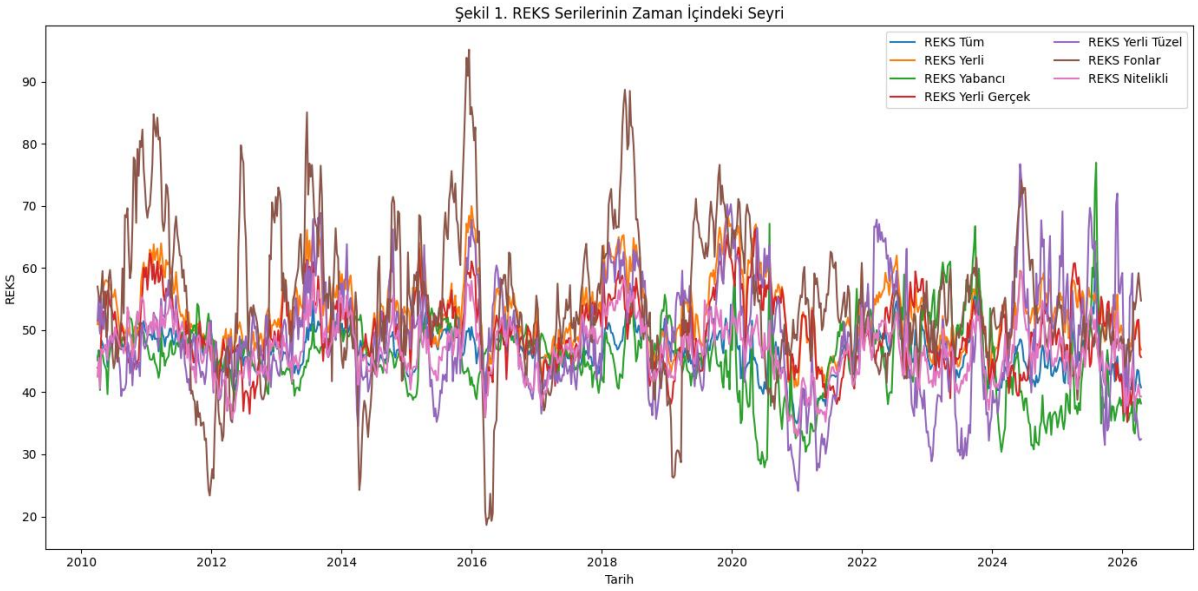
Jarque-Bera testi sonuçları ise standartlaştırılmış artıkların çoğu seride normal dağılıma uymadığını göstermektedir. Bu bulgu, REKS serilerinde normal dağılımdan sapmaların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle model sonuçları, normal dağılım varsayımı altında raporlanmakla birlikte, dağılımsal duyarlılığı değerlendirmek amacıyla Student-t hata dağılımı altında ek sağlamlık kontrolü yapılmıştır.

Tablo 9. Normal ve Student-t Dağılım Karşılaştırması

Seri	Model	Normal AIC	Student-t AIC	AIC Farkı (Normal - t)	Normal BIC	Student-t BIC	BIC Farkı (Normal - t)	Student-t Daha İyi mi?
REKS Tüm	GARCH(1,1)	11855.469312	11885.164018	-29.694706	11874.393385	11908.819108	-34.425724	Hayır
REKS Yerli	GARCH(1,1)	12624.119364	12708.610805	-84.491442	12643.043436	12732.265896	-89.222460	Hayır
REKS Yabancı	GARCH(1,1)	12522.749129	12538.032917	-15.283788	12541.673201	12561.688007	-20.014806	Hayır
REKS Yerli Gerçek	GARCH(1,1)	12632.630318	12635.330198	-2.699880	12651.554390	12658.985289	-7.430899	Hayır
REKS Yerli Tüzel	GARCH(1,1)	13357.405324	13415.030482	-57.625159	13376.329396	13438.685573	-62.356177	Hayır
REKS Fonlar	GARCH(1,1)	13644.120478	13645.862818	-1.742340	13663.044551	13669.517909	-6.473358	Hayır
REKS Nitelikli	GARCH(1,1)	12332.362849	12350.452302	-18.089453	12351.286921	12374.107393	-22.820472	Hayır

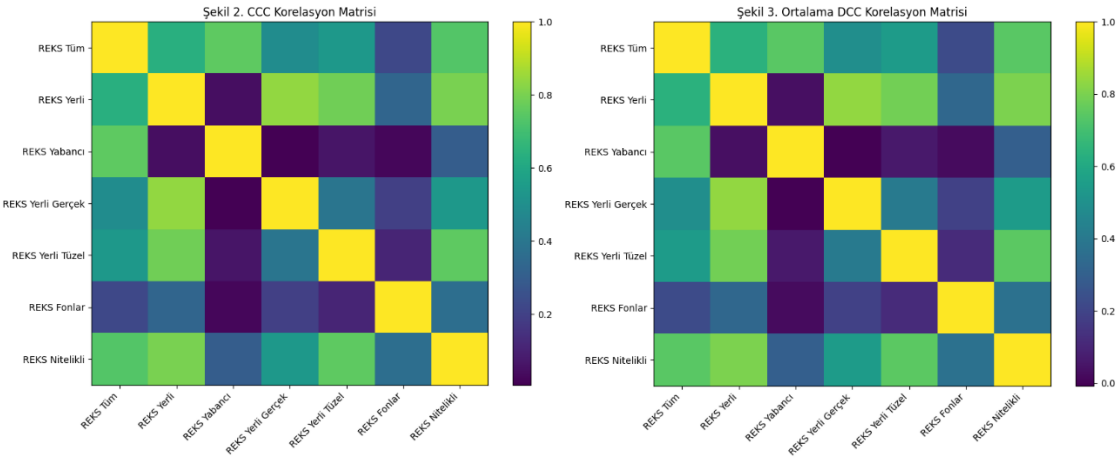
Tablo 9'da, Student-t hata dağılımı altında yapılan sağlamlık kontrolünde, tüm REKS serilerinde AIC ve BIC değerlerinin normal dağılım altında daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Student-t dağılımının mevcut veri setinde bilgi kriterleri açısından ek bir iyileşme sağlamadığını göstermektedir. Bu nedenle ana DCC-GARCH tahminleri normal hata dağılımı altında sürdürülmüş; ancak Jarque-Bera sonuçları nedeniyle artık dağılımlarındaki normalden sapma bulguları ihtiyatlı biçimde değerlendirilmiştir.

Bu bulgu, Jarque-Bera testinde gözlenen normalden sapmanın Student-t dağılımı ile bilgi kriterleri açısından daha iyi temsil edildiği anlamına gelmediğini; mevcut örneklemde normal dağılım varsayımının daha parsimonious bir yapı sunduğunu göstermektedir.



Şekil 1. REKS Serilerinin Zaman İçindeki Seyri

Şekil 1'de, analiz kapsamında kullanılan REKS serilerinin 2010–2026 dönemi boyunca zaman içindeki hareketi sunulmaktadır. Grafik, yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerinin dönemler itibarıyla belirgin dalgalanmalar gösterdiğini ve bu dalgalanmaların tüm gruplarda aynı şiddette gerçekleşmediğini ortaya koymaktadır. Özellikle REKS Fonlar ve REKS Yerli Tüzel serilerinde daha geniş dalgalanma aralıkları dikkat çekmektedir. REKS Yabancı serisinin bazı dönemlerde diğer yatırımcı gruplarından ayrışması, yabancı yatırımcı davranışının yerli yatırımcı gruplarıyla her zaman aynı yönde hareket etmediğini göstermektedir. Bu görünüm, REKS serilerinin hem koşullu volatilite modellemesine hem de dinamik bağımlılık analizine uygun bir yapı sunduğunu göstermektedir.



Şekil 2. CCC Korelasyon Matrisi ve Şekil 3. Ortalama DCC Korelasyon Matrisi

Şekil 2 ve Şekil 3, REKS serileri arasındaki bağımlılık yapısını iki farklı MGARCH yaklaşımı altında karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Şekil 2'de CCC-GARCH modeli kapsamında elde edilen sabit koşullu korelasyon matrisi yer almaktadır. Şekil 3'te ise DCC-GARCH modeliyle tahmin edilen zamanla değişen koşullu korelasyonların dönem ortalaması sunulmaktadır. Bu iki şekil birlikte değerlendirildiğinde, yatırımcı grupları arasındaki temel ilişki yapısının genel olarak benzer kaldığı, ancak DCC yaklaşımının korelasyonların zaman içinde değişebilen yapısını dikkate alarak daha esnek bir çerçeve sunduğu görülmektedir.

Her iki matriste de yerli yatırımcı grupları arasındaki korelasyonların görece yüksek olduğu izlenmektedir. Özellikle REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serileri arasındaki güçlü renk yoğunluğu, bu grupların risk alma eğilimlerinin ortak piyasa koşullarına benzer biçimde tepki verdiğini göstermektedir. Bu bulgu, yerli yatırımcı alt grupları arasında belirgin bir birlikte hareket yapısının bulunduğunu desteklemektedir.

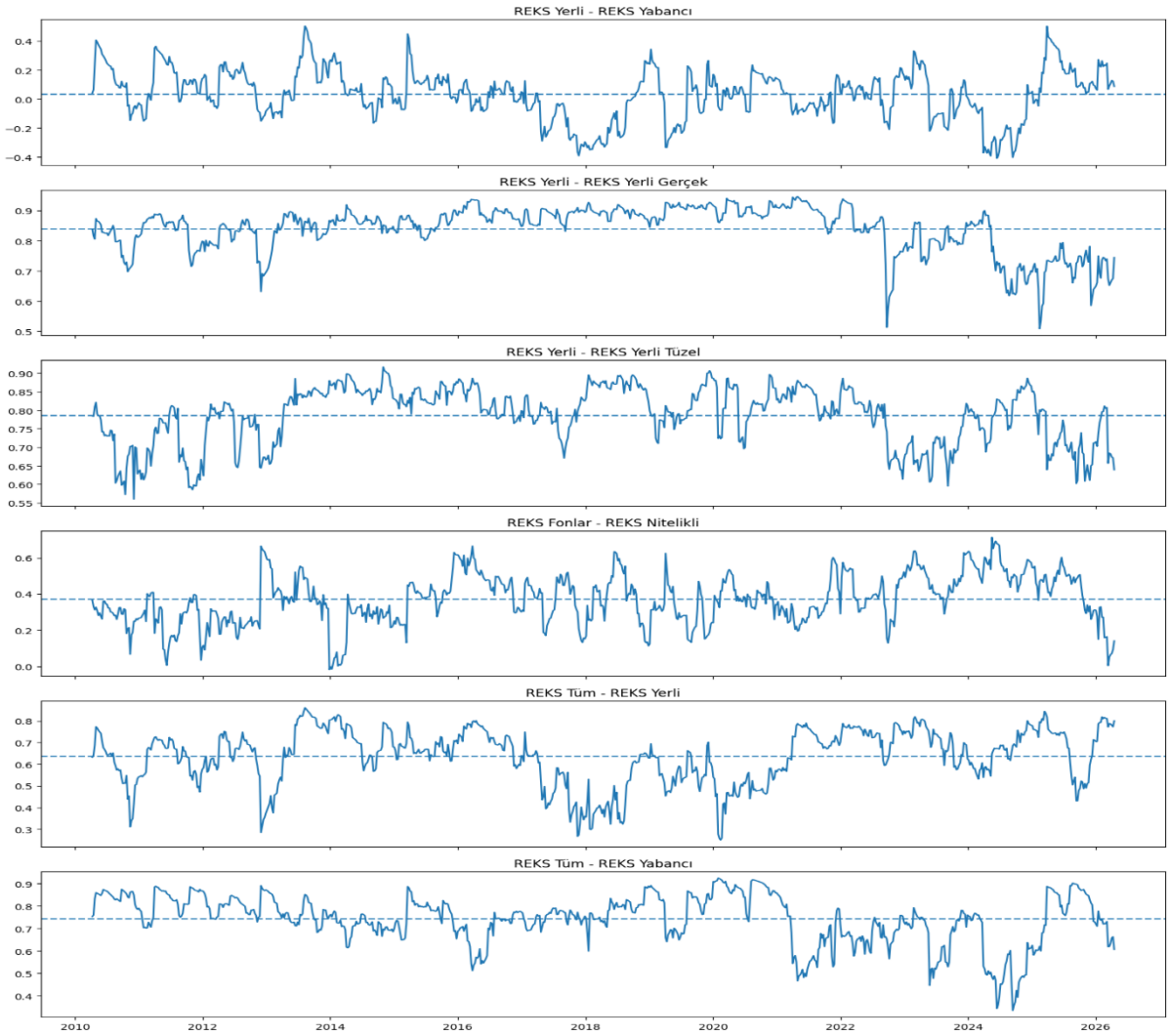
REKS Tüm serisinin REKS Yabancı ve REKS Nitelikli serileriyle olan ilişkisi de her iki matriste güçlü görünmektedir. Bu durum, genel risk eğilimi göstergesinin yalnızca yerli yatırımcı davranışını değil, yabancı ve nitelikli yatırımcıların risk algısını da belirli ölçüde yansıttığını göstermektedir. Dolayısıyla REKS Tüm serisi, piyasa genelindeki risk alma eğilimini temsil eden kapsayıcı bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Buna karşılık REKS Yabancı serisinin yerli yatırımcı alt gruplarıyla olan korelasyonlarının düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te REKS Yabancı ile REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek ve REKS Yerli Tüzel arasındaki daha düşük renk yoğunluğu, yabancı yatırımcıların risk alma eğilimlerinin yerli yatırımcı gruplarından ayrıştığını göstermektedir. Bu sonuç, yabancı yatırımcıların karar alma süreçlerinde farklı bilgi setleri, küresel risk algısı ve uluslararası portföy tercihleriyle hareket ettiğini düşündürmektedir.

REKS Fonlar serisinin diğer yatırımcı gruplarıyla olan korelasyonları da genel olarak sınırlı düzeydedir. Fonların özellikle REKS Yerli ve REKS Nitelikli ile orta düzeyde ilişki göstermesine karşın, yabancı ve yerli tüzel gruplarla daha zayıf bir bağlantı sergilediği görülmektedir. Bu durum, fonların risk alma eğilimlerinin daha profesyonel portföy yönetimi ve çeşitlendirme stratejileri çerçevesinde şekillendiğini göstermektedir.

CCC ve DCC matrisleri karşılaştırıldığında, ortalama ilişki yapısının büyük ölçüde benzer olduğu görülmektedir. Ancak DCC modeli, korelasyonların dönemsel olarak değişmesine izin verdiği için yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısını daha gerçekçi biçimde temsil etmektedir. Bu nedenle Şekil 2 sabit korelasyon yapısını gösteren temel referans olarak, Şekil 3 ise dinamik korelasyonların ortalama görünümünü sunan daha esnek bir yapı olarak değerlendirilmelidir.

Genel olarak bu iki şekil, REKS serileri arasındaki bağımlılık yapısının homojen olmadığını ortaya koymaktadır. Yerli yatırımcı grupları ve nitelikli yatırımcılar arasında güçlü bir birlikte hareket gözlenirken, yabancı yatırımcılar ve fonlar daha ayrışmış bir risk eğilimi sergilemektedir. Bu bulgu, yatırımcı grupları arasındaki davranışsal farklılıkların yalnızca tekil volatilite düzeylerinde değil, aynı zamanda gruplar arası korelasyon yapısında da belirginleştiğini göstermektedir.



Şekil 4: Seçili Yatırımcı Grupları İçin DCC Koşullu Korelasyonları

Şekil 4'te, seçili yatırımcı grubu çiftleri için DCC-GARCH modeliyle elde edilen zamanla değişen koşullu korelasyonlar sunulmaktadır. Kesikli yatay çizgiler her bir çift için dönem ortalamasını göstermektedir. Grafik, yatırımcı grupları arasındaki korelasyonların sabit olmadığını, dönemler itibarıyla belirgin biçimde güçlenip zayıfladığını ortaya koymaktadır.

REKS Yerli ile REKS Yabancı arasındaki koşullu korelasyon oldukça düşük ve dalgalı bir yapı sergilemektedir. Korelasyon bazı dönemlerde pozitif değerlere yükselirken, bazı dönemlerde negatif düzeye inmektedir. Bu görünüm, yerli ve yabancı yatırımcıların risk eğilimlerinin sürekli aynı yönde hareket etmediğini göstermektedir. Dolayısıyla yabancı yatırımcıların karar alma süreçlerinin yerli yatırımcılardan ayrıştığı ve küresel risk algısı, sermaye akımları ve dışsal piyasa koşulları tarafından daha fazla şekillendiği anlaşılmaktadır.

REKS Yerli ile REKS Yerli Gerçek arasındaki korelasyon genel olarak yüksek düzeyde seyretmektedir. Bu çiftte koşullu korelasyon uzun dönem boyunca 0.80'in üzerinde kalmakta, ancak özellikle son dönemde belirgin bir düşüş eğilimi göstermektedir. Bu bulgu, yerli yatırımcı grubu ile yerli bireysel yatırımcıların risk alma eğilimlerinin büyük ölçüde birlikte hareket ettiğini, fakat belirli dönemlerde bireysel yatırımcı davranışının genel yerli yatırımcı eğiliminden ayrışabildiğini göstermektedir.

REKS Yerli ile REKS Yerli Tüzel arasındaki korelasyon da yüksek düzeydedir. Ancak bu çiftte dönemsel dalgalanmalar daha belirgindir. Korelasyonun bazı dönemlerde 0.90'a yaklaştığı, bazı dönemlerde ise 0.60 düzeyine kadar gerilediği görülmektedir. Bu durum, yerli kurumsal yatırımcıların genel yerli yatırımcı

davranışıyla güçlü biçimde ilişkili olduğunu, ancak piyasa koşullarına göre daha seçici ve farklılaşan bir risk yönetimi sergileyebildiğini göstermektedir.

REKS Fonlar ile REKS Nitelikli arasındaki korelasyon orta düzeyde ve değişken bir yapı göstermektedir. Bu çiftte korelasyonun bazı dönemlerde güçlendiği, bazı dönemlerde ise oldukça düşük düzeylere indiği görülmektedir. Bu sonuç, fonlar ile nitelikli yatırımcıların her zaman aynı risk alma eğilimini paylaşmadığını göstermektedir. Fonların portföy yönetimi, çeşitlendirme ve kurumsal stratejiye dayalı karar süreçleri, nitelikli yatırımcı davranışından dönemsel olarak ayrışabilmektedir.

REKS Tüm ile REKS Yerli arasındaki korelasyon genel olarak pozitif ve orta-yüksek düzeydedir. Bu durum, genel risk eğilimi göstergesinin önemli ölçüde yerli yatırımcı davranışından etkilendiğini göstermektedir. Bununla birlikte korelasyonun bazı dönemlerde belirgin biçimde düşmesi, genel piyasa risk algısının yalnızca yerli yatırımcılarla açıklanamayacağını ve diğer yatırımcı gruplarının da toplam risk eğilimi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

REKS Tüm ile REKS Yabancı arasındaki korelasyon ise yüksek düzeylerde başlayıp zaman içinde dalgalı bir seyir izlemektedir. Bazı dönemlerde korelasyon oldukça güçlü iken, özellikle belirli stres dönemlerinde belirgin düşüşler gözlenmektedir. Bu bulgu, yabancı yatırımcıların genel piyasa risk eğilimiyle ilişkili olmakla birlikte, dönemsel olarak piyasadan ayrışan bir davranış sergileyebildiğini göstermektedir.

Genel olarak Şekil 4, yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının zamana bağlı olarak değiştiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Yerli yatırımcı alt grupları arasında yüksek ve görece kalıcı korelasyonlar gözlenirken, yerli-yabancı ve fon-nitelikli yatırımcı ilişkilerinde daha dalgalı ve dönemsel olarak ayrışan bir yapı bulunmaktadır. Bu sonuç, sabit korelasyon varsayımının yatırımcı grupları arasındaki ilişkiyi tam olarak açıklamakta yetersiz kalabileceğini ve DCC-GARCH yaklaşımının dinamik bağımlılık yapısını incelemek için uygun bir yöntem sunduğunu göstermektedir.

BEKK-GARCH modelinden elde edilen bulgular, katsayıların standart hata ve p-değerleri raporlanmadığı için nedensel veya istatistiksel anlamlılık temelli bir şok aktarımı kanıtı olarak değil, seçili alt sistemde koşullu korelasyon ve kovaryans dinamiklerini betimleyen tamamlayıcı bir analiz olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 10. BEKK-GARCH Model Özeti

Gösterge	**Değer**		**Gösterge**	**Değer**
Model	BEKK(1,1)		Başarı durumu	True
Değişkenler	REKS Yerli, REKS Yabancı, REKS Fonlar		Log-Likelihood	-1144.4737
Gözlem sayısı	837		AIC	2336.9474
Parametre sayısı	24		BIC	2450.4632

Tablo 10'da BEKK(1,1) modeline ait genel tahmin sonuçları sunulmaktadır. Modelin başarı durumunun True olması, optimizasyon sürecinin yakınsadığını ve tahminin teknik olarak tamamlandığını göstermektedir. BEKK modeli, yüksek parametre yoğunluğu nedeniyle tüm REKS serileri yerine seçili üçlü alt sistem için uygulanmıştır. Bu kapsamda REKS Yerli, REKS Yabancı ve REKS Fonlar serileri kullanılarak yatırımcı grupları arasındaki koşullu kovaryans, kısa dönemli şok aktarımı ve volatilite kalıcılığı yapısı incelenmektedir.

Modelde 837 gözlem ve 24 parametre kullanılmıştır. Log-likelihood değeri -1144.4737, AIC değeri 2336.9474 ve BIC değeri 2450.4632 olarak elde edilmiştir. Bu değerler, BEKK modelinin seçili alt sistem için teknik olarak tahmin edilebilir ve raporlanabilir bir yapı sunduğunu göstermektedir. Ancak BEKK sonuçları CCC-DCC modeliyle doğrudan aynı kapsamda karşılaştırılmamalıdır; çünkü BEKK yalnızca üç değişkenli alt sistem üzerinden tahmin edilmiştir.

Tablo 11. BEKK Koşullu Korelasyon Özeti

Çift	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Son Değer
REKS Yerli - REKS Yabancı	0.0343	0.0822	-0.2726	0.6723	-0.0144
REKS Yerli - REKS Fonlar	0.3335	0.0736	-0.1603	0.6737	0.3447
REKS Yabancı - REKS Fonlar	0.0288	0.1110	-0.4647	0.5518	0.0021

Tablo 11'de seçili üçlü alt sistem için BEKK-GARCH modelinden elde edilen koşullu korelasyonların özet istatistikleri verilmektedir. Sonuçlar, REKS Yerli ile REKS Fonlar arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Bu iki seri arasındaki ortalama koşullu korelasyon 0.3335 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, yerli yatırımcıların risk eğilimi ile fonların risk alma davranışı arasında kısmi bir birlikte hareket olduğunu göstermektedir.

Buna karşılık REKS Yerli ile REKS Yabancı arasındaki ortalama korelasyon 0.0343, REKS Yabancı ile REKS Fonlar arasındaki ortalama korelasyon ise 0.0288 düzeyindedir. Bu değerler, yabancı yatırımcıların risk eğilimlerinin hem yerli yatırımcılardan hem de fonlardan belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir. Bu sonuç, DCC-GARCH bulgularıyla da uyumludur.

Minimum ve maksimum değerler, korelasyonların dönemsel olarak geniş aralıkta değişebildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle REKS Yerli–REKS Yabancı ve REKS Yabancı–REKS Fonlar çiftlerinde korelasyonların bazı dönemlerde negatife düştüğü, bazı dönemlerde ise yüksek pozitif değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu durum, yabancı yatırımcıların yerli yatırımcılar ve fonlarla olan ilişkisinin sabit değil, piyasa koşullarına bağlı olarak değişken olduğunu göstermektedir.

Genel olarak BEKK-GARCH alt sistem sonuçları, REKS Yerli, REKS Yabancı ve REKS Fonlar arasındaki bağımlılık yapısının sınırlı ve heterojen olduğunu göstermektedir. Ortalama BEKK korelasyonlarına göre en belirgin ilişki yerli yatırımcılar ile fonlar arasında ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık yabancı yatırımcıların hem yerli yatırımcılar hem de fonlarla olan ortalama korelasyonu oldukça düşük düzeydedir. Bu sonuç, DCC-GARCH bulgularıyla uyumlu biçimde yabancı yatırımcıların risk eğiliminin yerli yatırımcı ve fon gruplarından ayrıştığını göstermektedir. Bu nedenle BEKK sonuçları, ana DCC-GARCH bulgularını destekleyen tamamlayıcı bir alt sistem analizi olarak değerlendirilmelidir.

Genel olarak elde edilen bulgular, Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı gruplarının risk eğilimleri arasındaki bağımlılık yapısının homojen olmadığını göstermektedir. Yerli yatırımcı alt grupları ve nitelikli yatırımcılar arasında güçlü bir birlikte hareket yapısı gözlenirken, yabancı yatırımcılar ve fonlar daha ayrışmış bir risk eğilimi sergilemektedir. DCC-GARCH sonuçları, korelasyonların zaman içinde değiştiğini ve geçmiş korelasyon yapısının yüksek düzeyde kalıcılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Tanı testleri, modelin koşullu değişen varyans yapısını büyük ölçüde giderdiğini; ancak artık dağılımlarında normalden sapmaların devam ettiğini göstermektedir. BEKK-GARCH alt sistem analizi ise ana DCC bulgularını destekleyerek yabancı yatırımcıların yerli yatırımcı ve fon gruplarından ayrışan davranış yapısını tamamlayıcı biçimde ortaya koymaktadır.

Sonuç

Bu çalışma, Türkiye sermaye piyasalarında farklı yatırımcı gruplarının risk alma eğilimlerini temsil eden REKS serileri arasındaki dinamik bağımlılık yapısını MGARCH modelleri çerçevesinde incelemektedir. Analiz kapsamında CCC-GARCH modeli ile yatırımcı grupları arasındaki sabit koşullu korelasyon yapısı, DCC-GARCH modeli ile zamanla değişen koşullu korelasyon dinamikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca BEKK-GARCH modeli, seçili yatırımcı gruplarından oluşan alt sistem için tamamlayıcı bir analiz olarak kullanılmıştır. Bu yönüyle çalışma, yatırımcı gruplarının yalnızca bireysel oynaklık özelliklerini değil, aynı zamanda birbirleriyle olan dinamik ilişki yapısını da ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı grupları arasındaki bağımlılık yapısının homojen olmadığını göstermektedir. DCC-GARCH modeli sonuçları, koşullu korelasyonların zaman içinde

değiştiğini ve bu değişimlerin yüksek düzeyde kalıcılık sergilediğini ortaya koymaktadır. DCC modelinde tahmin edilen yüksek *b*parametresi, yatırımcı grupları arasındaki geçmiş dönem korelasyon yapısının sonraki dönemlere güçlü biçimde aktarıldığını göstermektedir. Bu sonuç, piyasa şoklarının yatırımcı grupları arasındaki ilişki yapısı üzerindeki etkisinin kısa sürede ortadan kalkmadığını ve bağımlılık dinamiklerinin belirli bir süre devam ettiğini göstermektedir.

Çalışmanın en belirgin bulgularından biri, yerli yatırımcı alt grupları arasında güçlü bir birlikte hareket yapısının bulunmasıdır. REKS Yerli, REKS Yerli Gerçek, REKS Yerli Tüzel ve REKS Nitelikli serileri arasındaki yüksek korelasyon değerleri, yerli yatırımcı kitlesinin piyasa koşullarına büyük ölçüde benzer yönde tepki verdiğini göstermektedir. Bu durum, yerli yatırımcı davranışının alt gruplar arasında tamamen bağımsız biçimde şekillenmediğini; aksine ortak piyasa algısı, benzer bilgi seti ve benzer risk değerlendirme süreçleri çerçevesinde hareket ettiğini ortaya koymaktadır.

Buna karşılık, yabancı yatırımcıların risk eğilimlerinin yerli yatırımcı gruplarından belirgin biçimde ayrıştığı görülmektedir. REKS Yabancı serisinin yerli yatırımcı alt gruplarıyla olan korelasyonlarının oldukça düşük düzeyde kalması, yabancı yatırımcı davranışının yerel yatırımcı dinamiklerinden farklı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, yabancı yatırımcıların risk alma kararlarında yerel piyasa koşullarının yanı sıra küresel risk iştahı, uluslararası sermaye hareketleri, makroekonomik beklentiler ve dışsal finansal gelişmelerin daha belirleyici olabileceğine işaret etmektedir.

REKS Fonlar serisinin diğer yatırımcı gruplarıyla olan ilişkisi ise sınırlı düzeyde bir birlikte hareket yapısına işaret etmektedir. Fonların diğer gruplardan görece ayrışan yapısı, bu yatırımcı grubunun daha profesyonel, stratejik ve portföy yönetimi odaklı karar süreçlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, fonların piyasa koşullarına verdikleri tepkilerin bireysel veya genel yatırımcı davranışlarından farklılaşabildiğini ortaya koymaktadır.

Model sonrası tanı testleri, DCC-GARCH modelinin REKS serilerindeki koşullu değişen varyans yapısını genel olarak başarılı biçimde yakaladığını göstermektedir. Standartlaştırılmış artık kareleri ve ARCH-LM testleri, model sonrasında koşullu değişen varyans etkisinin büyük ölçüde giderildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bazı serilerde normal dağılımdan sapmaların devam etmesi, yatırımcı risk eğilimlerine ilişkin serilerin uç gözlem ve dağılımsal farklılıklar içerebildiğini göstermektedir. Bu nedenle bulgular, finansal zaman serilerinde dağılımsal özelliklerin dikkate alınmasının önemini desteklemektedir.

BEKK-GARCH alt sistem analizinden elde edilen sonuçlar da DCC-GARCH bulgularını desteklemektedir. Seçili yatırımcı grupları üzerinden yapılan tamamlayıcı analiz, özellikle yabancı yatırımcıların yerli yatırımcılar ve fonlardan ayrışan bir risk davranışı sergilediğini göstermektedir. Bu nedenle BEKK sonuçları, çalışmanın ana bulgularını güçlendiren tamamlayıcı bir kanıt olarak değerlendirilmektedir.

Genel olarak çalışma, Türkiye sermaye piyasalarında yatırımcı segmentasyonunun yalnızca risk düzeyi bakımından değil, gruplar arası etkileşim ve dinamik bağımlılık yapısı bakımından da önemli farklılıklar içerdiğini ortaya koymaktadır. Yerli yatırımcı grupları arasında güçlü bir davranışsal yakınsama görülürken, yabancı yatırımcılar ve fonlar daha ayrışmış bir risk eğilimi sergilemektedir. Bu sonuçlar, piyasa düzenleyicileri, portföy yöneticileri ve risk yönetimi uygulamaları açısından tek tip yatırımcı varsayımının yeterli olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla sermaye piyasalarında risk izleme, piyasa istikrarı ve portföy yönetimi stratejilerinin yatırımcı gruplarının farklı davranışsal ve dinamik bağımlılık özellikleri dikkate alınarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

Belasri, Y., & Ellaia, R. (2017). *Estimation of Volatility and Correlation with Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models: An Application to Moroccan Stock Markets.* International Journal of Economics and Financial Issues.

Bhuiyan, R. A., Rahman, M. P., Saiti, B., & Ghani, G. M. (2018). *Financial integration between sukuk and bond indices of emerging markets: Insights from wavelet coherence and multivariate-GARCH analysis.* Borsa Istanbul Review.

Grydaki, M., & Bezemer, D. (2013). *The role of credit in the Great Moderation: A multivariate GARCH approach.* Journal of Banking & Finance

Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica, 50*(4), 987–1007.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics, 31*(3), 307–327.

Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates: A multivariate generalized ARCH model. *The Review of Economics and Statistics, 72*(3), 498–505.

Engle, R. F., & Kroner, K. F. (1995). Multivariate simultaneous generalized ARCH. *Econometric Theory, 11*(1), 122–150.

Engle, R. F. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics, 20*(3), 339–350.

Veri Analiz Platformu (VAP). (2026). Risk Eğilim Endeksi veri seti. Erişim adresi: https://www.vap.org.tr

PARASAL ZEKÂ KOKUSU: YAPAY ZEKA ÇAĞINDA PARA POLİTİKASI

Dr. Tuğba Turan

Independent Researcher, Department of Economics, Tekirdag, Turkey., (Responsible Author), ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0077-5909

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım

Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Tekirdag, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4168-2792

Özet

Yapay zekâ, günümüzde en dikkat çekici ve etkisi giderek artan teknolojik gelişmelerden biri olarak, ekonomi genelinde, işletmelerin faaliyet yapılarında ve finansal piyasaların işleyişinde önemli dönüşümlere yol açmaktadır. Bu gelişmeler doğrultusunda, başta merkez bankaları olmak üzere finansal sistemin temel aktörleri, karar alma süreçlerinde ve analiz faaliyetlerinde yapay zekâ temelli yöntemlerden giderek daha fazla yararlanmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekânın merkez bankacılığı üzerindeki etkileri, hem akademik literatürde hem de politika çevrelerinde artan bir ilgiyle ele alınmakta; bu alanda çeşitli konferanslar ve araştırma girişimleri dikkat çekmektedir. Söz konusu dönüşüm süreci, ekonomik ve finansal yapı açısından yeni imkânlar sunmakla birlikte, aynı zamanda çeşitli risk ve zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, yapay zekânın para politikası üzerindeki olası etkilerini kavramsal ve teorik bir çerçevede analiz etmek ve bu etkilerin politika yapım süreci açısından doğurduğu fırsat ve riskleri değerlendirmektir. Çalışmada, mevcut literatürden hareketle yapay zekânın veri işleme kapasitesi, tahmin performansı ve karar destek mekanizmaları üzerindeki etkileri incelenmekte; bu unsurların para politikası aktarım mekanizması ve merkez bankası karar alma süreçleri üzerindeki yansımaları tartışılmaktadır. Özellikle Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası bünyesinde yapay zekâ ve veri odaklı yöntemlerin kullanımına ilişkin gelişmeler, merkez bankacılığı uygulamaları çerçevesinde analiz edilmekte; bu teknolojilerin karar alma süreçlerine entegrasyonunun kapsamı ve sınırları tartışılmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ temelli araçların enflasyon tahmini, finansal istikrar analizi ve politika iletişimi gibi alanlarda sağlayabileceği katkılar değerlendirilirken, aynı zamanda veri kalitesi, model riskleri ve kurumsal kapasite gibi unsurların oluşturabileceği kısıtlar da ele alınmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise, elde edilen bulgular ışığında para politikası uygulamalarında yapay zekâ kullanımına yönelik politika önerileri geliştirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Para Politikası, Finansal İstikrar, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Merkez Bankacılığı, Para Politikası Aktarım Mekanizması.

Giriş

Yapay zekâ, 1950'li yıllardaki ortaya çıkışından itibaren hem yoğun ilgi uyandıran hem de tartışmalara konu olan bir alan olarak sürekli teknolojik gelişim göstermiştir. Bu alanın temelleri, 1950'de ''Makineler düşünebilir mi?'' sorusunu gündeme getiren Alan Turing'e ve 1956'daki Dartmouth Konferansı'nda yapay zekayı ''akıllı makineler üretmenin bilimi ve mühendisliği'' şeklinde tanımlayan John McCarthy'ye dayanmaktadır. Zaman içinde disiplin, sembolik ve kural temelli yaklaşımlar ile uzman sistemlerden, artan hesaplama kapasitesi ve büyük veri olanaklarının etkisiyle derin öğrenme odaklı bir yapıya dönüşmüştür. Son dönemlerde ise Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning), ekonomik modellerde uyarlanabilir karar alma süreçleri açısından kritik bir konuma gelmiştir. Q-öğrenme ve politika gradyanı gibi temel yöntemler 1998 yılında Sutton ve Barto tarafından sistematik hale getirilmiş ardından Mnih ve çalışma arkadaşlarının geliştirdiği Derin Q-Ağları (DQN) gibi yenilikler, 2015 itibarıyla ajanların karmaşık finansal stratejileri doğrudan piyasa verilerinden öğrenebilmesine imkân tanımıştır (Śląź, 2025).

Son yıllarda dijitalleşme, yaşamın neredeyse tüm alanlarına nüfuz ederek temel bir unsur haline gelmiştir. Bu süreç, dijital teknolojilerin insanlık tarihinde ilk kez bu denli yaygın biçimde benimsenmesine işaret etmektedir. Söz konusu dönüşüm, ekonomik faaliyetlerin yapısını da değiştirmiş; bankacılık işlemlerinden ulaşım hizmetlerine kadar pek çok işlem dijital araçlar üzerinden yürütülmeye başlanmıştır. Bunun daha geniş

ekonomik sistem üzerinde de etkiler yaratması beklenmektedir. Yapay zekâ ise günümüz teknolojik ilerlemesinin önemli bir göstergesi olup, bulut bilişim ve gelişmiş siber güvenlik gibi alanlardaki gelişmelerle desteklenerek yeni bir yenilik ve dönüşüm sürecini hızlandırmaktadır (Mujahidah, 2026).

Yapay zekâ temelli yeni teknolojilerin geliştirilmesi, literatürde geniş çaplı tartışmalara neden olmakta; pek çok araştırmacı bu teknolojilerin ekonomiler üzerindeki olası etkilerini incelemektedir (Sonehekpon, 2025). Günümüzde dijital teknolojilerin etkisiyle kapsamlı bir dönüşüm süreci yaşanmaktadır. Dijital ekonomi, küresel kaynakların yeniden düzenlenmesinde, ekonomik yapının yeniden biçimlenmesinde ve uluslararası rekabet ortamının değişiminde merkezi bir rol oynamaktadır (Li vd., 2026).

Erken dönem bulgular, yapay zekâya dayalı teknolojilerin benimsenmesinin işgücü piyasası dinamiklerini köklü biçimde dönüştürdüğünü ve çoğu zaman çeşitli aksamalara neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tür aksaklıkların finans sektörü üzerinde de yansımaları bulunmaktadır. Özellikle bankacılık sektörü, ücret ödemelerini yönetmek ve kredi başvurularını değerlendirmek amacıyla makine öğrenimi uygulamalarından yaygın biçimde yararlanmaktadır. Makine öğrenimi modelleri, temerrüt olasılıklarını daha isabetli tahmin etmeye imkân tanıyarak riskin azaltılmasına yönelik önleyici stratejilerin geliştirilmesini desteklemektedir. Ayrıca bu modeller, kredi piyasalarında dengesizliklere yol açan unsurlardan biri olan asimetrik bilgiye bağlı risklerin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Sonehekpon, 2025).

Finansal piyasalarda yapay zekâ kaynaklı dalgalanmalar sürerken, Federal Reserve yetkilileri bu teknolojinin verimlilik artışı ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Donald Trump tarafından Fed başkanlığına aday gösterilen Kevin Warsh, yapay zekânın ekonomiyi dönüştürdüğünü ve bu doğrultuda politika yapıcıların faiz indirimine yönelebileceğini ifade etmektedir. Michael Barr ise yapay zekânın üretkenliği artırması halinde nötr faiz oranını yükseltebileceğini, ancak kısa vadede işgücü piyasalarında önemli bozulmalara yol açabileceğini vurgulamaktadır. Mary Daly, yapay zekânın etkilerinin henüz verilerde net biçimde gözlenmediğini, ancak politika yapıcıların bu dönüşüme açık olması gerektiğini belirtmektedir. Daly ayrıca, Alan Greenspan'ın 1990'larda teknolojiye ilişkin öngörülerine benzer şekilde, yapay zekânın da zamanla enflasyon yaratmadan büyümeyi destekleyebileceğini, ancak etkilerinin ortaya çıkmasının zaman alacağını ifade etmektedir (Bloomberg HT, 2026).

Yapay zekânın merkez bankacılığı içerisinde hem aktif olarak kullanılmasının hem de para politikası üzerindeki olası etkilerinin sistematik biçimde araştırılmasının giderek önem kazandığı belirtilmektedir. Teknolojik gelişmelerin veri altyapıları ve modern bilgi işlem sistemleriyle birlikte daha güçlü analiz ve risk değerlendirme kapasitesi sağlayarak para politikası süreçlerinin etkinliğini artırabileceği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, yapay zekâ temelli sistemlerin finansal istikrar üzerinde çeşitli etkiler doğurabileceğine de dikkat çekilmektedir (Deutsche Bundesbank, 2026).

Yeni teknolojilerin yaygınlaşması, sağladığı fırsatların yanı sıra çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu teknolojiler, finansal sistemin verimliliğini artırma, daha gelişmiş ve kişiye özel ürün ve hizmetler sunma ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde finansal kapsayıcılığı destekleme potansiyeline sahiptir. Ancak, bazı teknolojilerin yeterince planlanmadan ve sağlıklı bir altyapı oluşturulmadan benimsenmesi; rekabet gücünü zayıflatabilir, kamu güvenini sarsabilir, para politikalarının etkinliğini olumsuz etkileyebilir ve genel ekonomik refah üzerinde riskler yaratabilir (Mujahidah, 2026).

Literatür

Literatürde bu alandaki çalışmaların bir bölümü, yapay zekânın merkez bankacılığı üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır (Ozili, 2024; Grigorescu 2024). Buna karşılık, mevcut literatürün önemli bir kısmı yapay zekânın finansal piyasalarla etkileşimini incelemektedir (Jain 2023). Bu çerçevede, yapay zekânın para politikası kararları ve parasal aktarım mekanizması üzerindeki etkilerini doğrudan ele alan çalışmaların ise görece sınırlı olduğu görülmektedir (Hartmann ve Maver 2025; Lenzu 2026).

Literatürde bazı çalışmalar, yapay zekânın finans ve özellikle merkez bankacılığı bağlamında karar alma ve operasyonel süreçlere katkılarını incelerken, eş zamanlı olarak beraberinde getirdiği riskleri (etik, veri gizliliği, önyargı, güvenlik) değerlendirmektedir. Örneğin; Ozili (2024) çalışmasında, söylem analizi yöntemiyle merkez bankacılığında yapay zekânın fayda ve risklerini değerlendirmektedir. Bulgular, yapay zekanın kurumsal kapasiteyi geliştirme, finansal riskleri tespit etme, veri analiziyle politika süreçlerini destekleme ve operasyonel verimlilik sağlama gibi avantajlar sunduğunu göstermektedir. Buna karşılık veri gizliliği, sentetik

verilerin hatalı sonuç üretme riski, önyargı, açıklanabilirlik sorunu ve siber güvenlik gibi riskler öne çıkmaktadır. Jain (2023) çalışmada, bankacılık ve finans sektöründe yapay zekânın kullanım alanlarını inceleyerek mevcut literatür üzerinden fayda ve zorlukları değerlendirmiştir. Dolandırıcılık tespiti, kredi puanlama, müşteri hizmetleri ve yatırım yönetimi gibi alanlarda yapay zekanın etkileri analiz edilmiştir. Bulgular, yapay zekanın karar alma süreçlerini iyileştirdiğini, maliyetleri düşürdüğünü ve kârlılığı artırdığını göstermektedir. Ayrıca çalışma, veri gizliliği, önyargı ve etik sorunlar gibi risklere dikkat çekerek sorumlu kullanım gerekliliğini vurgulamaktadır. Grigorescu (2024) çalışmasında, yapay zekânın merkez bankacılığındaki başlıca kullanım alanlarını nitel olarak incelemekte ve en yüksek faydanın para politikası, banka denetimi ve ödeme sistemlerinde ortaya çıktığını göstermektedir. Yapay sinir ağları tahmin süreçlerinde, doğal dil işleme belge analizinde, makine öğrenmesi ise dolandırıcılık tespitinde öne çıkmaktadır. Rumelili Koç ve Koç (2026) çalışmalarında, BIS üyesi merkez bankalarının yapay zekâ kullanım potansiyellerini değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, yapay zekâ algoritmalarının ‘’siyah kutu’’ niteliğinin merkez bankalarının hesap verebilirlik ilkesiyle uyum sorunları yarattığını göstermektedir. Ayrıca, yapay zekâdan yararlanma potansiyeli yüksek olmasına rağmen, merkez bankalarının bu kapasiteyi kurumsal yapılarına etkin biçimde entegre etmede çeşitli sınırlılıklarla karşılaştıkları ortaya konulmuştur. Bu çalışmaların ortak bulgusu, yapay zekânın merkez bankacılığında yüksek işlevsel faydalar sunarken, özellikle etik, yönetişim ve kurumsal uyum açısından önemli sınamalar yarattığını göstermektedir.

Literatürdeki bazı çalışmalar ise, merkez bankası iletişiminin yapay zekâ ve ileri analitik yöntemlerle çözümlenerek para politikası duruşu, beklenti yönetimi ve söylemsel stratejilerin ortaya çıkarılabileceğini göstermektedir. Buna örnek olarak; Emekçi (2025) çalışmasında, TCMB’nin 2002-2017 dönemi iletişimini; stilometri, duygu analizi ve makine öğrenmesi gibi yapay zekâ yöntemleriyle inceleyerek söylemin otorite, meşruiyet ve güven üretimindeki rolünü analiz etmektedir. Bulgular, kriz dönemlerinde dilin değiştiğini; cümlelerin uzadığını, belirsizlik ifadelerinin arttığını ve tonun daha temkinli hale geldiğini göstermektedir. Sonuçlar, söylemin özellikle dalgalı dönemlerde beklentileri yönetmeye hizmet eden bir anlatı aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Yao vd., (2026) çalışmasında, ABD Merkez Bankası iletişiminde kullanılan ve örtük politika sinyalleri barındıran “Fedspeak” dilinin çözümlemesini ve bu dil üzerinden para politikası duruşunun sınıflandırılmasını incelemektedir. Bu amaçla, büyük dil modellerine dayalı ve belirsizliği dikkate alan bir çerçeve geliştirilmiş; modele, para politikası aktarım mekanizmasına dayanan alana özgü akıl yürütme yetenekleri entegre edilmiştir. Elde edilen bulgular, önerilen yaklaşımın politika duruşu analizinde yüksek doğruluk sağladığını ve mevcut yöntemlere kıyasla daha başarılı sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Benzer olarak Bibi (2025) çalışmasında, Avrupa Merkez Bankası iletişimlerini doğal dil işleme ve makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz ederek para politikası duruşunu sınıflandırmayı ve politika tahminini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Literatürdeki bazı çalışmalarda, büyük dil modelleri ve yapay zekâ teknikleri kullanılarak enflasyon beklentilerinin geleneksel yöntemlerin ötesinde ölçülebileceğini ve simüle edilebileceğini göstermektedir. Bunlara örnek olarak; Jaworski (2024) çalışmasında, yapay zekâ kullanarak çevrim içi veriler üzerinden enflasyon beklentilerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Büyük dil modeli temelli yöntem, özellikle Twitter’daki uzman ekonomik tartışmaları analiz ederek mevcut veya geçmiş enflasyon algıları ile ileriye dönük beklentileri ayırt edebilmekte; böylece geleneksel duygu analizinin sınırlılıklarını aşmaktadır. Elde edilen bulgular, yöntemin anketlere ihtiyaç duymadan gerçek zamanlı ve daha yüksek frekansta güvenilir beklenti göstergeleri üretebildiğini ortaya koymaktadır. Zarifhonarvar (2026) çalışmasında, tescilli ve açık kaynaklı büyük dil modelleri kullanarak anket deneyleri üzerinden enflasyon beklentilerinin üretimini incelemiştir. Bulgular, model mimarisinin beklentileri anlamlı biçimde etkilediğini ve tescilli modellerin daha tutarlı yanıtlar verdiğini göstermektedir. Ayrıca bazı modellerin, gözlenen anket kalıplarına benzer şekilde enflasyonu gerçekte olduğundan daha yüksek tahmin ettiği ortaya konmuştur. Çalışma, bu modellerin merkez bankaları için iletişim politikalarını test etmede kullanılabileceğini de göstermektedir. Beretta vd., (2025) çalışma, yapay zekânın para politikası beklentilerinin oluşumunu nasıl etkileyebileceğini incelemektedir. Araştırma, ampirik bir analizden ziyade kavramsal bir çerçeveye dayanmakta; özellikle yapay zekanın ekonomik beklentiler üzerinden kendi kendini doğrulayan sonuçlar üretebileceğini açıklayan bir model geliştirmektedir. Çalışmanın temel bulgusu, yapay zekâ destekli tahminlerin yaygınlaşmasının para politikası uygulamalarını zorlaştırabileceği, bu nedenle merkez bankalarının politika çerçevelerini bu dönüşüme uyarlamalarının kritik hale geldiğidir.

Yelghi vd., (2024) çalışmasında, yapay zekâ yöntemlerinin döviz kuru tahminindeki etkinliğini inceleyerek 1 Ocak 2020-4 Ekim 2024 dönemine ait günlük Dolar/TL verilerini analiz etmektedir. Bulgular, çok katmanlı

algılayıcı ve doğrusal regresyon modellerinin daha uygun sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 2019 sonrasında Dolar/TL kurunda gözlenen belirgin artışa rağmen, bu modellerin tahmin performanslarını koruduğu tespit edilmiştir.

Dundua ve Gorgodze (2022) çalışmasında yapay zeka tarafından üretilen para politikası kurallarının analizi, optimal kuralların belirgin doğrusal olmayan özellikler taşıdığını göstermektedir. Bu durum, geleneksel doğrusal modelleme araçlarına dayanan basit para politikası kurallarının neden uygulamada yeterince sağlam olmadığını açıklayabilir. Elde edilen geçiş denklemlerinin analizi, nötr politika faiz oranının tahmin edilmesine imkân tanımış ve bu oran %6,5 olarak bulunmuştur.

Literatürün sınırlı bir bölümü, yapay zekânın para politikasını makroekonomik yapı üzerinden dolaylı, aktarım mekanizmaları üzerinden ise doğrudan etkileyerek çok boyutlu bir dönüşüm yarattığını ileri sürmektedir. Örnek olarak; Lenzu (2026) çalışmasında yapay zekânın para politikasını nasıl dönüştürdüğünü döngüsel aktarım, yapısal dönüşüm ve finansal istikrar olmak üzere üç kanal üzerinden analiz eden kavramsal bir çerçeve geliştirmektedir. Analiz, kısa vadede yapay zekânın üretim, fiyatlama, maliyet aktarımı ve beklentiler üzerinden enflasyon dinamiklerini değiştirebileceğini; uzun vadede ise potansiyel çıktı ve doğal faiz oranı gibi temel politika göstergelerini etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca, yapay zekânın kredi tahsisi ve risk analizini iyileştirme potansiyeline sahip olmakla birlikte, aşırı değerlenmiş varlık fiyatları ve model benzeşmesi yoluyla finansal kırılganlıkları artırabileceği belirtilmektedir. Bulgular, belirli koşullar altında yapay zekânın aynı anda verimlilik üzerinde kısa vadeli baskı yaratıp varlık fiyatlarını yükseltmesi durumunda, maliyet itişli enflasyon ile finansal risklerin birlikte ortaya çıkabileceğine işaret etmektedir. Hartmann ve Maver (2025) çalışmasında, yapay zekânın ekonomide giderek yaygınlaşmasının para politikası üzerindeki olası etkilerini kavramsal düzeyde ele almaktadır. Bu kapsamda, yapay zekânın etkilerini ikiye ayırmaktadır: makroekonomik değişimler üzerinden para politikasını dolaylı biçimde etkilemesi ve para politikası aktarım mekanizmasına doğrudan müdahalesi.

Bu çalışmanın amacı, yapay zekânın para politikası üzerindeki muhtemel etkilerini kavramsal ve teorik bir çerçeve içinde incelemek ve söz konusu etkilerin politika yapım süreci bakımından ortaya çıkardığı fırsat ve riskleri analiz etmektir.

Teorik Çerçeve

Teorik bağlamda, yapay zekanın para politikasına olası etkileri yeni keynesyen ekonomi çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda Simone Lenzu (2026), yapay zekânın para politikası üzerindeki etkilerini fiyat katılıkları, beklenti oluşumu, arz ve talep şokları ile finansal piyasa dinamikleri üzerinden açıklamaktadır. Lenzu (2026), yapay zekânın kısa vadede enflasyon dinamiklerini ve para politikası aktarım mekanizmasını değiştirebileceğini; uzun vadede ise verimlilik, potansiyel üretim ve doğal faiz oranı gibi ekonominin temel denge göstergeleri üzerinde dönüştürücü etkiler yaratabileceğini ileri sürmektedir. Ayrıca yapay zekânın finansal piyasalarda bilgi işleme kapasitesini artırırken, eş zamanlı davranışlar ve sistemik riskler yoluyla finansal istikrar üzerinde yeni kırılganlıklar oluşturabileceği vurgulanmaktadır. Bu kapsamda Lenzu (2026), yapay zekâyı yalnızca teknolojik bir gelişme olarak değil, mevcut para politikası çerçevelerinin yeniden değerlendirilmesini gerektirebilecek yapısal bir dönüşüm unsuru olarak ele almaktadır.

Değerlendirme & Sonuç

TCMB gibi merkez bankaları yapay zekâyı enflasyon tahmini, nowcasting, finansal istikrar analizi, risk tespiti, büyük veri işleme, söylem analizi ve politika karar destek mekanizmaları gibi alanlarda kullanabilir. Yapay zekâ; sosyal medya, kart harcamaları, online fiyatlar ve finansal piyasa verileri gibi büyük ve yüksek frekanslı veri setlerini hızlı biçimde analiz ederek ekonomik eğilimlerin daha erken tespit edilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca farklı faiz senaryolarının etkilerini modelleme, finansal piyasalardaki kırılganlıkları erken belirleme ve merkez bankası iletişiminin piyasa üzerindeki etkilerini analiz etme gibi işlevler de sağlayabilir. TCMB özelinde ise para politikası süreçlerinde gelişmiş yapay zekâ kullanımına dair ayrıntılı ve resmi teknik açıklamalar sınırlı olmakla birlikte, kurumun büyük veri analitiği, gerçek zamanlı veri altyapıları, nowcasting çalışmaları ve yapay zekâ temalı merkez bankacılığı forumlarına katılımı, bu teknolojileri yakından takip ettiğini göstermektedir. Bu nedenle TCMB'nin özellikle veri analizi, tahminleme ve finansal risk izleme alanlarında yapay zekâ tabanlı yöntemlerden belirli ölçülerde yararlanıyor olabileceği değerlendirilmektedir.

Kaynakça

Beretta, E., Dianova, V., Pankratz, G., & Schollmeyer, U. (2025). AI-Based Forecasting and Market Expectations: A Self-Fulfilling Prophecy?. Review of Political Economy, 1-16.

Bloomberg HT. (2026, Şubat 18). Fed yetkilileri yapay zekanın olası etkilerini değerlendirdi. https://www.bloomberght.com/fed-yetkilileri-yapay-zekanin-olasi-etkilerini-degerlendirdi-3769431

Deutsche Bundesbank. (2025). The future of monetary policy: How AI is transforming central banking. https://www.bundesbank.de/en/tasks/topics/the-future-of-monetary-policy-how-ai-is-transforming-central-banking-973394

Dundua, M., & Gorgodze, O. (2022). Application of Artificial Intelligence for Monetary Policy-Making (No. 02/2022). National Bank of Georgia.

Hartmann, P., & Maver, V. (2025). Implications of Artificial Intelligence for monetary policy–a first conceptual assessment. SUERF Policy Brief, (1080).

Li, L., Jin, S., Zhao, J., Ma, C., & Diao, Y. (2026). Artificial intelligence and digital industry agglomeration development-Theory and empirical analysis from urban economics. Economic Analysis and Policy.

Mujahidah, A. S. (2026). Does Artificial Intelligence Have an Impact on Monetary Policy Effectiveness in Indonesia?. Journal of Central Banking Law and Institutions, 5(1), 1-24.

Ślaź, K. (2025). Artificial Intelligence in Economics and Business–A Review of Tools. Procedia Computer Science, 270, 2686-2694.

Sonehekpon, E. S. (2025). Effect of Artificial Intelligence on Banking Stability: Evidence from Developed Countries. Finance Research Open, 100074.

İKLİMSEL DÖNÜŞÜMÜN MAKROEKONOMİK KOŞULLARA ETKİSİ: REEL VE FİNANSAL EKONOMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Duygu YILMAZ

Doktora Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İktisat Bölümü, Tokat-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0001-9549-3546

İlhan EROĞLU

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tokat-Türkiye, ORCID: 0000-0003-4711-1165

Özet

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, yalnızca toplumsal ve ekonomik dinamikleri dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda merkez bankalarının fiyat istikrarını sağlama ve sürdürme kapasitesini de doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, iklim kaynaklı riskler günümüz de hem politika yapıcıların hem de akademik çevrelerin öncelikli ilgi ve inceleme alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Özellikle iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı makroekonomik etkiler, fiziksel ve geçiş riskleri bağlamında kısa, orta ve uzun vadeli dönemlerde farklı iktisadi sonuçlara yol açmaktadır. Bu sonuçlar üretim, tüketim, yatırım, işgücü piyasaları, ücretler, verimlilik ve uluslararası ticaret gibi temel ekonomik alanlarda belirgin şekilde gözlenmektedir. Söz konusu risklerin ekonomik istikrar üzerindeki baskısını azaltmak amacıyla merkez bankaları, geleneksel araçların ötesine geçen yeni politika enstrümanları geliştirmekte ve iklim kaynaklı olumsuz etkileri en aza indirmeye yönelik stratejiler uygulamaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, iklim değişikliğinin makroekonomik koşullar üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve bu süreçte merkez bankacılığının üstlendiği rolü analitik bir çerçeve de değerlendirmektir. Çalışma sonucunda, iklimsel değişimin özellikle çarpık geçiş politikalarıyla birleştiğinde makroekonomik istikrarsızlığı artırdığı, bunun da merkez bankalarını yeni para politikası araçları ve stratejiler geliştirmeye yönelttiği bulgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: İklim Değişikliği, Makro Ekonomik Koşul, Risk

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON MACROECONOMIC CONDITIONS: AN ASSESSMENT OF THE REAL AND FINANCIAL ECONOMY

Abstract

Global warming and climate change not only transform social and economic dynamics but also directly affect central banks' ability to ensure and maintain price stability. For this reason, climate-related risks have emerged as a primary area of interest and study for both policymakers and the academic community. In particular, the macroeconomic effects of climate change lead to different economic outcomes in the short, medium, and long term within the context of physical and transition risks. These outcomes are clearly observable in key economic areas such as production, consumption, investment, labor markets, wages, productivity, and international trade. To mitigate the pressure these risks exert on economic stability, central banks are developing new policy instruments that go beyond traditional tools and implementing strategies aimed at minimizing the adverse effects of climate change. The primary objective of this study is to identify the effects of climate change on macroeconomic conditions and to assess the role of central banking in this process within an analytical framework. The study finds that climate change, particularly when combined with distorted transition policies, increases macroeconomic instability, which in turn drives central banks to develop new monetary policy tools and strategies.

Keywords: Climate Change, Macroeconomic Conditions, Risk

Giriş

Küresel iklim krizi, 21. yüzyılın en karmaşık, doğrusal olmayan ve çok boyutlu sistemik risklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Başlangıçta yalnızca çevresel ekosistemler ve biyo çeşitlilik eksenli bir tehdit olarak algılanan iklim değişikliği, günümüzde makroekonomik istikrarı, üretim faktörlerini ve küresel finansal sistemin işleyişini derinden sarsan yapısal bir dönüşüm yaşamıştır (IPCC, 2014: 119-120). Bu dönüşüm; iklim şoklarının ve çevre politikalarının ekonomik aktörlerin bilançoları üzerindeki yansımalarını inceleyen politika yapıcılar, düzenleyici otoriteler, akademi ve merkez bankaları nezdinde stratejik bir paradigma değişimini zorunlu kılmıştır (Carè vd., 2024: 1200). İklim krizinin makroekonomik parametreler üzerindeki bu dönüştürücü gücü, ekonomi otoritelerini geleneksel genel denge modellerini ve risk yönetimi kalıplarını yeniden gözden geçirmeye sevk etmektedir (Batten, 2018: 1).

Konunun iktisadi literatürdeki teorik temellerine bakıldığında, öncü çalışmalar iklim değişikliğini, piyasa mekanizması içinde rasyonel olarak fiyatlandırılamayan antropojenik emisyonların yol açtığı küresel bir negatif dışsallık ve sistemik bir piyasa başarısızlığı olarak kavramsallaştırmaktadır (Nordhaus, 2013: 4; Nordhaus, 2017: 1518). Söz konusu piyasa başarısızlığı, makro-finansal sisteme temel olarak iki ana kanaldan nüfuz etmektedir: ‘Fiziksel riskler" ve "geçiş riskleri" (Carney, 2015: 221; NGFS, 2020a). Akut ve kronik hava olaylarını, sıcaklık artışlarını ve doğal afetleri kapsayan fiziksel riskler; doğrudan sermaye stokuna, altyapıya, işgücü arzına ve tedarik zincirlerine zarar vererek arz yönlü şoklar yaratmaktadır. Diğer taraftan, düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş sürecini ifade eden yasal düzenlemeler, karbon vergileri, teknolojik kırılmalar ve tüketici tercihlerindeki radikal değişimler ise geçiş riskleri üzerinden varlık fiyatlamalarında ani düzeltmelere, atıl varlık risklerine ve firma bilançolarında yapısal kırılganlıklara yol açmaktadır. Bu iki risk kanalının geçişkenliği; üretim, tüketim, yatırım kararları, işgücü piyasaları, toplam faktör verimliliği ve uluslararası ticaret dengesi gibi temel makroekonomik parametrelerde kısa, orta ve uzun vadeli asimetrik dalgalanmaları tetiklemektedir (Batten vd., 2016: 5; Oh ve Reuveny, 2010: 247). Doğaya ve ham maddeye bağımlı sektörlerde yaşanan verimlilik kayıpları ile iklim kaynaklı bütçe yükleri, doğrudan çıktı açığı ve kamu maliyesi üzerinde kalıcı baskılar oluşturmaktadır. Ortaya çıkan bu makroekonomik oynaklık ve arz-talep yönlü şoklar, merkez bankalarının temel varlık nedeni olan fiyat istikrarını sağlama ve finansal istikrarı koruma kapasitesini doğrudan tehdit eder niteliktedir (Schnabel, 2021a: 53). Geleneksel para politikası aktarım mekanizmaları, iklim şoklarının yarattığı belirsizlik ortamında etkinlik kaybına uğramaktadır (Dikau ve Volz, 2021: 184). Dolayısıyla, merkez bankalarının iklim kaynaklı makro-finansal riskler karşısında tarafsız veya pasif bir tutum sergilemesi artık sürdürülebilir görülmemekte; geleneksel araçların ötesine geçen proaktif, dinamik ve yeşil bir para politikası çerçevesinin inşa edilmesi küresel finans mimarisinin ana gündem maddesi haline gelmektedir (Svartzman vd., 2021: 564). Söz konusu teorik ve ampirik gereksinimlerden yola çıkan bu çalışmanın temel amacı, iklimsel dönüşümün makroekonomik koşullar üzerindeki çok boyutlu etkilerini reel ve finansal ekonomi perspektifinden ampirik/teorik bir bütünlükle ortaya koymak ve bu süreçte merkez bankacılığının üstlendiği proaktif rolü analitik bir çerçevede değerlendirmektir. Çalışma, özellikle Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB, 2021) özelinde iklim risklerinin makro-ihtiyati politika tasarımına entegrasyonu, yeşil tahvil ve portföy yönetimi stratejilerinin para otoritesi nezdinde yaygınlaştırılması ve faiz politikası gibi geleneksel enstrümanların iklim hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi gerekliliği üzerine yapısal öneriler sunarak literatürdeki kurumsal dönüşüm tartışmalarına nitelikli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1. İklim Değişikliğinin Makroekonomik Projeksiyonlar ve Merkez Bankacılığı Üzerindeki Yansımaları: Literatür İncelemesi

Merkez bankaları ve makro-ihtiyati düzenleyici otoriteler, portföylerinde bulundurdukları çeşitli politika enstrümanları vasıtasıyla makroekonomik sistemdeki yatırım kararlarını, sermaye akışlarını, kaynak dağılımını ve kredi tahsis süreçlerini yapısal olarak yönlendirme gücüne sahiptir. Para, kredi ve finansal piyasalar üzerindeki bu kapsamlı düzenleyici ve denetleyici yetkiler, merkez bankalarına karbon yoğun sektörlerden çevre dostu ve sürdürülebilir yatırımlara doğru kaynak transferini teşvik etme hususunda stratejik ve katalizör bir kurumsal konum atfetmektedir. Söz konusu kurumsal kapasite ve politika uygulama etkinliği, finansal sistemin ve ekonomik dönüşümün şekillendirilmesinde belirgin bir rol üstlenen gelişmekte olan ülke merkez bankalarında çok daha güçlü bir operasyonel kaldıraç olarak öne çıkmaktadır Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, merkez bankalarının politika uygulamalarını yönlendirmede ve şekillendirmede etkili bir kurumsal kapasiteye sahip oldukları görülmektedir (Dikau ve Volz, 2018: 5).

İklim krizinin makro-finansal istikrar üzerindeki sistemik risklerine dair küresel farkındalık, konuyu hem ulusal makroekonomik politikaların hem de uluslararası akademik tartışmaların öncelikli odak noktası haline getirmiştir. Bu bağlamda, küresel ve ulusal literatürde iklimsel dönüşüm, çok boyutlu ve doğrusal olmayan sistemik bir risk unsuru olarak ele alınmakta; özellikle merkez bankalarının bu süreçte benimseyebileceği optimal para politikası rejimleri ve dinamik regülasyon araç setleri öne çıkan en dinamik araştırma alanlarından birini teşkil etmektedir. İlgili literatürün teorik kurgusu ve ampirik bulguları, iklim şoklarının makroekonomik projeksiyonlar üzerindeki asimetrik geçişkenliğini ve para otoritelerinin kurumsal evrimini anlamak adına yapısal bir çerçeve sunmaktadır. Literatürde iklim risklerinin makroekonomik dinamikler ve para politikası üzerindeki geçişkenliğini inceleyen çalışmalar, öncelikle ekstrem hava olaylarının tetiklediği arz şoklarına ve merkez bankalarının bu süreçteki operasyonel sınırlarına odaklanmaktadır. Lacunza (2008), sıcaklık artışları, kuraklık, su baskınları ve fırtına gibi akut fiziksel risklerin doğurduğu makroekonomik tahribatın merkez bankaları tarafından bütünüyle önlenemeyeceğini; ancak faiz politikası kanalıyla bu etkilerin sınırlı ölçüde dengelenebileceğini ileri sürmüştür. İklim krizinin para politikası üzerindeki bu kısıtlayıcı rolü Haavio (2010) tarafından da analiz edilmiş; azalan yağış rejimleri, yükselen sıcaklıklar ve sera gazı yoğunluğu ile fosil yakıtlara ve enerjiye olan yapısal bağımlılığın, maliyet yönlü enflasyonist baskıları besleyerek stagflasyon riskini artırdığını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda Avustralya, Kanada, Norveç, İsveç ve Yeni Zelanda gibi gelişmiş ekonomilerde para otoritelerinin ortaya çıkan enflasyonist şoklara faiz artışlarıyla tepki verdiği görülmüştür. Küresel ısınmayı sınırlandırmayı hedefleyen yeşil çevre politikalarının başarısı, doğası gereği karbon emisyonlarının, fosil yakıtların ve enerji fiyatlarının göreli olarak artmasını gerektirmektedir. Ancak, bu politikaların neden olduğu göreli fiyat şoklarının fiyat istikrarı hedefiyle nasıl uyumlaştırılacağı, büyük ölçüde merkez bankalarının kurumsal bağımsızlığına ve politika koordinasyonunun güvenilirliğine bağlıdır. Benzer şekilde McKibbin vd. (2017), iklim değişikliği kaynaklı negatif arz şoklarının fiyatlar genel düzeyini yükselterek merkez bankalarını parasal sıkılaştırmaya zorladığını; fakat uygulanan bu faiz artışlarının kısa vadede gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH), istihdam düzeyi ve toplumsal refah üzerinde daraltıcı ve olumsuz yan etkiler ürettiğini saptamıştır. Dolayısıyla Boneva vd. (2021) de, iklim kaynaklı şokların makro iktisadi dengeler ve fiyat istikrarı üzerindeki bu olumsuz yansımalarını hafifletmek adına, çevreci (yeşil) para politikalarının kurumsal bir koruyucu eylem planı şeklinde geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. İklim değişikliğinin yarattığı riskler yalnızca reel makroekonomik göstergelerle sınırlı kalmayıp, finansal piyasalar ve bankacılık sektörü üzerinde de sistemik kırılganlıklar meydana getirmektedir. Dafermos vd. (2018), sıcaklık ve yağış rejimlerindeki sapmalar ile CO_2 emisyonları ve yoğun enerji kullanımının makro-finansal istikrar üzerindeki yıkıcı etkilerini modellemiştir. Söz konusu analizde, iklim krizinin kredi temerrüt oranlarında artışa, portföy yeniden tahsislerine, tahvil fiyatlarında ani düşüşlere ve ekonomik faaliyetlerde yavaşlamaya yol açarak finansal istikrarsızlığı tetiklediği ve neticede para politikasının aktarım mekanizmasında etkinlik kaybına neden olduğu saptanmıştır. Bu karmaşık dinamikler karşısında merkez bankalarının sadece iklimin dolaylı etkilerini izlemesi yeterli olmayıp, ortaya çıkan sistemik enflasyonist baskılara karşı da uygun ve proaktif politika tepkileri geliştirmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, merkez bankalarının geleneksel operasyonel çerçevelerini yeşil bir dönüşüm ekseninde yeniden inşa etmeleri kaçınılmaz bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Dikau ve Volz (2018), merkez bankalarının iklim kaynaklı riskleri sistematik bir yaklaşımla ele alarak çevresel ve karbon risklerini yeşil para politikası enstrümanları vasıtasıyla etkin biçimde fiyatlandırması ve finansal sistemi sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu hale getirmesi gerektiğini savunmaktadır. Monnin (2018) de iklim değişikliğiyle mücadelede para politikasının aktif bir biçimde sürece dâhil edilmesini önermekte; varlık alım stratejilerinin ve teminat çerçevelerinin iklim risk primlerini dikkate alacak şekilde yeniden yapılandırılmasının kritik önemine işaret etmektedir. Gelişen bu literatür paralelinde Dikau ve Volz (2019), merkez bankaları ve finansal düzenleyici kurumların sürdürülebilir kalkınma hedeflerini finansal sistemle entegre etmek adına yeşil finansman araç setlerini kapsamlı bir biçimde gözden geçirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Uluslararası düzeydeki bu kurumsal evrime paralel olarak, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) da 2021 yılında iklim değişikliğinin finansal sistem üzerindeki potansiyel risklerine açıkça dikkat çekmiştir. TCMB (2021), iklim kaynaklı risklerin yönetiminde uzun vadeli ve stratejik bir yaklaşımın önemini vurgulayarak, uluslararası kuruluşlarla olan ortak çalışmaların desteklenmesi ve kurumsal hazırlık süreçlerinin hızlandırılması gerektiğinin altını çizmiştir.

2. İklim Değişikliğinin Reel ve Finansal Ekonomi Üzerindeki Etkileri

İklim, uzun bir zaman ufkuna yayılan doğal süreçler doğrultusunda değişken ve dinamik bir karakteristiğe sahip olgudur (Cayan vd., 2013: 102). Günümüzde iklim değişikliği, yalnızca doğal varyasyonlarla

açıklanamayacak boyutlara ulaşan ve doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan kaynaklı faaliyetlere atfedilen uzun dönemli iklimsel farklılaşmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu kavramsallaştırma, iklim sistemi üzerindeki beşeri faaliyetlerin belirleyici rolünü ortaya koymaktadır (IPCC, 2014: 119-120). Bu doğrultuda iklim değişikliği, finansal ve ekonomik sistem üzerinde derin etkiler yaratan pek çok yapısal dönüşümün temel belirleyicisi konumundadır (Breitenfellner vd., 2019: 56). Karbon emisyonlarındaki artışın arkasındaki temel dinamik olan insan faaliyetleri; tarım, istihdam ve turizm gibi stratejik sektörlerde geniş çaplı negatif dışsallıklar üretmekte ve modern iktisatçılar tarafından küresel ölçekli bir 'piyasa başarısızlığı' olarak adlandırılmaktadır. Ekonomik dinamikleri derinden sarsan bu olgu, makroekonomik istikrar üzerindeki etkilerinin şiddetlenmesiyle birlikte iktisat biliminin ana akım araştırma konularından biri haline gelmiştir. Nordhaus (2013: 28), iklim krizinin kaynağını ve boyutunu anlamada doğa bilimlerinden yararlanmanın ötesinde, bu krizin doğuracağı ekonomik sonuçların analiz edilmesinin zorunluluğunu vurgulamıştır; nitekim sorunun temelinde insan davranışlarının ve iktisadi tercihlerinin yer alması, konuyu doğrudan iktisat biliminin merkezine yerleştirmektedir. Aşırı hava olayları, küresel ısınma ve düşük karbonlu ekonomiye geçiş süreçleri, ülkelerin makroekonomik yapıları üzerinde sistemik tehditler oluştururken, artan emisyon hacmi finansal istikrarı zayıflatabilecek finansal riskleri de beraberinde getirmektedir (Carney, 2015: 29). Dolayısıyla iklim değişikliği; ekonomik, toplumsal ve sektörel yapılar ile doğal sistemleri eş anlı etkileyen çok boyutlu bir risk alanı teşkil etmektedir. Carney (2015: 5-6), bu risklerin ekonomik sisteme nüfuz ettiği üç temel aktarım kanalı tanımlamıştır: fiziksel riskler, geçiş riskleri ve sorumluluk riskleridir. Söz konusu taksonomi, hem iklim krizinin doğrudan yıkıcı etkilerini hem de karbonsuzlaşma sürecinin finansal sistem üzerinde doğurduğu yapısal sonuçları içermektedir. Makro iktisadi ve finansal yazında iklim değişikliği kaynaklı riskler genelde ortak bir paydaya indirgense de, bu risklerin sisteme nüfuz etme biçimleri ve zamansal boyutları farklılık arz etmektedir. Bu bağlamda fiziksel riskler; iklimle ilgili akut veya kronik tehlikelerin (ekstrem hava olayları ve uzun dönemli iklim eğilimleri dahil), insan sistemlerinin ve doğal ekosistemlerin maruziyet ve hassasiyet dereceleriyle (uyum sağlama kabiliyetleri de dahil olmak üzere) etkileşime girmesi sonucunda ortaya çıkan yapısal riskler olarak tanımlanmaktadır (Batten vd., 2016: 5; Drudi vd., 2021: 20). Söz konusu fiziksel şokların finansal sektöre yansıması oldukça çarpıcıdır; nitekim 1980 yılından bu yana doğal afetlerin yol açtığı toplam iktisadi kayıpların yaklaşık %70'ini sigorta kapsamında olmayan kayıplar oluşturmaktadır (IAIS, 2018). Bu finansal yük; hane halklarının, reel sektör işletmelerinin ve merkezi hükümetlerin bilançolarını yıpratarak ödeme gücü kapasitelerini aşındırmakta ve dolayısıyla bu aktörlere kredi fonu sağlayan finansal kuruluşların aktif kalitesini doğrudan zayıflatmaktadır. Fiziksel riskler ekonomik ve finansal aktörlerin bilançolarında kalıcı ve telafisi güç sistemik hasarlar meydana getirebilmektedir (Weitzman, 2011: 276).

Diğer taraftan geçiş riskleri, küresel ekonominin düşük karbon patikasına uyum sağlaması sürecinde ortaya çıkan yapısal ve yasal düzenlemelerin, teknolojik ikamelerin ve tüketici tercihlerindeki radikal kaymaların neden olduğu maliyet ve kayıpları ifade etmektedir. Bu risk kanalı; hane halklarının servet portföylerini ve firmaların karlılık rasyolarını doğrudan etkileyerek kredi ihraç eden kurumlar ile kurumsal yatırımcılar için ciddi bir finansal risk havuzu yaratmaktadır. Geçiş riskleri, özellikle karbon yoğun sektörlere ait varlıkların ani değer kayıplarına uğramasıyla ortaya çıkan atıl varlıklar kanalı vasıtasıyla toplam verimlilik, sabit sermaye yatırımları ve nispi fiyat mekanizmaları üzerinde makroekonomik dengeleri bozucu etkiler üretmektedir (NGFS, 2022: 10). Carney (2015: 4-6) ise bu iki temel kanala ilave olarak, iklim felaketlerinden zarar gören aktörlerin veya çevre mevzuatına uyum sağlayamayan kurumların yasal sorumluluklarından doğan tazminat taleplerini ifade eden sorumluluk risklerini de üçüncü bir boyut olarak kavramsallaştırmaktadır. Sigorta şirketlerinin bu fiziksel ya da geçiş şoklarından kaynaklanan büyük ölçekli zararları tazmin etmek zorunda kalması veya gelecekteki varlık değerlerinde yaşanan dramatik düşüşler bu kategori altında değerlendirilmektedir (Cullen, 2023: 174). Bununla birlikte ampirik yazında iklim değişikliği kaynaklı makro-finansal riskler, analitik kolaylık sağlaması açısından genellikle fiziksel ve geçiş riskleri olmak üzere iki ana sütun altında gruplandırılmaktadır (Dafermos vd., 2018: 219). Bahse konu risk bileşenleri, toplam arz ve toplam talep dengesini eş anlı ve asimetrik kanallarla sarsmaktadır. Örneğin; kontrolsüz ve ani bir düşük karbon geçişi veya şiddetli bir fiziksel risk dalgası, işgücü verimliliğinde keskin düşüşlere yol açmaktadır. Tedarik zincirlerinde meydana gelen yapısal kesintiler ve fiziki varlıkların zarara uğraması, finansal kuruluşların portföylerini doğrudan olumsuz etkilemekte ve yeşil dönüşüm sürecinde ihtiyaç duyulan mali destek mekanizmalarını kısıtlamaktadır (Carney, 2015: 4). Bu doğrultuda, fiziksel ve geçiş risklerinin dinamik etkileşimi, finansal sistem içerisinde çeşitli bulaşma ve ikincil etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Bolton vd. (2020: 2), ekstrem iklim şoklarının küresel finansal sistemde geleneksel risk yönetimi kalıplarıyla tahmin edilemeyen sistemik krizleri tetikleme potansiyeline dikkat çekmiş ve bu nevi katastrofik olguları "Yeşil

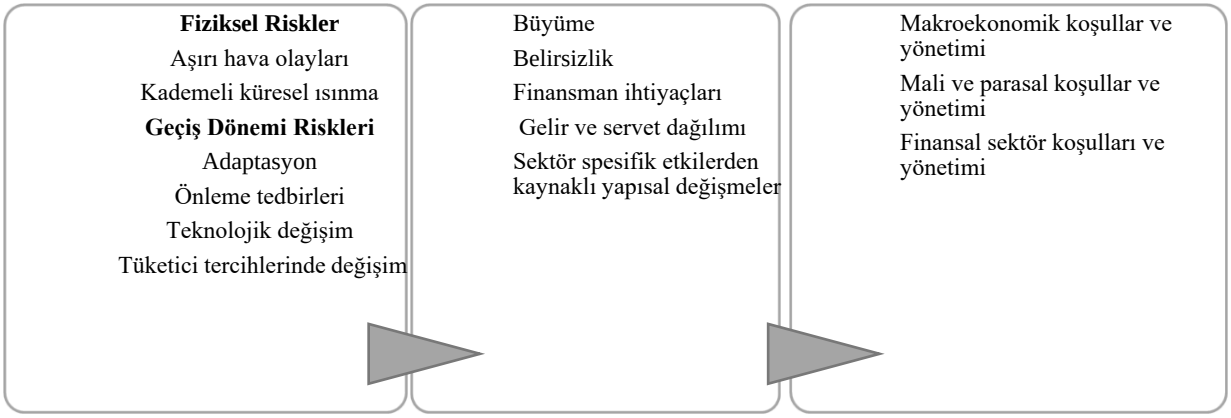
Kuğular" olarak literatüre kazandırmıştır. Yeşil Kuğular, yalnızca dar anlamda iklimsel şokları değil, biyo çeşitlilik erozyonu gibi karmaşık ekolojik risk ekosistemini de ihtiva etmektedir. Nitekim COVID-19 pandemisinin biyolojik çeşitlilik kaybıyla olan yapısal bağları ve küresel iktisadi sistemde yol açtığı sistemik felaketler, kavramın doğrusal olmayan doğasını somutlaştıran tipik bir "Yeşil Kuğu" örneği olarak kabul edilmektedir. Teorik arka planı incelendiğinde Yeşil Kuğu kavramı, Taleb (2007) tarafından ortaya konan ve finansal piyasalarda derin kırılmalara yol açan "Kara Kuğu" yaklaşımından esinlenilerek geliştirilmiştir. Geleneksel Kara Kuğu olgusu literatürde üç temel nitelikle (etkisinin geniş ve yıkıcı olması, beklenmedik/aşırı nadir olması ve ancak gerçekleştikten sonra geriye dönük rasyonelleştirilebilmesi) tanımlanırken; Yeşil Kuğu kavramı bu niteliklere ek ampirik boyutlar kazandırarak çevresel risklerin analizinde daha gelişmiş bir analitik çerçeve sunmaktadır (Bolton vd., 2020: 2-3):

- Etkisinin kapsamlı olması,
- Beklenmedik olması,
- Kavramsal çerçevelerle rasyonelleştirilmeleridir.

Bu özelliklere ilaveten Yeşil Kuğu, iklimle ilgili risklerin ne zaman, nereden, nasıl ortaya çıkacağı konusunda belirsizlik barındırsa da, günümüzde kesin gerçekleşecek bir olgu olmasıdır. Bir diğer özellik ise, "Yeşil Kuğular", "Kara Kuğulardan" sınırları daha zorlayıcı olabilir ve geri döndürülmesi güç medeniyete yönelik riskler içermektedir. Yeşil Kuğular için daha sistemik müdahaleye ihtiyaç duyulabilmesi muhtemeldir. Bu yönüyle basit şoklardan ayrılmakla birlikte, bu riskler ekonominin genel görünümüne göre değişiklik göstererek küresel özellik sergilemektedir (Bolton vd., 2020: 2-3).

Bu riskler küreseldir, ancak her riskin kendine özgü doğası ekonominin durumuna göre farklılık göstermesi muhtemeldir. Düşük karbon ekonomisine geçişin makroekonomik etkileri bazı belirsizlikler içermektedir. Bu etkiler; iklim politikalarının niteliği, ekonomik uyum kapasitesi ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda şekillenmektedir (NGFS, 2020a: 16).

Şekil 14. İklim Kaynaklı Risklerin Makroekonomik Koşullara Aktarım Sistemi



Kaynak: Feyen vd., 2020: 2-3.

Fiziksel ve geçiş risklerinden kaynaklanan bu iki temel risk kategorisi; uzun dönemli ekonomik büyüme dinamiklerinden orta ve uzun vadeli konjonktürel belirsizliklerin artışına, ekonomideki yapısal ve sektörel dönüşümlerden servet ve gelir dağılımındaki eşitsizliklere, kamu ve özel sektörün finansman gereksinimlerine kadar uzanan geniş bir alanda sistemik makroekonomik etkiler üretmektedir. Fiziksel riskler; beşerî, fiziki, doğal ve sosyal sermaye bileşenlerinin toplam faktör verimliliğini doğrudan aşındırarak uzun dönemli ekonomik büyüme patikasını baskılarken; geçiş risklerinin büyüme üzerindeki net etkisi, politika tasarımına ve yapısal uyum hızına bağlı olarak görece farklılıklar göstermektedir. Bununla birlikte, iklim krizine uyum ve emisyon azaltımı odaklı makro politikalar, kamu ve özel sektörün sermaye birikimi üzerinde ek maliyetler ve sıkı bütçe kısıtları doğurmaktadır; diğer taraftan, yeşil dönüşüm süreci yapısal bir yaratıcı yıkım mekanizmasıyla yeni büyüme alanlarını ve teknolojik dinamikleri tetikleme potansiyeline de sahiptir. İklim değişikliği kaynaklı risklerin doğurduğu çok boyutlu "derin belirsizlik" süreçleri, risk primlerini ve sermaye

maliyetini yükselterek özellikle özel sektörün sabit sermaye yatırımları üzerinde caydırıcı bir rol oynamaktadır (Hallegatte vd., 2012: 3).

Dolayısıyla iklim krizinin iktisadi yansımaları, makro-finansal istikrar ve makroekonomik yönetim mimarisi üzerinde doğrudan içsel *(endojen)* bir baskı unsuru teşkil etmektedir. Potansiyel büyüme oranlarındaki yavaşlamanın, iklim finansmanı maliyetleri ve yoğunlaşan belirsizlik ortamıyla eş anlı etkileşimi; devletler (kamu sektörü), finansal aracılar, reel sektör firmaları ve hane halkları dâhil olmak üzere tüm makroekonomik aktörlerin bilanço kalitelerini bozan olumsuz bir döngü yaratmaktadır. Söz konusu bilanço kırılganlıkları ve finansal göstergelerdeki zayıflıklar, aktörlerin iklim risklerini hafifletme ve yeşil dönüşüme uyum sağlama yönündeki sermaye yatırımlarını zamanında ve etkin bir biçimde finanse etme kapasitelerini sınırlandırarak, makroekonomik sistemi bir uyum açığı kısır döngüsüne mahkum etmektedir (Feyen vd., 2020: 3-4).

İklim değişikliği, makroekonominin hem arz hem de talep yönünü eş anlı olarak etkileyerek kendine özgü yapısal şoklar meydana getirmektedir (Batten, 2018: 4-5). Bu süreçte arz yönlü şoklar, akut ve kronik kanallar üzerinden ekonomiyi baskılamaktadır. Özellikle ekstrem hava olaylarının yol açtığı akut şoklar; gıda ve enerji gibi temel emtiaların tedarikinde girdi kıtlığı yaratmakta ve neticede uluslararası ithalat fiyatlarında kayda değer dalgalanmalara sebebiyet vermektedir. Arz yönlü bir diğer önemli kanal ise üretim altyapısına ve sabit sermaye stokuna doğrudan verilen fiziksel hasarlardır. Öte yandan, zamana yayılan kademeli küresel ısınma süreci, kronik ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir; çünkü yükselen sıcaklıklar hem işgücü verimliliğini hem de tarımsal ürün rekoltesini doğrudan düşürme eğilimindedir (Dell vd., 2014: 743). Ayrıca küresel ısınmanın işgücü verimliliğinde yarattığı bu düşüş, kıt ekonomik kaynakların üretken sermaye yatırımlarından ve inovasyon projelerinden uzaklaşarak zorunlu iklim değişikliğine uyum çabalarına yönelmesine neden olmak olmakta ve böylece ekonomilerin uzun vadeli potansiyel büyüme kapasitesini sınırlandırmaktadır (Svartzman, 2021: 564).

Talep yönlü değerlendirmeler incelendiğinde ise, sel ve fırtına gibi ekstrem iklim felaketlerinin yol açtığı varlık kayıplarının hane halkı servetini aşındırdığı ve dolayısıyla özel tüketim harcamalarını daralttığı görülmektedir. Benzer şekilde, fiziksel ve finansal varlıklarda meydana gelen tahribat, firmaların geleceğe yönelik yatırım iştahını azaltmaktadır. Aşırı iklim olaylarının uluslararası ticaret dinamikleri üzerindeki bu kısıtlayıcı etkisi, doğal afetlerin ikili ticaret akışları üzerinde derin ve negatif etkileri olduğunu ampirik olarak saptayan çalışmalar tarafından da net bir biçimde vurgulanmaktadır (Oh ve Reuveny, 2010: 247). Talep tarafındaki bir diğer yapısal dönüşüm ise beklentiler kanalıyla gerçekleşmektedir; gelecekteki olası kayıp beklentileri tüketicilerin mevcut tercihlerini daha yeşil tüketim kalıplarına doğru değiştirmesine yol açarken, gelecekteki talep ve büyümeye ilişkin yoğunlaşan belirsizlik ortamı da işletmelerin sabit sermaye yatırımlarını ertelemesine neden olmaktadır. İklim değişikliğinin seçilmiş makroekonomik değişkenler üzerindeki tüm bu etkileri, etki türleri ve zamansal boyutları itibarıyla Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 1'deki sistematik çerçeveden de anlaşılacağı üzere, fiziksel riskler ile geçiş risklerinin makroekonomik değişkenleri etkileme yönleri ve etki kanalları birbirinden belirgin biçimde farklılaşmaktadır. Bu noktada, iklim kaynaklı tüm risklerin doğrusal birer 'ekonomik şok' olarak sınıflandırılamayacağını belirtmek önem arz etmektedir. Bu risk havuzundan aşamalı küresel ısınmaya dayalı kronik süreçler, görece daha öngörülebilir ve doğrusal sonuçlar doğurma potansiyeline sahiptir (Batten, 2018: 5). Bu yapısal farklılıktan dolayı; aşırı hava olayları, kademeli küresel ısınma ve geçiş dönemi riskleri literatür de ayrı birer analitik başlık altında değerlendirilmektedir. Özellikle geçiş riskleri, ekonomi politikalarındaki belirsizliklere ve yasal düzenlemelerin seyrine bağlı olarak çok daha farklı kurumsal dinamiklere dayandığından, aşırı hava olaylarından ve kademeli küresel ısınma süreçlerinden bağımsız olarak ele alınmalıdır (Karagöl, 2022: 82; Kömürcüoğlu, 2024: 43). Söz konusu makroekonomik etkilerin tam anlamıyla niceliksel olarak ölçülmesiyle ilgili belirsizlikler devam etmekle birlikte; iklim değişikliği riskleri metodolojik olarak ne ölçüde öngörülebilir hale getirilirse, ekonomik aktörlerin bu risklere dinamik uyum sağlaması da o derece mümkün olacaktır.

Tablo 9. İklim Değişikliği Risklerinin Ekonomik Etkilerinin Özeti

Risk Türü		**Ekonomik Sonuç**	**Zaman**
Fiziksel riskler	Aşırı hava olayları	Talep ve arz bileşenlerinde beklenmeyen şoklar	Kısa vadeden orta vadeye
	Küresel ısınma	Potansiyel üretim kapasitesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi	Orta vadeden uzun vadeye
Geçiş riskleri		Talep/arz şokları veya ekonomik büyüme etkileri	Kısa vadeden orta vadeye

Kaynak**:** Batten, 2018: 6.

İklim değişikliğinin ekonomik sonuçlarının zamanlaması ve sürekliliği de, maruz kalınan iklim riskinin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Aşırı hava olayları, kısa ve orta vadede ortaya çıkabilecek beklenmedik ekonomik kayıplara yol açma eğilimindedir. Buna karşılık, kademeli küresel ısınmanın potansiyel üretim kapasitesi ve ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri, orta ve uzun vadede ortaya çıkarak daha kalıcı sonuçlar doğurmaktadır. Ayrıca, düşük karbon ekonomisine geçişin zamanlamasına bağlı olarak, geçiş maliyetleri nedeniyle ekonomik faaliyetlerdeki azalma zamana yayılmakta veya geçiş riskinin ilk döneminde yoğunlaşma eğilimi göstermektedir (Batten, 2018: 7).

İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve bu değişime uyum sağlamak, ekonomide kapsamlı dönüşümleri zorunlu kılmakta; bu süreç, önemli politika müdahaleleri, yüksek ölçekli yatırımlar ve yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesini gerektirmektedir (Gillingham ve Stock, 2018: 54). Ancak, iklimi korumaya yönelik çevre politikaları, ekonomik faaliyetlerin yapısını önemli ölçüde değiştirebilmekte; bu durum ise çıktı düzeyini ve fiyat oluşumunu etkileyen talep–arz dengesinde kaymalara yol açabilmektedir. Bunun yanı sıra, yeni yeşil teknolojilerin yaygın biçimde benimsenmesi, önemli kamu harcamaları ile özel sektör yatırımlarını ve inovasyon faaliyetlerini içermekte olup, bu süreç geniş kapsamlı ekonomik riskler doğurma potansiyeli taşımaktadır (Andersson vd., 2020: 36). Ampirik literatürdeki çalışmaların büyük bir bölümü, çevre politikaları ile iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik yatırımların ekonomi üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğine işaret etmektedir.

Tablo 1'de özetlenen ampirik ve teorik taksonomi, iklim krizinin makroekonomik sisteme nüfuz etme hızının, zamanlamasının ve derinliğinin homojen olmadığını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Risklerin zamansal asimetrisi ve geçiş politikalarının makro-finansal aktarım mekanizmaları, iktisadi ajanların optimizasyon problemlerini ve politika yapıcıların reaksiyon fonksiyonlarını yeniden şekillendirmektedir. Fiziksel ve geçiş risklerinin zamansal projeksiyonlarındaki bu farklılık, literatürde Carney (2015) tarafından kavramsallaştırılan ‘ufuk trajedisi’ olgusunu makroekonomik yönetim için kalıcı bir sınamaya dönüştürmektedir. Aşırı hava olaylarının tetiklediği akut şoklar, kısa vadede arz zincirlerini kırarak ve finansal varlık fiyatlarında ani düzeltmelere yol açarak makroekonomik oynaklığı artırırken; kademeli küresel ısınmanın kronik etkileri, potansiyel çıktı düzeyini ve toplam faktör verimliliğini orta ve uzun vadede gerileten yapısal bir erozyon yaratmaktadır. Geçiş risklerinin zamanlaması ise ‘düzenli’ veya ‘düzensiz’ geçiş senaryolarına göre ekonomideki histerezis etkisinin şiddetini belirlemektedir; zira gecikmiş ve agresif bir karbon fiyatlaması, şokların ilk döneme yoğunlaşmasına ve ani bir stagflasyonist dalgaya neden olabilmektedir (Batten, 2018: 6; NGFS, 2021).

İklim değişikliğinin azaltılması ve uyum süreçleri, piyasa mekanizmasının dışsallıkları içselleştirmedeki yetersizliği nedeniyle geniş ölçekli kamu müdahalelerini, regülasyonları ve inovasyon yatırımlarını zorunlu kılmaktadır (Gillingham ve Stock, 2018: 54). Kamu harcamalarının yeşil altyapı projelerine kanalize edilmesi, kısa vadede çarpan etkisi üzerinden toplam talebi uyarırken; uzun vadede ekonominin arz kapasitesini artırmayı hedeflemektedir. Ancak madalyonun diğer yüzünde, katı çevre politikaları ve karbon vergileri, fosil yakıtlara bağımlı üretim süreçlerinde marjinal maliyetleri artırarak toplam arz eğrisini sola kaydırmakta ve literatürde yeşil enflasyon olarak adlandırılan yapısal fiyat baskılarını tetiklemektedir (Schnabel, 2022: 30). Bu politika müdahalelerinin net çıktı ve istihdam üzerindeki nihai etkilerine dair ampirik literatür ise, çevre standartlarının üretken yatırımları dışladığını savunan neoklasik perspektif ile yaratıcı yıkım süreçlerini vurgulayan yaklaşımlar arasında bölünmektedir. Bununla birlikte, güncel ampirik çalışmaların büyük bir bölümü, eko-inovasyonların ve yeşil yatırımların enerji verimliliğini artırarak ve yeni istihdam alanları yaratarak orta vadede ekonomiler üzerinde net pozitif büyüme etkileri meydana getirdiğine işaret etmektedir

(Andersson vd., 2020: 36). Son olarak, iklim risklerinin yaratacağı potansiyel refah kayıpları ile yeşil dönüşümün getireceği büyüme fırsatları arasındaki net bakiye, geçiş politikalarının zamansal tasarımı ve finansal sistemin bu dönüşümü fonlama kapasitesiyle doğrudan korelasyonludur.

Tablo 2. İklim Değişikliğinin Seçili Makroekonomik Değişkenler Üzerindeki Etkisi

Değişkenler	**Fiziksel Risk Aşırı Hava Olayları (Kısa vadeden orta vadeye)**	**Fiziksel Risk Kademeli Küresel Isınma (Orta vadeden uzun vadeye)**	**Geçiş Riski (Kısa vadeden orta vadeye)**
Üretim	Fiziksel zararın ortaya çıkardığı ürün kıtlığı, tesislerin ve altyapı tahribatı, tedarik zinciri ve turizmin sekteye uğraması gibi nedenler dolayısı ile düşük üretim.	İşgücü verimliliğindeki düşüş, yatırımların iklim değişikliğiyle ilgili mücadele yönlendirilmesi ve ekilebilir arazi kaybı gibi nedenlerle üretimde düşüş meydana gelebilir.	Çarpık geçiş politikaları ve buna bağlı yetersiz yatırımlar sonucu sektörler arası anlaşmazlık yaratmaktadır.
Tüketim	Belirsizlik artışı kaynaklı düşük tüketim. Hane halkı zararlarının sigortasız mülke verdiği zarar nedeniyle servet azalışı.	Sektör kaynaklı talep değişikliği nedeniyle tüketimde değişiklik. Sürdürülebilir mal ve hizmetlere yöneliş.	Sürdürülebilirlik üzerine farkındalık artışı sonucu tüketimde azalış. Çevreci mal ve hizmetlere yöneliş, özel sektör tüketimleri devlet politikalarının iklim politikaları uygulamaları nedeniyle dışlanabilir.
Yatırım	İklimle bağlantılı artan belirsizlikler, bazı yatırımların ertelenmesine yol açabilirken; iklim felaketlerinin ardından yeniden yapılanma amacıyla yeni yatırımlar gündeme gelebilir.	İklim değişikliğine uyum sağlayan teknolojilere yönelik yatırım eğilimi güçlenebilir.	İklim politikalarındaki belirsizlikler yatırımları azaltabilirken, yatırım eğilimi iklimi hafifletici teknolojilere yöneldikçe artış gösterebilir.
İşgücü	Afetler sonucu fiziksel varlıkların zarar görmesi ve özellikle etkilenen bölgelerden yaşanan göçler, işgücü arzında azalmaya yol açabilir.	Yüksek sıcaklıkların çalışma şartlarını etkilemesi inşaat ve tarım gibi sektörlerde işgücü arzı daralma eğilimine girerken, hız kazanan uluslararası göç hareketleri iklim krizinden daha az etkilenen bölgelerde işgücü arzını artırabilir.	İşgücü piyasasında sektörler arası bileşimde meydana gelen değişimler, yapısal işsizlikte artışa neden olabilir.
Ücretler	Sektörler ve ülke ekonomileri arasında ücretler üzerinde dengesiz ve farklılaşan etkiler görülebilir.	Kademeli ısınmanın yol açtığı üretkenlik kayıpları, ücretlerin düşmesine neden olabilir.	İşçilerin sektörler arası geçişi ve artan eğitim gereksinimleri, sektörler ve ekonomiler arasında dengesiz etkilerin ortaya çıkmasına yol açabilir.

Verimlilik	Kalıcı sermaye ve altyapı hasarları, işgücü ve sermaye verimliliğinin düşük seviyelerde seyretmesine yol açabilmektedir.	Yüksek sıcaklıklara bağlı artan sağlık sorunları ve ölüm oranları, beşerî sermaye birikimini azaltarak işgücü verimliliğinin düşmesine neden olabilmektedir.	Geçiş politikalarının verimlilik üzerindeki etkisi belirsizlik taşımaktadır; zira teknolojik ilerleme, söz konusu politikaların neden olabileceği yatırım eksikliklerini telafi edebilme potansiyeline sahiptir.
Uluslararası ticaret	Doğal afetler, ithalat ve ihracat akışlarında kesintilere yol açabilmektedir.	Deniz seviyesinin yükselmesi gibi çevresel değişimler, uluslararası ticaret yollarının bozulmasına ve yeniden yapılandırılmasına yol açabilmektedir.	Asimetrik iklim politikaları, uluslararası ticaret akışlarında bozulmalara yol açabilmektedir.
Enflasyon	Gıda, konut ve enerji fiyatlarındaki enflasyon oynaklığının tırmanmasına yol açabilir.	Tüketici talebi veya tercihlerindeki değişiklikler nispi fiyat değişikliklerine yol açabilir ve karşılaştırmalı maliyet avantajlarında değişiklik yaratabilir.	Fiyatlar, iklimle ilgili geçiş politikalarından, politika belirsizliğinden, teknolojideki gelişmelerden ve tüketici tercihlerindeki değişimlerden etkilenebilmektedir. Diğer taraftan enflasyonist baskıların; gerek ekonomik dayanıklılığı ve verimliliği artıran teknolojik inovasyonlar gerekse tüketici tercihlerinin yeşil ürün ve hizmetlere kademeli olarak evrilmesi kanalıyla dengelenmesi mümkündür
Döviz kuru	İklim değişikliğine maruz kalan ekonomilerde; olumsuz ticaret şokları ve işgücü verimliliğindeki düşüşler nedeniyle ulusal para birimlerinin değer kaybı baskısıyla karşı karşıya kalması muhtemeldir	Küresel ısınma neticesinde ortaya çıkan ekilebilir arazi kayıplarının, ilgili ekonomilerde tarımsal üretim kapasitesini sınırlandırarak ulusal para birimlerinde değer kaybı baskısına yol açması muhtemeldir.	Düşük karbon süreçlerinde geride kalan ekonomilerin maruz kaldığı şoklar karşısında, serbest dalgalı döviz kuru rejimleri otomatik bir istikrar sağlayıcı ve dengeleme mekanizması olarak işlev görebilir.

Kaynak: Batten, 2018: 6; NGFS, 2020b: 4-5; Drudi vd., 2021: 23.

3. İklim Risklerinin Merkez Bankacılığına Yeni Bir Yaklaşımı

Para politikasının makroekonomik sistem üzerinde etkin bir şekilde uygulanabilmesi, uygulanan politika araçlarının zamansal tasarımı ile reel ekonomi üzerindeki muhtemel aktarım dinamiklerinin doğru teşhis edilmesine bağlıdır. Bu doğrultuda, para politikasının reel iktisadi faaliyetlere nüfuz etme derecesini belirleyen faiz, döviz kuru, varlık fiyatları ve banka kredi kanalları gibi geleneksel parasal aktarım mekanizmalarının kapsamlı bir biçimde analizi yapısal bir zorunluluk arz etmektedir (Mishkin, 1995: 4). İklim değişikliği ve buna bağlı yapısal dönüşümler, söz konusu aktarım kanallarını ve fiyat istikrarını en az üç temel mekanizma üzerinden içsel bir biçimde etkileme potansiyeline sahiptir. İlk olarak makro-finansal boyutta, iklim kaynaklı şoklar merkez bankalarının faiz dışı politika önlemlerinin hane halkı ve firmaların finansman koşullarına, dolayısıyla efektif tüketim ve yatırım kararlarına aktarımını asimetrik olarak bozabilmektedir. Fiziksel risklerin ani yaşanması veya düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde atıl varlıkların hızla değerinin düşmesi, finansal kuruluşların bilançolarında yapısal bir tahribat yaratarak reel sektöre yönelik kredi arzını daraltıcı bir etki doğurabilmektedir. Ayrıca, iklim risklerinin finansal varlık fiyatlamalarına rasyonel bir biçimde dâhil edilemediği konjonktürlerde, kredi risk primlerinde yaşanacak ani ve doğrusal olmayan

sıçramalar, politika aktarım süreçlerindeki belirsizlikleri derinleştirmektedir. Bu risk matrisine merkez bankalarının kendileri de maruz kalmakta; niceliksel gevşeme programlarında edinilen menkul kıymet portföyleri ile para politikası operasyonlarında kabul edilen teminat havuzlarının iklim duyarlılığı, merkez bankası bilançolarını potansiyel değer kayıplarına açık hale getirmektedir.

İkinci olarak yapısal düzeyde iklim krizi, tasarruf ve yatırım eğilimlerini dengeleyen doğal/denge reel faiz oranını (r*) aşağı çekerek geleneksel para politikasının manevra alanını daraltabilmektedir. Kademeli küresel ısınmanın tetiklediği kronik işgücü verimliliği kayıpları ile artan demografik ve epidemiyolojik riskler, potansiyel büyüme oranını erozyona uğratmaktadır. İktisadi kaynakların üretken sermaye stokundan iklim değişikliğine uyum ve savunma harcamalarına yönlendirilmesi bu süreci hızlandırırken, iklimsel belirsizliklerin artması hane halklarında ihtiyati tasarruf güdüsünü körüklemekte, firmaların ise uzun vadeli yatırım iştahını baskılamaktadır. Bu faktörlerin bileşkesi doğal faiz oranını (r*) gerileterek merkez bankalarının nominal politika faizlerinin etkin alt sınıra takılma ve likidite tuzağına düşme olasılığını artırmaktadır. Ancak bu patika mutlak değildir; yeşil inovasyon dalgası ve yüksek ölçekli yeşil altyapı yatırımları, toplam yatırım talebini uyararak r*'ı yukarı çekebilir ve ekonomileri yapısal düşük büyüme-düşük enflasyon döngüsünden çıkaracak yeni bir büyüme rejimi sunabilir. Üçüncü olarak iklim şokları ve bu şokları hafifletmeye yönelik azaltım politikaları, enflasyon dinamikleri ve beklenti yönetimi üzerinde doğrudan arz ve talep yönlü kalıcı etkiler üretmektedir. Ampirik bulgular, artan fiziksel risklerin gıda ve enerji emtiaları üzerinden kısa vadede manşet enflasyonda volatilite artışına yol açtığını ve uzun vadeli makroekonomik oynaklığı beslediğini doğrulamaktadır. İklim krizine karşı proaktif politikaların gecikmesi, şokların frekansını artırarak fiyatlar ve ücretler genel düzeyi üzerinde kalıcı histerezis etkileri doğurma riski taşımaktadır. Diğer taraftan, karbon fiyatlandırma mekanizmaları ve emisyon ticaret sistemleri gibi geçiş politikaları da nisbi fiyat yapısını değiştirerek fiyat istikrarını doğrudan etkilemekte; yapısal maliyet şokları vasıtasıyla enflasyonun manşet ve çekirdek göstergeleri arasında uzun süreli sapmalara yol açabilmektedir (Schnabel, 2021: 54). Bulgular, iklim kaynaklı risklerin finansal sistemin bilanço kalitesi üzerindeki bu sistematik deformasyonu, parasal aktarım kanallarının işlevsel zayıflığına yol açarak para politikasının makroekonomik istikrarı sağlama kapasitesini sınırlandırmaktadır (Kömürcüoğlu, 2024: 58).

Sonuç

İklimsel dönüşümün makroekonomik aktarım kanalları ve finansal aktörlerin bilançoları üzerindeki bu olumsuz etkileri, ekonomi yönetiminin politika tasarım süreçlerini yeniden şekillendirmesini zorunlu kılmaktadır. İklim değişikliği; doğa ve insan kaynaklı fiziksel riskler ile düşük karbonlu bir ekonomik yapıya geçiş sürecinde ortaya çıkan geçiş risklerinden oluşan iki boyutluyla ifade edilmektedir. Bu riskler; makroekonomik görünüme ilişkin belirsizliklerin artmasından yapısal dönüşümlere, gelir dağılımındaki değişimlerden kamu ve özel sektörün finansman gereksinimlerine kadar geniş bir yelpazede doğrudan etkiler yaratmaktadır. Yeşil ekonomiye geçiş sürecinin uzun vadeli potansiyeline rağmen, iklimsel dönüşümün barındırdığı yüksek belirsizlik seviyesi, risk primlerini artırarak özel sektör yatırımlarını baskılamaktadır. Piyasadaki karar alıcıların rasyonel beklentiler oluşturmasını zorlaştıran bu durum, finansal sistemin bilanço kalitesini bozarak içsel bir makro-finansal istikrarsızlık unsuru haline gelmektedir. Bu sürecin en temel makroekonomik yansıması, toplam arz ve talep yapısında meydana gelen eş anlı bozulmalardır. Arz cephesinde; küresel ısınmanın işgücü ve tarımsal verimlilikte yol açtığı kalıcı düşüşler; gıda, enerji ve ithal girdi fiyatları üzerinden stagflasyonist nitelikte arz şoklarına neden olmaktadır. Talep cephesinde ise iklim kaynaklı şoklar; hane halkı servetindeki azalış, zorunlu göç hareketleri, uluslararası ticaretteki yeni korumacı engeller ve tüketici tercihlerindeki değişimler üzerinden makroekonomik göstergeleri etkilemektedir. Geleceğe yönelik büyüme beklentilerindeki belirsizlik, özel tüketimi ve işletme yatırımlarını azaltırken, mevcut iktisadi kaynakların üretken sermaye ve inovasyon alanlarından ziyade iklim değişikliğine uyum harcamalarına yönelmesine yol açmaktadır. Bu kaynak transferi ise ekonomilerin uzun vadeli büyüme potansiyelini sınırlamaktadır.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin etki kanalı ister fiziksel hasarlar isterse düşük karbonlu ekonomiye geçiş maliyetleri üzerinden olsun, nihai aşamada ekonomik büyüme, fiyatlar genel düzeyi ve faiz oranları üzerinde kalıcı etkiler meydana getirecektir. Makroekonomik istikrarı tehdit eden bu risk yapısını yönetebilmek amacıyla, merkez bankaları geleneksel para politikası kalıplarının dışına çıkarak yeşil para politikası araçları ve iklim duyarlı makro-ihtiyati tedbirler geliştirmeye yönelik çalışmalarını sürdürmektedir. Ancak, iklim krizinin yarattığı sistemik risklerin boyutu, sadece para politikası araçlarıyla yönetilemeyecek kadar

karmaşıktır. İklim kaynaklı ekonomik olumsuzlukların önlenmesi ve uyum sürecinin etkin bir şekilde finanse edilmesi; para ve maliye politikalarının eş anlı ve koordineli müdahalelerini, ulusal inovasyon sistemleri ile desteklenmesini ve çevre odaklı yatırım çeşitliliğinin artırılmasını içeren bütüncül bir politika karmasını zorunlu kılmaktadır.

Kaynakça

Andersson, Malin vd. (2020), "Climate Change and the Macro Economy", Ocassional Paper Series, 243, https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op243~2ce3c7c4e1.en.pdf (7.07.2025).

Batten, Sandra (2018), "Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review", *BoE Staff Working Paper,* 706, https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2018/climate-change-and-the-macro-economy-a-critical-review (28.08.2025).

Batten, Sandra vd. (2016). "Let's Talk About The Weather: The Impact of Climate Change on Central Banks", *Bank of England Working Paper,* 603, 2-37.

Bolton, P., Després, M., Pereira da Silva, L., Samama, F., & Svartzman, R. (2020). "Green Swans': Central banks in the age of climate-related risks*", Banque de France Bulletin*, *229*(8), 1-15.

Boneva, L., Ferrucci, G., & Mongelli, F. P. (2021). "To be or not to be "green": How can monetary policy react to climate change?", *ECB Occasional Paper*, 2021/285.

Breitenfellner, A., & Pointner, W. (2021). "The impact of climate change on monetary policy", *OeNB, Monetary Policy & the Economy Q, 3*(1), 59-80.

Carè, R., Fatima, R., & Boitan, I. A. (2024). "Central banks and climate risks: Where we are and where we are going?", *International Review of Economics & Finance*, *92*, 1200-1229.

Carney, M. (2015). "Breaking the tragedy of the horizon–climate change and financial stability", *Speech given at Lloyd's of London, 29*, 220-230.

Cayan, D. R., Tyree, M., Kunkel, K. E., Castro, C., Gershunov, A., Barsugli, J., & Barlow, M. (2013). "Future climate: projected average", *In Assessment of climate change in the southwest United States: A report prepared for the national climate assessment*, Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics, 101-125.

Cullen, J. (2023). "Central banks and climate change: Mission impossible*?", Journal of Financial Regulation, 9*(2), 174-209.

Dafermos, Y., Nikolaidi, M., & Galanis, G. (2018). "Climate change, financial stability and monetary policy", *Ecological Economics*, *152*, 219-234.

Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic literature*, *52*(3), 740-798.

Dikau, S., & Volz, U. (2018)."Central Banking, Climate Change and Green Finance", *ADBI Working Paper 867*, Tokyo: Asian Development Bank Institute.

Dikau, S., ve Volz, U. (2021). Central bank mandates, sustainability objectives and the promotion of green finance. Ecological economics, 184, 107022.

Drudi, Francesco vd. (2021). "Climate change and Monetary Policy in the Euro Area", *ECB Occasional Paper Series*, 271, https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op271~36775d43c8.en.pdf (15.07.2025).

Feyen, E. H., Utz, R. J., Zuccardi Huertas, I. E., Bogdan, O., & Moon, J. (2020). "Macro-financial aspects of climate change", *World Bank Policy Research Working Paper*, (9109).

Gillingham, K., & Stock, J. H. (2018). "The cost of reducing greenhouse gas emissions", *Journal of Economic Perspectives*, *32*(4), 53-72.

Haavio, M. (2010). "Climate change and monetary policy", Bank of Finland Bulletin, 84(2), 27–36.

Hallegatte, S., Heal, G., Fay, M., & Treguer, D. (2012). "From growth to green growth-a framework, *National Bureau of Economic Research*, 17841.

IAIS (2018). "Issues Paper on Climate Change Risks to the Insurance Sector", *International Association of Insurance Supervisors (IAIS*), July.

IPCC (2014), "Climate Change 2014: Synthesis Report" https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/pdf (18.07.2025).

Karagöl, V. (2022). "İklim değişikliği ve para politikası: Türkiye için bir değerlendirme", *İnsan ve İnsan*, *9*(33), 77-95.

Kömürcüoğlu, E. D., & Artan, S. (2024). "İklim Değişikliği Ve Para Politikası: Merkez Bankalarının Evrilen Rolü Ve Yeşil Dönüşüm", *Makro İktisat Konuları, Yaz Yayınları*, 73086-67.

Lacunza, H. (2008). "Monetary Policy and Climate Change: Is There a Role for the Central Bank?", *Presented at the Bank Indonesia International Seminar on "Macroeconomic Impact of Climate Change: Opportunities and Challenges*, held in Bali, 1–2.

Mc Kıbbın, W. J.; A. Morrıs; P. J. Wılcoxen; S. J. Panton (2017). "Climate Change and Monetary Policy: Dealing with Disruption", *Brookings Climate and Energy Discussion Paper*, No: 77, 1-28.

Mishkin, F. S. (1995). Symposium on the monetary transmission mechanism. *Journal of Economic perspectives*, *9*(4), 3-10.

Monnin, P. (2018). Central banks should reflect climate risks in monetary policy operations. *SUERF Policy Note, 41*.

NGFS (2020a), "NGFS Climate Scenarios for Central Banks and Supervisors", https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors_.pdf.pdf (24.08.2025).

NGFS (2020b), "Climate Change and Monetary Policy Initial Takeaways", https://www.ngfs.net/en/climate-change-and-monetary-policy-initial-takeaways (27.08.2025).

NGFS (2022), "NGFS Scenarios for Central Banks and Supervisors", https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_climate_scenarios_for_central_banks_and_supervisors_.pdf.pdf (16.07.2025).

Nordhaus, W. (2013). "The climate casino: Risk, uncertainty, and economics for a warming World", Yale University Press, *Enerji ve Çevre Politikası Ekonomisi*, 64(10), 942-946.

Nordhaus, W. D. (2017). "Revisiting the social cost of carbon", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(7), 1518-1523.

Oh, C. H., & Reuveny, R. (2010). "Climatic natural disasters, political risk, and international trade", *Global Environmental Change*, *20*(2), 243-254.

Schnabel, I. (2021). "Climate change and monetary policy", *Finance & Development*, *58*(3), 53-55.

Schnabel, I. (2022). Monetary policy in a cost-of-living crisis. *en ligne], Banque centrale européenne*, *30*.

Svartzman, R., Bolton, P., Despres, M., Pereira Da Silva, L. A., & Samama, F. (2021). "Central banks, financial stability and policy coordination in the age of climate uncertainty: A three-layered analytical and operational framework", *Climate Policy*, *21*(4), 563-580.

Taleb, N. N. (2007). "Black swans and the domains of statistics", *The american statistician*, *61*(3), 198-200.

TCMB, (2021). "Finansal İstikrar Raporu", *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası*, Mayıs 2021, 32.

Weitzman, M. L. (2011). "Fat-tailed uncertainty in the economics of catastrophic climate change", *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(2), 275-292.

KATILIM BANKALARI VE TASARRUF FİNANSMAN ŞİRKETLERİNİN FAİZSİZ KONUT FİNANSMANI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Erdal ARSLAN

Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye., ORCID ID: 0000-0003-4892-2963

Ali BORA

Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Konya, Türkiye., ORCİD ID: 0000-0002-1766-0123

Selim TAŞAR

Y.L. Öğrenci, Selçuk Üniversitesi, SBE, İktisat Anabilim Dalı, Konya, Türkiye., ORCID ID: 0009-0002-4909-3263

Özet

Türkiye'de faizsiz konut finansmanı alanında faaliyet gösteren katılım bankaları ile tasarruf finansman şirketlerinin yapısal, işleyişsel ve maliyet unsurları açısından karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. Faizsiz finans ilkelerine dayalı olarak geliştirilen bu iki model, bireylerin konut edinimini kolaylaştırmayı hedeflese de uygulama yöntemleri ve riskleri bakımından önemli farklılıklar göstermektedir.

Katılım bankaları, murabaha başta olmak üzere çeşitli finansman yöntemleriyle konut alımını desteklemekte, müşteriye peşin alım yaparak vadeli satış gerçekleştirmektedir. Bu sistemde banka aktif rol oynarken, maliyet unsurları genellikle kâr payı oranları üzerinden belirlenmektedir. Tasarruf finansman şirketleri ise dayanışma temelli bir yapı sunmakta, katılımcıların oluşturduğu havuz sistemiyle sırasıyla ya da sözleşmede yer alan belirli şartlara göre konut finansmanı sağlamaktadır. Bu modelde organizasyon ücreti ön plana çıkarken, finansman sürecinde doğrudan bir kâr payı uygulanmaması dikkat çekmektedir.

Çalışmada, her iki sistemin maliyet yapısı, erişilebilirlik düzeyi, sözleşme şeffaflığı ve risk dağılımı gibi kriterler üzerinden analizi yapılacaktır. Ayrıca düzenleyici çerçeve, denetim mekanizmaları ve tüketici korunması boyutları da değerlendirilecektir. Elde edilen bulgular, katılım bankalarının daha öngörülebilir bir finansman yapısı sunduğunu; tasarruf finansman şirketlerinin ise düşük maliyet avantajı ile öne çıkmakla birlikte belirli belirsizlikler barındırabildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bireylerin finansman tercihlerinde maliyet kadar güven, şeffaflık ve risk unsurlarını da dikkate almaları gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Faizsiz finans, katılım bankacılığı, tasarruf finansman sistemi, konut finansmanı

Abstract

This study aims to compare participation banks and savings financing companies operating in the field of interest-free housing finance in Türkiye in terms of their structural features, operational processes, and cost components. Although both models are developed based on the principles of interest-free finance and aim to facilitate homeownership, they differ significantly in their implementation methods and risk structures.

Participation banks support housing purchases through various financing methods, primarily murabaha, by purchasing the property in cash and reselling it to the customer on a deferred payment basis. In this system, the bank plays an active role, and cost elements are generally determined through profit-sharing rates. In contrast, savings financing companies offer a solidarity-based model, providing financing through a pooled fund formed by participants, either sequentially or according to specific contractual conditions. In this model, the organization fee stands out, while no direct profit rate is applied during the financing process.

The study analyzes both systems in terms of cost structure, accessibility, contractual transparency, and risk distribution. In addition, regulatory frameworks, supervision mechanisms, and consumer protection aspects are also evaluated. The findings indicate that participation banks offer a more predictable financing structure, whereas savings financing companies stand out with lower cost advantages but may involve certain uncertainties.

In conclusion, it is emphasized that individuals should consider not only cost but also trust, transparency, and risk factors when choosing a financing model.

Keywords: Interest-free finance, participation banking, savings financing system, housing finance

1.Giriş

Faizsiz finans sistemi, bireylerin finansal ihtiyaçlarını İslami prensipler doğrultusunda karşılamayı amaçlayan alternatif bir yapı olarak son yıllarda önemli bir gelişim göstermiştir. Türkiye'de bu sistemin kurumsal temelleri, 1980'li yıllarda özel finans kurumlarının kurulmasıyla atılmış, 2005 yılında yapılan yasal düzenlemelerle birlikte bu kurumlar "katılım bankası" statüsü kazanarak bankacılık sistemi içinde daha güçlü ve denetimli bir yapıya kavuşmuştur. Katılım bankalarının fon toplama yöntemleri katılım ve cari hesaplar aracılığıyla sağlanmaktadır. 2025 yılsonu verilerine göre; yaklaşık 3 Trilyon TL fon toplamış, burada en büyük payı 2.15 Trilyon TL ile katılım hesapları kanalıyla sağlanmıştır. Yine bir diğer fon kaynağı olarak cari hesaplarla ise yaklaşık 700 Milyar TL civarında fon toplanmıştır (www.tkbb.org.tr, 04.05.2026). Katılım bankalarının fon kullandırma yöntemleri; murabaha (ticari finansman), icara (finansal kiralama), müşareke-mudarebe (ortaklık finansmanı), karz-ı hasen (faizsiz borç), teverruk, sukuk ve mal karşılığı finansman şeklindedir. 2025 yılı Aralık ayı verilerine göre; 2.23 Trilyon TL fon kullandırımı yapılmıştır. Murabaha ile yaklaşık 2 Trilyon TL, icara 150 Milyar TL, Müşareke+Mudarebe 40 Milyar TL şeklinde gerçekleşmiştir (www.tkbb.org.tr, 04.05.2026). Katılım bankalarının konut finansmanındaki payı, TKBB verilerine göre 2016 yılında %5,5 iken 2025 yılı itibariyle yaklaşık %10 seviyesine yaklaşarak özellikle konut finansmanı alanında önemli bir aktör haline gelmiştir. 2025'de %10 seviyelere ulaşan piyasa payı, ürün çeşitliliği ve düzenleyici çerçevenin güçlenmesi, katılım bankacılığının Türkiye finans sektörü içindeki konumunu pekiştirmiştir.

Öte yandan, faizsiz finans alanında alternatif bir model olarak ortaya çıkan tasarruf finansman şirketleri, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Dayanışma ve tasarruf esasına dayanan bu sistem, katılımcıların belirli bir plan dahilinde oluşturduğu fon havuzu aracılığıyla konut edinimini mümkün kılmaktadır. Bu modelde finansman, genellikle kura veya belirli sıralama sistemleriyle tahsis edilmekte; faizsiz yapısı ve görece düşük maliyet avantajı nedeniyle geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmektedir. Tasarruf finansman şirketlerinin toplam işlem hacmi 2025 yılında bir önceki yıla kıyasla %261,8 oranında artış ile 1.211.021 Milyon TL olmuştur (www.fkb.org.tr, Faaliyet Raporu 2025, s. 45). 2021 yılında yürürlüğe giren yasal düzenlemelerle birlikte tasarruf finansman şirketleri de daha sıkı bir denetim ve lisanslama sürecine tabi tutulmuş, böylece sektörde güvenilirlik ve kurumsallaşma düzeyi artırılmıştır.

TÜİK hane halkı ve nüfus istatistikleri dikkate alındığında Türkiye'de yıllık konut ihtiyacının 2015–2025 döneminde yaklaşık 700 bin seviyesinden 800–900 bin bandına yükseldiği, 2023 yılında ise deprem etkisiyle bu ihtiyacın geçici olarak 1,5 milyon seviyesine çıktığı görülmektedir (TÜİK, 2025). Türkiye'de bu denli konut ihtiyacına rağmen mevduat bankaları, katılım bankaları ve tasarruf finansman şirketleri aracılığıyla konut talebi oluşturulmaya devam ediyor. Konut arzı konusunda ise problem vardır.

2.Katılım Bankaları

Katılım bankaları, faizsiz finans ilkelerine dayalı olarak faaliyet gösteren ve ekonomik işlemlerini reel ticaret, üretim ve yatırım temelli süreçler üzerinden yürüten finansal kurumlardır. Bu bankalar, klasik bankacılık sisteminden farklı olarak faiz yerine kâr-zarar ortaklığına dayalı bir model benimsemekte ve bu doğrultuda finansal aracılık faaliyetlerini sürdürmektedir. Katılım bankalarının temel faaliyet alanları arasında fon toplama, fon kullandırma, finansal danışmanlık ve çeşitli yatırım araçlarının geliştirilmesi yer almaktadır. Fon toplama işlemleri, başlıca katılma hesapları ve özel cari hesaplar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Katılma hesapları, tasarruf sahiplerinin bankayla kâr ve zarara ortak olduğu bir yapıyı ifade ederken, özel cari hesaplar herhangi bir getiri sağlamayan ve istenildiğinde çekilebilen fonlardan oluşmaktadır. Toplanan fonlar, faizsiz finans prensiplerine uygun yöntemlerle ekonomiye kazandırılmaktadır. Bu kapsamda katılım bankaları, murabaha (maliyet artı kâr esaslı satış), müşareke (kâr-zarar ortaklığı), mudarebe (emek-sermaye ortaklığı) ve icare (finansal kiralama) gibi yöntemlerle fon kullandırmaktadır. Ayrıca istisna ve selem gibi sözleşmeler yoluyla üretim ve ticaret faaliyetleri de desteklenmektedir. Bu yöntemler sayesinde katılım bankaları, finansal işlemleri doğrudan reel varlıklara dayandırarak ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

Tek Düzen Hesap Planına Göre Konut Kredileri;

140 Orta ve Uzun Vadeli Teminatlı Krediler

14020 Tüketici Kredileri

140200 Konut Kredileri

140201 Taşıt Kredileri

140202 İhtiyaç Kredileri

140203 Konut Teminatlı Tüketici Kredileri

1402030 Taşıt Kredileri

1402031 İhtiyaç Kredileri

140204 Diğer Gayrimenkul Kredileri

Düzenleyici çerçeve; Katılım bankaları, 5411 sayılı Bankacılık Kanunu kapsamında faaliyet göstermekte olup bankacılık sistemi içinde yer almaktadır (Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, 2024). Ayrıca katılım bankacılığına özgü işlemler, AAOIFI (Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions) standartları ve BDDK'nın ikincil düzenlemeleri çerçevesinde yürütülmektedir (AAOIFI, 2015; IFSB, 2018). Bu yapı, katılım bankalarının hem ulusal bankacılık hukukuna hem de uluslararası İslami finans standartlarına tabi olmasını sağlamaktadır.

Denetim Mekanizmaları; Katılım bankaları, BDDK'nın sürekli gözetimi ve denetimi altında olup ayrıca bağımsız denetim şirketleri, şer'i danışma kurulları ve iç kontrol mekanizmaları tarafından denetlenmektedir (IFSB, 2018; El-Gamal, 2006). Bu çok katmanlı denetim yapısı, hem finansal hem de dini uygunluk açısından kontrol sağlamaktadır. Türkiye'de ayrıca Türkiye Katılım Bankaları Birliği (TKBB) de sektörel rehberlik ve uyum süreçlerinde rol oynamaktadır.

Katılım bankalarında tüketici korunması, 5411 sayılı Bankacılık Kanunu ve Finansal Tüketicinin Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında sağlanmaktadır. Bu çerçevede sözleşme şeffaflığı, bilgilendirme yükümlülüğü ve haksız uygulamaların önlenmesi temel ilkeler arasında yer almaktadır (BDDK, 2024; IFSB, 2018). Ayrıca tüketiciler, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu ile birlikte Tüketici Hakem Heyetleri ve yargı mekanizmaları aracılığıyla korunmaktadır.

2.1.Türkiye'de Faaliyet Gösteren Katılım Bankaları

Türkiye'de katılım bankacılığı sektörü, 1980'li yıllarda özel finans kurumları ile başlamış ve günümüzde hem kamu hem de özel sermayeli bankaların yer aldığı dinamik bir yapıya dönüşmüştür. Güncel olarak sektörde faaliyet gösteren 9 adet Katılım Bankası bulunmaktadır (BDDK, 2024). Başlıca katılım bankaları; Albaraka Türk Katılım Bankası,1985 yılında kurulmuş olup Türkiye'de katılım bankacılığının öncüsüdür. Kuveyt Türk Katılım Bankası**,** 1989 yılında faaliyete başlamış, sektörde önemli paya sahip bankalardan biridir. Türkiye Finans Katılım Bankası, 2005 yılında Anadolu Finans ve Family Finans'ın birleşmesiyle kurulmuştur. Ziraat Katılım Bankası, 2015 yılında kamu sermayesiyle kurulmuş ve sektörde kamu bankacılığının temsilcisi olmuştur. Vakıf Katılım Bankası, 2015 yılında kurulmuş olup kamu destekli katılım bankalarından biridir. Türkiye Emlak Katılım Bankası, kökeni daha eskiye dayansa da katılım bankası olarak 2018 yılında yeniden yapılandırılarak faaliyete geçmiştir. Hayat Finans Katılım Bankası, 2022 yılında kurulmuştur. T.O.M. Katılım Bankası, 2022 yılında dijital banka olarak faaliyet izni almıştır. Dünya Katılım Bankası**,** 2023 yılında sektöre katılmıştır.

Banka Adı	Türü	Faaliyete Başlama	Durum
Albaraka Türk Katılım Bankası	Özel	1985	Aktif
Kuveyt Türk Katılım Bankası	Özel	1989	Aktif
Anadolu Finans	Özel	1991	Birleşti
Family Finans	Özel	1995	Birleşti
Asya Katılım Bankası	Özel	1996	Kapandı
Türkiye Finans Katılım Bankası	Özel	2005	Aktif
Ziraat Katılım Bankası	Kamu	2015	Aktif
Vakıf Katılım Bankası	Kamu	2016	Aktif
Emlak Katılım Bankası	Kamu	2019	Aktif

***Kaynak**: TKBB (Türkiye Katılım Bankaları Birliği) raporları, 10.05.2026*

Bu bankalar, kâr-zarar ortaklığına dayalı finansman modelleriyle faaliyet göstermekte olup Türkiye'de faizsiz finans sisteminin kurumsal omurgasını oluşturmaktadır. Özellikle son yıllarda kamu katılım bankalarının kurulması ve dijital katılım bankacılığının gelişmesi, sektörün hem büyümesini hem de çeşitlenmesini hızlandırmıştır.

2.2.Katılım Bankalarında Konut Finansmanı

Katılım bankalarında konut finansmanı süreci, faizsiz bankacılık ilkeleri çerçevesinde, özellikle Murabaha akdine dayalı olarak yürütülmektedir. Bu sistemde finansman, geleneksel bankacılıkta olduğu gibi borç para verme esasına değil; bankanın ilgili konutu satın alarak müşteriye vadeli ve kâr payı eklenmiş şekilde satması esasına dayanmaktadır. Dolayısıyla işlem, bir kredi ilişkisi yerine ticari bir alım-satım sözleşmesi niteliği taşımaktadır (Albaraka Türk Katılım Bankası, Vakıf Katılım Bankası).

Katılım bankalarından konut finansmanı temin süreci genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

İlk aşamada müşteri, satın almak istediği konut bilgileri ile birlikte ilgili katılım bankasına başvuruda bulunur. Bu aşamada banka, müşterinin gelir durumu, kredi geçmişi ve finansal yeterliliğini analiz ederek ön değerlendirme yapar (Vakıf Katılım Bankası).

İkinci aşamada ekspertiz süreci yürütülür. Banka, bağımsız ekspertiz firmaları aracılığıyla konutun piyasa değerini tespit eder. Bu değerleme sonucuna bağlı olarak genellikle ekspertiz bedelinin %80'ine kadar finansman sağlanabilmektedir (Emlak Katılım Bankası).

Üçüncü aşamada, Murabaha akdinin temel unsuru olarak banka, müşterinin talep ettiği konutu doğrudan satıcıdan satın alır. Bu işlem sonucunda konutun mülkiyeti kısa süreliğine bankaya geçmekte ve böylece işlem faizsiz finans prensiplerine uygun hale getirilmektedir (Emlak Katılım Bankası).

Dördüncü aşamada banka, satın aldığı konutu üzerine belirli bir kâr marjı ekleyerek müşteriye vadeli olarak satar. Taraflar arasında bu satışa ilişkin "finansman satış sözleşmesi" imzalanır ve ödeme planı (örneğin 120 ay vadeli) bu aşamada kesinleştirilir (Emlak Katılım Bankası).

Beşinci aşamada tapu ve teminat işlemleri gerçekleştirilir. Konutun mülkiyeti müşteriye devredilirken, banka alacağını teminat altına almak amacıyla taşınmaz üzerine ipotek tesis eder (Ziraat Katılım Bankası).

Son aşamada ise müşteri, sözleşmede belirlenen sabit taksitler doğrultusunda geri ödemelerini gerçekleştirir. Ödeme sürecinin tamamlanmasıyla birlikte finansman ilişkisi sona erer ve ipotek kaldırılır.

Sağladığı avantajlar; standart bankacılık sistemi, şeffaf ve güvenli, konutu hemen teslim alabilme olanağı sunmaktadır. Dezavantajları ise; kar payı oranlarının yüksek olması (sağlanan finansman tutarının 2-3 katının geri ödenmesi gibi), peşinat zorunluluğu (finansman, konutun expertiz tutarının %80'i olarak sağlandığı için), expertiz, DASK ve Konut Sigortası, Hayat sigortası gibi maliyetler.

Örnek Tablo:

3.000.000 TL Katılım Bankası Konut Finansmanı (Örnek)
Finansman tutarı: 3.000.000 TL
Vade: 120 ay (10 yıl)
Aylık kâr oranı: %2,2
Yöntem: Eşit taksitli (murabaha)

***Kaynak*:** *Kuveyt Türk Katılım Bankası, Konut Finansmanı Hesaplama Araçları (https://www.kuveytturk.com.tr/hesaplama-araclari/finansman-hesaplama, 10.05.2026)*

Özet Tablo:

Kalem	Tutar
Finansman Tutarı	3.000.000 TL
Toplam Geri Ödeme	7.830.000 TL
Toplam Kâr	4.830.000 TL
Aylık Taksit	65.250 TL

Kaynak: *Kuveyt Türk Katılım Bankası, Konut Finansmanı Hesaplama Araçları (https://www.kuveytturk.com.tr/hesaplama-araclari/finansman-hesaplama, 10.05.2026)*

Maliyet yapısı, klasik bankacılıktaki faiz oranı yerine kâr marjı, vade farkı ve işlem maliyetleri üzerinden şekillenmektedir. Murabaha yönteminde banka, gayrimenkulü peşin olarak satın alıp müşteriye vadeli satmakta; böylece maliyet, satın alma fiyatı üzerine eklenen kâr marjı ile belirlenmektedir (Türkiye Finans, t.y.). Bu yapı, faizsiz finans ilkesine uygun olmakla birlikte toplam maliyetin piyasa koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır (El-Gamal, 2006, ss. 64–79; Ayub, 2007, ss. 141–158). Murabaha temelli konut finansmanının maliyet açısından konvansiyonel kredi sistemine yakın seviyelerde olabildiği de vurgulanmaktadır (Siddiqi, 2006, ss. 10–18; Khan & Bhatti, 2008, ss. 712–716).

Sözleşme şeffaflığı açısından katılım bankaları, işlemin her aşamasında varlığın maliyetinin, kâr oranının ve ödeme planının açık şekilde belirtilmesini esas alınmaktadır (AAOIFI, 2015, ss. 212–218; IFSB, 2018, ss. 45–52). Bununla birlikte, murabaha işlemlerinin çok aşamalı yapısı nedeniyle uygulamada bilgi asimetrisi ve işlem karmaşıklığı oluşabileceği ifade edilmektedir (El-Gamal, 2006, ss. 81–92; Usmani, 2002, ss. 99–112). Sözleşme yapılarının teorik olarak şeffaf olmasına rağmen pratik uygulamada kullanıcıların tam bilgiye erişiminde farklılıklar olabileceğini göstermektedir (Aysan & Cevik, 2013, ss. 15–18; Ergeç & Arslan, 2013, ss. 219–221).

Katılım bankacılığı teorik olarak riskin taraflar arasında paylaşıldığı bir finansal model sunmaktadır; ancak murabaha temelli konut finansmanında riskin büyük ölçüde varlık teminatı üzerinden bankada toplandığı görülmektedir (Siddiqi, 2006, s. 15; Ayub, 2007, s. 307–308). Bankalar operasyonel risk, kredi riski ve şer'i uyum riski gibi farklı risk türleriyle karşı karşıyadır (IFSB, 2018, s. 139; Usmani, 2002, s. 187). Katılım bankalarının risk paylaşımı ilkesini kısmen uyguladığını, ancak pratikte riskin büyük kısmının finansal kurum tarafından üstlenildiğini ortaya koymaktadır (Aysan & Cevik, 2013, s. 43–45; Ergeç & Arslan, 2013, s. 2385–2387).

3.Tasarruf Finansman Şirketleri

Faizsiz tasarruf finansman şirketleri, bireylerin özellikle konut, taşıt ve benzeri varlıkları faizsiz yöntemlerle edinmelerini sağlamak amacıyla faaliyet gösteren finansal kuruluşlardır. Türkiye'de bu şirketler, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu denetiminde faaliyet göstermekte olup, sistemleri tasarrufa dayalı finansman modeli üzerine kuruludur. Bu modelde temel amaç, katılımcıların belirli bir plan dahilinde bir araya gelerek oluşturdukları fon havuzu aracılığıyla ihtiyaçlarını karşılamalarıdır.

Fon toplama süreci, katılımcıların sisteme dahil olurken belirli bir organizasyon ücreti ödemesi ve sonrasında düzenli tasarruf taksitleri yatırması şeklinde gerçekleşir. Katılımcılar genellikle çekilişli, sıralı veya peşinatlı gibi farklı plan türlerinden birini seçerek sisteme dahil olur. Bu süreçte toplanan tasarruflar, ortak bir havuzda

biriktirilir ve herhangi bir faiz getirisi söz konusu değildir. Sistem, katılımcılar arasında dayanışma ve karşılıklı finansman prensibine dayanır.

Fon kullandırımı ise, oluşturulan havuzdaki kaynakların belirlenen yöntem doğrultusunda katılımcılara tahsis edilmesiyle gerçekleşir. Çekilişli sistemde belirli dönemlerde yapılan kura ile, sıralı sistemde ise önceden belirlenen takvime göre katılımcılar finansman hakkı elde eder. Finansman hakkı kazanan katılımcıya, talep ettiği konut veya taşıt için gerekli tutar sağlanır ve ilgili varlık genellikle şirket güvencesiyle satın alınarak katılımcıya teslim edilir. Katılımcı, finansman aldıktan sonra kalan taksitlerini ödemeye devam eder. Sonuç olarak bu sistem, faizsiz finans ilkelerine uygun olarak işleyen ve bireylerin tasarruf disiplini kazanmasını sağlayan alternatif bir finansman modeli sunmaktadır.

Düzenleyici çerçeve; Tasarruf finansman şirketleri, uzun süre özel hukuk sözleşmeleri çerçevesinde faaliyet göstermiş, ancak 2021 yılında yürürlüğe giren 6361 sayılı Finansal Kiralama, Faktoring, Finansman ve Tasarruf Finansman Şirketleri Kanunu ile yasal zemine oturtulmuştur. Bu düzenleme ile şirketlerin kuruluşu, faaliyet izni, sermaye yeterliliği ve denetim süreçleri BDDK tarafından belirlenmiştir (BDDK, 2021; Resmî Gazete, 2021). Böylece sektör ilk kez sistematik bir çerçeveye alınmıştır. Tasarruf finansman sisteminin kurumsallaşması ve finansal sisteme entegrasyonu açısından önemli bir dönüm noktası olarak değerlendirilmektedir (Kaya & Doğan, 2021; Gök & Güneş, 2022).

Denetim Mekanizması; 2021 sonrası dönemde BDDK'ya bağlanmış olup şirketler sermaye yeterliliği, likidite oranları ve müşteri fonlarının korunması açısından düzenli olarak denetlenmektedir (BDDK, 2021). Ancak bu sistemin katılım bankalarına kıyasla daha yeni olması nedeniyle denetim uygulamalarının olgunlaşma sürecinde olduğu ifade edilmektedir (Arslan & Yıldırım, 2020; Özkan & Çevik, 2020).

Tasarruf finansman şirketlerinde tüketici korunması, 6361 sayılı Kanun kapsamında güvence altına alınmış olup özellikle müşteri fonlarının ayrıştırılması, teminat hesapları oluşturulması ve sözleşme iptali durumunda iade hükümleri ile desteklenmektedir (BDDK, 2021; Resmî Gazete, 2021). Bununla birlikte bu modelde tüketici bilgilendirme düzeyinin ve sözleşme karmaşıklığının tüketici algısını etkileyebildiği vurgulanmaktadır (Kaya & Doğan, 2021; Gök & Güneş, 2022).

3.1.Türkiye'de Faaliyet Gösteren Tasarruf Finansman Şirketleri

BDDK ve Finansal Kurumlar Birliği (FKB) verilerine göre sektörde yer alan başlıca tasarruf finansman şirketleri şunlardır:

Birevim Tasarruf Finansman A.Ş.

Eminevim Tasarruf Finansman A.Ş.

Fuzul Tasarruf Finansman A.Ş.

Katılımevim Tasarruf Finansman A.Ş.

Emlak Katılım Tasarruf Finansman A.Ş.

İmece Tasarruf Finansman A.Ş.

Albayrak Tasarruf Finansman A.Ş.

Adil Tasarruf Finansman A.Ş.

Sinpaş Tasarruf Finansman A.Ş.

BDDK düzenlemeleri sonrasında Türkiye'de faaliyet gösteren tasarruf finansman şirketleri belirli bir yasal çerçeveye alınmış olup sektörde yaklaşık 9 ana şirket aktif olarak faaliyet göstermektedir.

3.2. Tasarruf Finansman Şirketlerinde Konut Finansmanı

Tasarruf finansmanı modelinde süreç, katılımcının sisteme dahil olmasıyla başlamaktadır. Bu aşamada birey, almak istediği konutun yaklaşık değerini ve ödeme planını belirleyerek ilgili tasarruf finansman şirketi ile sözleşme imzalar. Türkiye'de faaliyet gösteren Eminevim ve FuzulEv gibi firmalar bu alanda öne çıkan

kurumlardır. Sözleşme kapsamında genellikle "organizasyon ücreti" adı altında bir hizmet bedeli alınmakta, bu bedel sistemin işletilmesi karşılığında tahsil edilmektedir.

İkinci aşama tasarruf sürecidir. Katılımcılar belirlenen aylık taksitleri ödeyerek ortak bir fon oluştururlar. Bu fon, sistemdeki diğer katılımcıların konut edinimini finanse etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yönüyle sistem, klasik anlamda bir kredi ilişkisine dayanmayıp, dayanışma esaslı bir finansman modeli olarak değerlendirilmektedir. Nitekim Türkiye Katılım Bankaları Birliği tarafından yayımlanan faizsiz finans raporlarında da bu tür modellerin risk paylaşımı ve tasarruf teşviki açısından önem taşıdığı vurgulanmaktadır.

Üçüncü aşama finansman (teslim) sürecidir. Bu aşamada katılımcılar, belirlenen yöntemlere göre konut finansmanına erişim hakkı elde ederler. Uygulamada en yaygın yöntemler çekilişli sistem, sıralı sistem ve peşinatlı erken teslim modelleridir. Çekilişli sistemde katılımcılar arasında yapılan kura sonucuna göre teslim tarihi belirlenirken, sıralı sistemde bu tarih baştan belirlenmektedir. Şirket, teslim zamanı geldiğinde katılımcının seçtiği konutu satın almakta veya bedelini doğrudan satıcıya ödemektedir.

Son aşama geri ödeme ve teminat sürecidir. Katılımcı, konut tesliminden sonra kalan taksitlerini ödemeye devam eder. Bu süreçte herhangi bir faiz uygulanmamakta, ödeme planı sözleşme başlangıcında sabitlenmektedir. Uygulamada konut genellikle katılımcı adına tescil edilmekte, ancak şirket alacağını teminat altına almak amacıyla ipotek tesis etmektedir. Borcun tamamlanmasıyla birlikte bu ipotek kaldırılmaktadır.

Sistemin sağladığı avantaj, düşük maliyet (organizasyon ücreti, finansman tutarının %7-%12 arası). Dezavantajları ise; her ne kadar kanuni düzenlemeler yapılmış olsa da henüz çok yeni bir sistem olması, konutun sözleşmedeki süreye göre alınabiliyor olmasıdır. Özellikle Türkiye gibi enflasyonist ortamın fazla olduğu ülkeler için risk teşkil etmektedir.

Örnek Tablo:

3.000.000 TL Faizsiz Tasarruf Finansmanı (Örnek)
Finansman tutarı: 3.000.000 TL
Vade: 120 ay (10 yıl)
Aylık ödeme: 25.000 TL (varsayım)
Organizasyon ücreti: %8 (ortalama piyasa varsayımı)
Yöntem: Çekilişli / sıralı tasarruf sistemi

Kaynak: *Eminevim ve FuzulEv resmi bilgilendirme içerikleri, 09.05.2026*

Kalem	Tutar
Finansman Tutarı	3.000.000 TL
Toplam Geri Ödeme	3.240.000 TL
Organizasyon Ücreti	240.000 TL
Toplam Maliyet	3.240.000 TL
Aylık Taksit	25.000 TL

Kaynak: *Eminevim ve FuzulEv resmi bilgilendirme içerikleri, 09.05.2026*

Maliyet Yapısı; Tasarruf finansman şirketlerinde konut finansmanı, faizsiz birikim esasına dayalı olarak katılımcıların oluşturduğu havuz sistemi üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu modelde katılımcılar belirli bir süre boyunca sisteme düzenli ödeme yapmakta ve finansman, kura veya sözleşmede belirlenen sıra yöntemiyle sağlanmaktadır (Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, 2021; BDDK, 2021). Maliyet yapısı, faiz yerine "organizasyon ücreti", "hizmet bedeli" ve idari giderler üzerinden şekillenmekte olup, bu durum toplam maliyetin katılımcının giriş planına göre değişkenlik göstermesine neden olmaktadır (Kaya & Doğan, 2021; Gök & Güneş, 2022). Bu sistemin, faiz içermemesi nedeniyle kullanıcılar tarafından daha düşük maliyetli algılandığı ancak toplam maliyetin bazı durumlarda dolaylı ücretler nedeniyle değişkenlik gösterebildiği ifade edilmektedir (Arslan & Yıldırım, 2020; Özkan & Çevik, 2020).

Sözleşme Şeffaflığı; Tasarruf finansman şirketlerinde sözleşme şeffaflığı, katılımcının ödeme planı, teslim süresi, organizasyon ücreti ve finansman sırasının açık şekilde belirlenmesine dayanır (BDDK, 2021; Kaya & Doğan, 2021). Ancak modelin kura, sıra ve plan değişkenlerine dayalı yapısı nedeniyle sözleşmelerin karmaşık olabildiği ve katılımcıların süreç hakkında tam bilgiye ulaşmasının her zaman kolay olmadığı belirtilmektedir (Gök & Güneş, 2022; Arslan & Yıldırım, 2020). Bu sistemde şeffaflık algısının katılımcının finansal okuryazarlık düzeyi ve sözleşme detaylarını anlama kapasitesine bağlı olarak değiştiğini vurgulamaktadır (Özkan & Çevik, 2020; Kaya & Doğan, 2021).

Risk Dağılımı; Tasarruf finansman modelinde risk, klasik bankacılık sisteminden farklı olarak kredi riskinden ziyade sistemin sürdürülebilirliği, katılımcı havuzunun devamlılığı ve likidite dengesi üzerine yoğunlaşmaktadır (BDDK, 2021; Arslan & Yıldırım, 2020). Katılımcı sayısındaki azalma veya ödeme aksaklıkları, sistemin işleyişini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle risk, finansal kurumdan çok kolektif katılım yapısı içerisinde dağıtılmaktadır (Kaya & Doğan, 2021; Gök & Güneş, 2022). Ayrıca operasyonel risk, organizasyonel risk ve teslimat gecikmesi riski gibi özgün risk türleri içerdiği ifade edilmektedir (Özkan & Çevik, 2020; Arslan & Yıldırım, 2020).

6. Sonuç

Türkiye'de faizsiz konut finansmanı alanında faaliyet gösteren katılım bankaları ile tasarruf finansman şirketlerini karşılaştırmalı olarak inceleyerek iki sistem arasındaki temel farklılıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tablo 1. Katılım Bankaları ile Tasarruf Finansman Şirketlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırma Kriteri	Katılım Bankaları	Tasarruf Finansman Şirketleri
Temel Sistem	Faizsiz bankacılık esasına dayalıdır	Dayanışma ve tasarruf havuzu esasına dayanır
Yasal Dayanak	5411 sayılı Bankacılık Kanunu	6361 sayılı Finansal Kiralama, Faktoring, Finansman ve Tasarruf Finansman Şirketleri Kanunu
Düzenleyici Kurum	BDDK	BDDK
Fon Toplama Yöntemi	Katılma hesabı, özel cari hesap, sukuk gibi yöntemlerle fon toplar	Müşterilerden aylık tasarruf ödemeleri toplayarak "tasarruf havuzu" oluşturur
Fon Toplamada Getiri Yapısı	Kar-zarar ortaklığı vardır; önceden kesin faiz taahhüdü verilmez	Katılımcılar sisteme tasarruf amacıyla ödeme yapar; doğrudan faiz veya mevduat getirisi yoktur
Ana Fon Kaynağı	Tasarruf sahiplerinin katılım fonları	Organizasyon sistemine katılan müşterilerin tasarrufları
Fon Kullandırma Yöntemi	Murabaha, müşareke, mudarebe, icara (leasing), sukuk gibi faizsiz finansman modelleri kullanılır	Sırası gelen katılımcıya konut, araç veya işyeri finansmanı tahsis edilir
Nakit Kredi Verme	Genellikle doğrudan nakit kredi yerine mal/hizmet finansmanı yapılır	Doğrudan kredi verilmez; sözleşmeye bağlı tahsisat yapılır
Kar Elde Etme Şekli	Ticaret, kira, ortaklık ve finansman işlemlerinden kar payı elde edilir	Organizasyon ücreti ve sistem yönetim gelirleri elde edilir
Risk Yapısı	Ticari faaliyet ve kar-zarar paylaşımı riski bulunur	Havuz yönetimi ve tahsisat sürekliliği riski bulunur
Teminat Yapısı	İpotek, kefalet, rehin kullanılabilir	Genellikle ipotek, kefil veya teslim teminatı alınır
Kullanım Alanı	Ticari, bireysel, yatırım ve dış ticaret finansmanı	Daha çok konut, araç ve çatılı işyeri edinimi
Faiz Uygulaması	Faiz kullanılmaz; kar payı sistemi uygulanır	Faiz uygulanmaz; organizasyon modeli vardır
Vade Yapısı	Finansman sözleşmesine göre değişir	Çekilişli, sıralı veya peşinatlı sistemlere göre değişir
Likidite Yönetimi	Katılım bankacılığı araçları ve kira sertifikaları kullanılır	Tasarruf fon havuzu ve ihtiyat fonu oluşturulur
Ek Maliyetler	Kar payı oranı ve işlem masrafları olabilir	Organizasyon ücreti temel maliyettir

Kaynak: *AAOIFI (2015); BDDK (2021, 2024); IFSB (2018); TKBB (2024); FKB (2025) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.*

Katılım bankaları ile tasarruf finansman şirketleri, Türkiye'de faizsiz finans sistemi içerisinde faaliyet göstermelerine rağmen fon toplama ve fon kullandırma yöntemleri bakımından önemli yapısal farklılıklar göstermektedir. Karşılaştırmalı tablo incelendiğinde, katılım bankalarının bankacılık sistemi içinde daha geniş ölçekli ve kurumsal bir finansman modeli sunduğu; tasarruf finansman şirketlerinin ise dayanışma ve tasarruf esaslı daha sınırlı fakat erişilebilir bir yapı oluşturduğu görülmektedir.

Katılım bankaları fon toplama sürecinde katılma hesapları ve kar-zarar ortaklığı prensibini kullanırken, topladıkları fonları murabaha, müşareke ve icara gibi faizsiz finansman yöntemleriyle ekonomiye kazandırmaktadır. Bu durum, katılım bankalarının yalnızca bireysel finansman değil aynı zamanda ticari ve yatırım amaçlı finansman ihtiyaçlarına da cevap verebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca finansman sürecinin daha hızlı ilerlemesi ve bankacılık altyapısının güçlü olması, katılım bankalarını daha geniş müşteri kitlesi açısından avantajlı hale getirmektedir.

Tasarruf finansman şirketleri ise klasik bankacılık mantığından farklı olarak tasarruf havuzu sistemiyle çalışmaktadır. Bu sistemde bireyler belirli süre boyunca düzenli tasarruf yaparak finansman hakkı elde etmektedir. Özellikle konut ve araç ediniminde peşinat oluşturmakta zorlanan bireyler açısından alternatif bir model sunmaktadır. Bununla birlikte finansmana erişim süresinin organizasyon yapısına bağlı olması ve teslim tarihlerinin değişebilmesi, sistemin temel sınırlılıkları arasında yer almaktadır.

Her iki sistemin ortak noktası faizsiz finans ilkelerine dayanmasıdır. Ancak uygulama bakımından katılım bankalarının ticaret ve bankacılık temelli, tasarruf finansman şirketlerinin ise dayanışma ve organizasyon temelli bir modele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda katılım bankaları daha profesyonel ve çok yönlü finansman hizmeti sunarken, tasarruf finansman şirketleri belirli ihtiyaç gruplarına yönelik alternatif bir finansman yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bireylerin tercih edeceği finansman modeli; finansmana erişim süresi, maliyet beklentisi, risk algısı ve kullanım amacı gibi unsurlara göre değişmektedir. Finansal sistem içerisindeki çeşitliliğin artması açısından her iki yapının da faizsiz finans sektörüne önemli katkı sağladığı değerlendirilmektedir.

Kaynakça

AAOIFI. (2015). Shari'ah standards. Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions.

Arslan, B., & Yıldırım, E. (2020). Tasarruf finansman şirketlerinde risk ve organizasyon yapısı üzerine bir inceleme. Finansal Araştırmalar Dergisi, 12(3), 45–62.

Aysan, A. F., & Cevik, E. I. (2013). Turkey's Islamic banking experience: Growth, constraints and prospects. Islamic Economic Studies, 21(2), 1–24.

Ayub, M. (2007). Understanding Islamic finance. Wiley.

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu. (2021). Tasarruf finansman şirketleri düzenleme ve denetim çerçevesi. Erişim tarihi: 6 Mayıs 2026, https://www.bddk.org.tr

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu. (2024). 2024 faaliyet raporu. Erişim tarihi: 26 Nisan 2026, https://www.bddk.org.tr

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu. (2024). Türk bankacılık sektörü istatistikleri. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2026, https://www.bddk.org.tr

El-Gamal, M. A. (2006). Islamic finance: Law, economics, and practice. Cambridge University Press.

Emlak Katılım Bankası. Konut finansmanı ve murabaha işlemleri. Erişim tarihi: 29 Nisan 2026, https://www.emlakkatilim.com.tr

Eminevim. Resmî bilgilendirme içerikleri. Erişim tarihi: 28 Nisan 2026, https://www.eminevim.com

Ergeç, E. H., & Arslan, B. G. (2013). Participation banking and efficiency analysis in Turkey. International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management, 6(3), 213–224.

Finansal Kurumlar Birliği. (2025). Faaliyet raporu 2025 (s. 45). Erişim tarihi: 8 Mayıs 2026, https://www.fkb.org.tr

FuzulEv. Resmî bilgilendirme içerikleri. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2026, https://www.fuzulev.com.tr

Gök, R., & Güneş, S. (2022). Türkiye'de faizsiz finans modellerinin gelişimi ve tasarruf finansman sistemi. Ekonomi ve Finans Çalışmaları Dergisi, 6(1), 77–95.

IFSB. (2018). Islamic financial services industry stability report. Islamic Financial Services Board.

Kaya, H., & Doğan, M. (2021). Tasarruf finansman sistemlerinin Türkiye'de gelişimi ve değerlendirilmesi. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(2), 101–118.

Khan, F., & Bhatti, M. (2008). Islamic banking and finance: On its way to globalization. Managerial Finance, 34(10), 708–725.

Özkan, A., & Çevik, E. (2020). Alternatif konut finansman modellerinin karşılaştırmalı analizi. İktisadi Araştırmalar Dergisi, 14(2), 55–73.

Resmî Gazete. (2021). 6361 sayılı finansal kiralama, faktoring, finansman ve tasarruf finansman şirketleri kanunu değişiklikleri. Erişim tarihi: 1 Mayıs 2026, https://www.resmigazete.gov.tr

Siddiqi, M. N. (2006). Islamic banking and finance in theory and practice. Islamic Research and Training Institute.

Türkiye Finans. Murabaha finansmanı nedir? Erişim tarihi: 10 Mayıs 2026, https://www.turkiyefinans.com.tr

Türkiye Katılım Bankaları Birliği. (2024). Katılım bankacılığı sektörü verileri ve raporları. Erişim tarihi: 6 Mayıs 2026, https://www.tkbb.org.tr

Usmani, M. T. (2002). An introduction to Islamic finance. Idara Isha'at-e-Diniyat.

Vakıf Katılım Bankası. Bireysel finansman ürünleri ve başvuru süreçleri. Erişim tarihi: 4 Mayıs 2026, https://www.vakifkatilim.com.tr

Ziraat Katılım Bankası. Konut finansmanı uygulamaları. Erişim tarihi: 2 Mayıs 2026, https://www.ziraatkatilim.com.tr

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE ÇEVRESEL VERGİLERİNİN ROLÜ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Gamze Yıldız ŞEREN

Doç. Dr, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye, Tekirdağ, Türkiye. (Sorumlu Yazar) ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5063-1172

Ömer ESEN

Prof. Dr, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye, Tekirdağ, Türkiye. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4762-9282

Özet

Bu çalışma, çevresel vergilerin iklim değişikliği üzerindeki etkisini 1995-2023 dönemi için 35 OECD ülkesi örnekleminde ampirik olarak incelemektedir. Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı Pedroni panel eş-bütünleşme testi ile analiz edilmiştir. Uzun dönem katsayıları ise Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) ve Tam Modifiye Edilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular, çevresel vergilerin karbon emisyonlarını azaltıcı yönde etkide bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte kişi başı gelir ve enerji kullanımının karbon emisyonlarını artırdığı, yenilenebilir enerji arzının ise çevresel kaliteyi iyileştirici etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Bulgular, çevresel vergilerin çevresel dışsallıkları azaltmada önemli bir politika aracı olduğunu; ancak tek başına yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, çevresel vergilerin etkinliğinin yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği politikaları ve sürdürülebilir üretim süreçleriyle desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çalışmanın sonuçları, politika yapıcılar açısından çevre dostu vergi politikalarının geliştirilmesine katkı sunarken, piyasa aktörleri açısından enerji maliyetleri ve düşük karbonlu dönüşüm sürecine ilişkin önemli çıkarımlar ortaya koymaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamında özellikle SDG 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) ile SDG 13 (İklim Eylemi) hedefleriyle uyumlu politika tasarımlarına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Çevresel Vergiler, OECD

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL TAXES IN COMBATING CLIMATE CHANGE: AN ANALYSIS OF OECD COUNTRIES

Abstract

This study empirically examines the impact of environmental taxes on climate change in a sample of 35 OECD countries for the period 1995-2023. The existence of long-term relationships among the variables was analyzed using the Pedroni panel cointegration test. Long-term coefficients were estimated using Dynamic Least Squares (DOLS) and Fully Modified Least Squares (FMOLS) methods. The findings indicate that environmental taxes have a reducing effect on carbon emissions. However, per capita income and energy use were found to increase carbon emissions, while renewable energy supply improves environmental quality. The findings reveal that environmental taxes are an important policy tool for reducing environmental externalities; however, they are not sufficient on their own. This suggests that the effectiveness of environmental taxes should be supported by renewable energy investments, energy efficiency policies, and sustainable production processes. The results of the study contribute to the development of environmentally friendly tax policies for policymakers, while offering important implications for market actors regarding energy costs and the low-carbon transition process. Furthermore, the findings contribute to policy designs aligned with the United Nations Sustainable Development Goals, particularly SDG 7 (Affordable and Clean Energy) and SDG 13 (Climate Action).

Keywords: Climate Change, Environmental Taxes, OECD

1. Giriş

Küresel ısınmanın seyrine ve bunun dünya üzerindeki etkilerine işaret eden iklim değişikliği sistematik bir dönüşümü ifade etmektedir (WEF, 2026 :24). Özellikle sanayileşme sonrasında çevresel bozulmaların hızlanması küresel ölçekli riskler meydana getirmiş, fosil yakıt kullanımının artması, doğal kaynakların tüketilmesi, sürdürülebilirliği dikkate almayan üretim ve tüketim süreçleri karbon emisyonlarının yükselmesine, çevresel kayıp ve tahribatların derinleşmesine sebebiyet vermiştir (Nuta, 2025: 1). İklim değişikliği 21.yüzyılın en önemli sorunlarından birisidir. Başta sera gazı emisyonları ve arazi kullanımı değişikliği gibi insanların iklim üzerindeki müdahaleleri 19.yüzyıldan günümüze hava sıcaklığını yaklaşık 0.8 °C artırmıştır. İklim koşullarının değişmesi seller, orman yangınları, fırtınalar, aşırı sıcaklar gibi iklim ve hava olaylarının sık ve şiddetli yaşanmasına sebebiyet vermektedir. İklim değişikliğinin sadece çevre üzerinde değil, sosyal ve ekonomik koşullarla insan sağlığı üzerinde de kritik etkileri söz konusudur. Son yıllarda küresel sıcaklıklarda meydana gelen yükselişler iklim değişikliğinin söz konusu etkilerini daha da görünür hale getirmiştir. Nitekim sıcaklıkların sanayi öncesi seviyelerin 1,5 °C üzerine çıkması, küresel sıcaklık ortalamalarının da rekor seviyelere ulaştığını göstermektedir. Bu durum Paris Anlaşması'ndaki uzun dönemli 1,5 °C sınırının tamamen aşıldığı anlamına gelmemekle birlikte kritik iklim eşiğine yaklaşıldığına işaret etmektedir. Söz konusu gelişmeler karbon emisyonlarının azaltılması noktasında etkili politika araçlarının önemini artırmakta, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen uygulamaları küresel manada her geçen gün daha da önemli hale getirmektedir (Feulner, 2015: 5; WHO, 2023; UNEP, 2023: XVI).

Dünya Ekonomik Forumu'nun yayımlamış olduğu Global Risks Report'ta küresel risk görünümü üzerinde etkide bulunan yapısal güçler: teknolojik hızlanma, jeostratejik dönüşüm, iklim değişikliği ve demografik ayrışma olarak sıralanmıştır. Bu bağlamda söz konusu yapısal güçler birbiriyle etkileşime girerek küresel ölçekte mevcut kırılganlıkları derinleştirmektedir. Bu noktada iklim değişikliği, sadece çevresel bir problem olmanın ötesinde küresel ölçekte yapısal dönüşümlerin temel bir bileşeni haline gelmiştir (WEF, 2026 :24). Geleneksel politikaların dönüştürücü bir değişime sebebiyet vermemesi; enerji yapısına, iklim değişikliğini azaltma teknolojilerine ve çevresel mali politikalara daha fazla odaklanılması gerekliliğine dikkati çekmiştir (Bashir et al, 2025: 8174)

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve çevresel tehditlerin çözüme kavuşturulmasında çevre vergileri kritik politika araçlarından birisidir (Bashir et al, 2025: 8174; Murad et al, 2025: 1-2). Yeşil maliye politikalarından birisi olarak değerlendirilebilecek çevre vergileri, kontrol temelli bir yaklaşım gerektirmemesi, çarpan etkisine ve düşük idari maliyetlere sahip olması, kapsayıcı ve adil büyüme sürecini desteklemesi gibi özellikleri sebebiyle güçlü bir araç olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra çevre vergileri pek çok sürdürülebilir kalkınma amacına katkı sağlayarak ortak fayda yaratabilmektedir. (Bashir et al, 2025: 8175; World Bank, 2026). Çevre vergileri kirletici faaliyetleri üzerinde meydana getirdiği mali baskılarla çevreye zararlı uygulamalara devam edilmesine yönelik caydırıcı bir etki yaratmaktadır. İyi tasarlanmış çevre vergileri iklim değişikliğine yönelik iyileşmeler sağlayarak sürdürülebilir politikalara katkıda bulunabilir (Murad et al, 2025: 1-2).

Çevre vergileri gelir elde etme amacından farklı olarak davranışlar üzerinde değişim etkisi meydana getirmektedir. Çevre vergileri ile üretim maliyetlerinin artması, firmaları çevreye duyarlı teknoloji ve yöntemler geliştirmeye yönlendirmektedir. Bu noktada ekonomik aktörlerin mali yükü ve azalan çevresel maliyetler arasındaki dengenin dikkate alınması gerekir. Diğer türlü refah düzeyinde gerilemeler meydana gelebilir. (Ha, 2024: 3). Çevre vergileri ve dışsallık arasında yakın bir bağ söz konusudur. Sera gazı ve kirleticiler ciddi negatif dışsallıklara sebebiyet vermektedir. Bu durum sağlık sorunlarına, kirlilik kontrol maliyetlerine, kaynak kıtlığına ve diğer sosyal maliyetlerin meydana gelmesine sebep olmaktadır. 20.yüzyılın başlarında Marshall ve A.C. Pigou tarafından geliştirilen dışsallık teorisi çevre sorunlarının ekonomik sebeplerini izah eden temel teorilerden birisidir. Burada ekonomik faaliyetler pozitif ve negatif dışsallıklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Dışsallıklar kaynak dağılımı ve ekonomik etkinlik üzerinde etkili olduğundan Pigou vergilerle çevresel negatif dışsallıkların (sera gazı emisyonlarının) düzeltilmesi gerektiğini savunmuştur. Buradaki temel hareket noktası çevresel dışsal maliyetlerin içselleştirilmesidir. Piyasa işlemlerine kirliliğin sosyal maliyetlerinin dahil edilmesiyle Pigoucu vergiler sürdürülebilir davranışları teşvik etmekte, ayrıca kaynak tahsisindeki bozulmaları düzeltebilmektedir (He et al., 2023:1445; Murad et al., 2025: 1-2). Sonuç olarak, çevre vergileri küresel kamu ve çevre politikaları üzerinde kritik etkiler meydana getirerek ekonomi üzerinde dikkate değer sonuçlar doğurabilmektedir. Söz konusu etkiler uygulanan çevre vergisinin türüne göre değişim sergileyebilir (Ha, 2024: 3). Çevre vergileri çift yönlü fayda sağlama potansiyeline sahiptir. İlk kazanç, söz konusu vergilerin temiz üretimi ve tüketimi teşvik etme yoluyla kirliliği azaltması ve çevresel kaliteyi

iyileştirmesidir. İkinci kazanç ise çevre vergilerinden elde edilen gelirlerin yenilenebilir enerji projelerini ve yeşil yatırımları finanse etmesidir (Murad et al., 2025: 1-2).

İklim değişikliğine yönelik yürütülen mücadelenin aksaması veyahut gecikmesi toplumsal refah üzerinde önemli maliyetler yaratarak bugüne değin elde edilen kazanımların ve onlarca yıllık kalkınma ilerlemesinin de zayıflamasına sebebiyet verebilir (WHO, 2023, World Bank, 2026). Bu sebeple karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik politika araçlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, çevre vergileri -kirletici faaliyetleri üzerine yüklediği çevresel dışsallık maliyetleriyle- etkin maliye politikası araçlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada, iklim değişikliğiyle mücadelede çevresel vergilerin rolü analiz edilmiş ve çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde ilgili alan yazın irdelenmiş, üçüncü bölümde model ve veri seti sunulmuş, dördüncü bölümde ekonometrik analiz yöntemi aktarılmış ve ampirik bulgular ele alınmıştır. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar doğrultusunda politika önerilerine yer verilmiştir.

2. Literatür İncelemesi

Çevresel vergiler, çevresel dışsallıkların fiyatlandırılması ve kirletici faaliyetlerin maliyetinin artırılması yoluyla çevre kirliliğini azaltmayı amaçlayan piyasa temelli politika araçları arasında yer almaktadır. "Kirleten öder" ilkesi çerçevesinde tasarlanan bu vergiler, üretici ve tüketicilerin çevreye zarar veren faaliyetlerden uzaklaşmasını; daha temiz enerji kaynaklarına, düşük karbonlu teknolojilere ve çevre dostu üretim süreçlerine yönelmesini teşvik etmektedir. Bu nedenle özellikle OECD ve Avrupa Birliği ülkelerinde çevresel vergilerin karbon emisyonları ve genel çevresel kalite üzerindeki etkisini inceleyen geniş bir ampirik literatür oluşmuştur. Bu literatürde bazı çalışmalar çevresel vergilerin çevre kirliliğini azaltmada etkili olduğunu ortaya koyarken, bazı çalışmalar ise bu etkinin vergi tasarımı, muafiyetler, sektörlerin fiyat duyarlılığı ve gelirlerin kullanım biçimine bağlı olarak sınırlı kalabileceğini vurgulamaktadır.

Literatürde çevresel vergilerin çevre kirliliğini azaltıcı etkisini destekleyen önemli sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin Bohlin (1998), Floros ve Vlachou (2005), Lu vd. (2010), Miller ve Vela (2013), Onofrei vd. (2017), Alper (2017), Andersson (2019), Ghazouani vd. (2020), Hao vd. (2020), Behera vd. (2025) ve Liu (2025) gibi çalışmalar, çevresel vergilerin farklı ülke ve ülke gruplarında karbon emisyonları başta olmak üzere çeşitli kirletici göstergeleri azaltıcı yönde etkide bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmaların ortak bulgusu, çevresel vergilerin kirletici faaliyetlerin maliyetini artırarak ekonomik karar birimlerinin üretim ve tüketim tercihlerini daha çevreci alternatiflere yöneltebildiği şeklindedir. Bu yönüyle çevresel vergiler, yalnızca kamu geliri sağlayan araçlar değil, aynı zamanda çevresel maliyetlerin fiyat mekanizmasına dâhil edilmesini sağlayan düzenleyici araçlar olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Hu vd. (2023), Çin'de çevresel vergi reformlarının kısa dönemde firmaların yeşil inovasyon ve çevresel yatırımlarını artırmaktan ziyade "greenwashing" davranışlarını teşvik edebildiğini ortaya koymuştur. Bu durum, bazı firmaların çevresel düzenlemelere gerçek üretim dönüşümü yerine çevreci görünüm stratejileriyle uyum sağlamaya çalıştığını göstermektedir. Dolayısıyla çevresel vergilerin etkinliği yalnızca vergi oranlarına değil; denetim mekanizmalarına, kurumsal çevre bilincine ve politika tasarımına da bağlıdır.

Benzer şekilde, Aydın ve Esen (2018), 1995-2013 döneminde 15 AB ülkesinde çevreyle ilgili vergiler ile CO_2 emisyonları arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi dinamik panel eşik regresyon modeliyle incelemiştir. Çalışmada çevresel vergilerin etkisinin belirli eşik seviyelerine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Bulgular, çevresel vergi yükü belirli bir düzeyin üzerine çıktığında, çevreyle ilgili vergilerin CO_2 emisyonları üzerindeki etkisinin anlamlı biçimde azaltıcı hale geldiğini göstermektedir. Ancak ulaşım vergileri açısından aynı güçlü etkinin gözlenmemesi, bazı sektörlerde talebin fiyat değişimlerine sınırlı tepki vermesi nedeniyle çevresel vergilerin etkisinin zayıflayabileceğine işaret etmektedir.

Esen vd. (2021) ise çevreyle ilgili vergilerin çevresel performans üzerindeki etkisini AB-15 ülkeleri için 1995-2016 döneminde panel düzgün geçiş regresyonu yöntemiyle ele almıştır. Çalışmada çevresel performans yalnızca karbon emisyonları üzerinden değil, ekolojik denge ve ekolojik açık göstergeleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bulgular, çevresel vergi gelirlerinin belirli bir eşik seviyesini aşması durumunda ekolojik açıkları azaltıcı yönde etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, çevresel vergilerin etkili olabilmesi için yalnızca uygulanmasının yeterli olmadığını; vergi oranlarının, kapsamının ve politika tasarımının da belirli bir etkinlik düzeyine ulaşması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye için Esen ve Dündar (2021), 1994-2017 dönemi için enerji vergilerinin karbon ayak izi üzerindeki etkisini Johansen eş-bütünleşme testi ile DOLS ve FMOLS tahmincileri kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu ve enerji vergilerindeki artışın uzun dönemde karbon ayak izini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, enerji vergilerinin çevreye zararlı üretim ve tüketim davranışlarını maliyet kanalıyla etkileyerek çevresel kaliteyi iyileştirebileceğini göstermektedir.

Daha güncel çalışmalar çevresel vergilerin yalnızca emisyon azaltımı üzerindeki etkisine değil, sürdürülebilir kalkınma ve refah boyutuna da odaklanmaktadır. Esen vd. (2025), 26 Avrupa Birliği ülkesinde 2012-2022 döneminde çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini Fractional Frequency Flexible Fourier Form panel eş-bütünleşme testi ile incelemiştir. Çalışmada çevresel vergiler ile sürdürülebilir kalkınma arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu ve kısa dönemde ortaya çıkabilecek uyum maliyetlerine rağmen çevresel vergilerin uzun dönemde sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, çevresel vergilerin iklim eylemi, yeşil dönüşüm ve insani gelişme hedefleriyle uyumlu biçimde tasarlanması halinde daha geniş bir kalkınma etkisi yaratabileceğini göstermektedir.

Lu vd. (2025), Çin'de çevre koruma ücretlerinin çevre vergisine dönüştürülmesinin sanayi sektöründeki yeşil gelişim üzerindeki etkisini incelemiştir. Difference-in-Differences yöntemiyle elde edilen bulgular, çevre vergisi reformunun firmaların yeşil toplam faktör verimliliğini artırdığını göstermektedir. Etkinin özellikle devlet destekli ve yüksek kirletici sektörlerde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Çalışma ayrıca çevre vergilerinin kaynak tahsisindeki etkinliği artırarak ve yeşil inovasyonu teşvik ederek sürdürülebilir sanayi dönüşümüne katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Kamil vd. (2025), çevresel vergiler ve yönetişimin karbon emisyonları üzerindeki etkisini 23 Afrika ülkesi için 1994-2020 dönemi kapsamında incelemiştir. Çalışmada MMQR ve 2SLS yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulgular, çevresel vergilerin karbon emisyonlarını azaltıcı yönde etkide bulunduğunu göstermektedir. Ancak yönetişim kalitesinin bu ilişki üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Çalışma, çevresel vergilerin etkinliğinin kurumsal kapasite, denetim mekanizmaları ve kamu katılımı ile desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Liu (2025), doğal kaynak rantları, fintech gelişimi, çevresel vergiler, yeşil finansman, kentleşme ve ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini Çin örneğinde 1970-2022 dönemi için incelemiştir. Çalışmada NARDL yöntemi kullanılmıştır. Bulgular, çevresel vergilerin kısa dönemde uyum maliyetleri nedeniyle emisyonları artırabildiğini, ancak uzun dönemde karbon emisyonlarını azaltıcı etkide bulunduğunu göstermektedir. Çalışma ayrıca fintech gelişimi, yeşil finansman ve sürdürülebilir kentleşmenin düşük karbonlu kalkınma sürecini desteklediğini vurgulamaktadır.

Behera vd. (2025), çevresel vergilerin hava kirliliği üzerindeki etkisini 39 gelişmiş ülke için 1995-2020 dönemi kapsamında incelemiştir. Çalışmada MMQR, CS-ARDL ve Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testlerinden yararlanılmıştır. Bulgular, çevresel vergilerin PM2.5 kirliliğini azaltıcı yönde etkide bulunduğunu ve bu etkinin düşük kirlilik düzeyine sahip ülkelerde daha güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ve orman varlığının da hava kalitesini iyileştirici etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Bununla birlikte literatürde çevresel vergilerin etkisinin sınırlı veya zayıf olduğunu ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır. Bruvoll ve Larsen (2004), Gerlagh ve Lise (2005), Hotunluoğlu ve Tekeli (2007), Lin ve Li (2011), Loganathan vd. (2014), Silajdzic ve Mehic (2018) ve Leitão (2025) ve Doğan (2026), gibi çalışmalar, çevresel vergilerin kirliliği azaltıcı etkisinin her zaman güçlü olmadığını vurgulamaktadır. Bu çalışmaların bir kısmında etkinin sınırlı kalması; vergi muafiyetleri, indirimler, bazı sektörlerde enerji talebinin esnek olmaması, karbon vergilerinin tüm emisyon kaynaklarını kapsayamaması ve çevresel vergilerin çevresel amaçlardan çok gelir artırıcı bir mali araç olarak kullanılmasıyla açıklanmaktadır.

Örneğin Bruvoll ve Larsen (2004), Norveç'te karbon vergisinin kirletici emisyonlar üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığını ve bu durumun büyük ölçüde kapsamlı vergi muafiyetleri ile verginin uygulandığı sektörlerdeki düşük fiyat esnekliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Benzer biçimde Lin ve Li (2011), bazı Kuzey Avrupa ülkelerinde karbon vergilerinin emisyonları azaltıcı etkisinin muafiyet ve indirim uygulamaları nedeniyle zayıfladığını ortaya koymuştur. Liobikienė vd. (2019) ise AB ülkelerinde enerji vergilerinin sera gazı emisyonları üzerinde beklenen düzeyde etkili olmadığını ve çevre vergisi politikalarının daha kapsamlı reformlarla desteklenmesi gerektiğini ileri sürmüştür.

Bir diğer çalışmada Kartal (2024), çevresel vergilerin çevresel kalite üzerindeki etkisini G7 ülkeleri için 1995Q1-2020Q4 dönemi kapsamında incelemiştir. Çalışmada kantil yöntemleriyle elde edilen bulgular, çevresel vergilerin etkisinin ülkelere ve vergi türlerine göre farklılaştığını göstermektedir. Özellikle bazı ülkelerde çevresel vergilerin çevresel kaliteyi iyileştirdiği, bazı ülkelerde ise etkisinin sınırlı veya olumsuz olabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çevresel vergilerin etkinliğinin ülke koşulları ve politika tasarımına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Leitão (2025), çevresel vergilerin karbon emisyonları üzerindeki etkisini 38 OECD ülkesi için 1995-2022 dönemi kapsamında incelemiştir. Çalışmada FMOLS, DOLS, kantil regresyon ve sistem GMM yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulgular, çevresel vergilerin karbon emisyonlarını azaltmak yerine artırıcı bir etki oluşturabildiğini göstermektedir.

Esen ve Yıldırım (2025), ulaştırma temelli çevre vergilerinin ulaştırma sektöründen kaynaklanan CO_2 emisyonları üzerindeki etkisini 1994-2021 dönemi için 60 ülke örnekleminde incelemiştir. Pedroni ve Westerlund eşbütünleşme testleri ile PMG ve DFE tahmincilerinden elde edilen bulgular, ulaştırma temelli çevre vergilerinin kısa ve uzun dönemde emisyonları azaltmada yeterince etkili olmadığını göstermektedir. Çalışmada, ulaştırma sektörünün düşük talep esnekliği nedeniyle vergi artışlarının beklenen çevresel etkiyi oluşturamadığı ve sürdürülebilir ulaşım yatırımlarıyla desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Doğan (2026), çevresel vergiler, ekonomik büyüme ve sanayileşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini 15 ülke için 2009-2024 dönemi kapsamında incelemiştir. Çalışmada panel ARDL ve PMG tahmincisi kullanılmıştır. Bulgular, çevresel vergilerin uzun dönemde karbon emisyonlarını artırabildiğini, kısa dönemde ise emisyonları azaltıcı etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir. Çalışmada bu durum; çevresel vergi gelirlerinin etkin çevre yatırımlarına yönlendirilememesi ve politika uygulamalarındaki yapısal eksikliklerle açıklanmaktadır. Ayrıca ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin karbon emisyonlarını artırdığı tespit edilmiştir.

Genel olarak literatür değerlendirildiğinde, çevresel vergilerin karbon emisyonlarını ve çevresel bozulmayı azaltma potansiyeline sahip olduğu, ancak bu etkinin otomatik olarak ortaya çıkmadığı görülmektedir. Vergilerin çevresel etkinliği; vergi oranlarının yeterliliğine, kapsamına, sektörlere tanınan muafiyet ve istisnalara, enerji talebinin fiyat esnekliğine, yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesine ve elde edilen gelirlerin çevresel amaçlara yönlendirilmesine bağlıdır. Bu çalışma, söz konusu literatüre 35 OECD ülkesi için 1995-2023 döneminde çevresel vergilerin karbon emisyonları üzerindeki uzun dönemli etkisini inceleyerek katkı sunmaktadır. Ayrıca ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji arzı değişkenlerini modele dâhil ederek çevresel vergilerin iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünü daha bütüncül bir çerçevede değerlendirmektedir.

3. Model ve Veri Seti

Bu çalışma, çevresel vergilerin iklim değişikliği üzerindeki etkisini OECD ülkeleri örnekleminde ampirik olarak incelemektedir. Bu kapsamda, çevresel vergi gelirlerinin karbon dioksit emisyonları üzerindeki uzun dönemli etkisi analiz edilmekte; ayrıca kişi başına gelir, enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji arzı gibi iklim değişikliğiyle yakından ilişkili kontrol değişkenleri modele dâhil edilmektedir. Çalışmada 35 OECD ülkesi (Avustralya, Avusturya, Belçika, Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Meksika, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye ve Birleşik Krallık) için 1995-2023 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Ülke ve dönem seçiminde veri mevcudiyeti belirleyici olmuştur. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlar ve veri kaynakları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişken Tanımları ve Veri Kaynakları

Değişken Kodu	Değişken Adı	Açıklama	Veri Kaynağı
LNCO2	Kişi başına Karbon Dioksit Emisyonu	Kişi başına düşen karbon dioksit emisyonlarını (t CO_2 eşdeğeri/kişi) ifade etmektedir.	World Bank (2026)
LNETAX	Çevresel Vergi Gelirleri	Çevreyle ilişkili vergi gelirlerini (milyon ABD doları) göstermektedir.	OECD (2026)
LNGDPPC	Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	Cari ABD doları cinsinden kişi başına düşen geliri ifade etmektedir.	World Bank (2026)
LNENERGY	Enerji Kullanımı	Kişi başına düşen enerji kullanımını (kg petrol eşdeğeri) göstermektedir.	World Bank (2026)
REN	Yenilenebilir Enerji Arzı	Toplam enerji arzı içerisindeki yenilenebilir enerjinin payını (%) göstermektedir.	OECD (2026)

Tablo 1'de görüldüğü üzere, çalışmanın bağımlı değişkeni kişi başına düşen karbon dioksit emisyonlarını ifade eden LNCO2 değişkenidir. Çalışmanın temel açıklayıcı değişkeni ise çevreyle ilişkili vergi gelirlerini gösteren LNETAX değişkenidir. Bunun yanında, ekonomik gelişmişlik düzeyini temsilen kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (LNGDPPC), enerji tüketim yapısını yansıtmak amacıyla kişi başına enerji kullanımı (LNENERGY) ve enerji dönüşüm sürecini dikkate almak için toplam enerji arzı içerisindeki yenilenebilir enerji payı (REN) modele dâhil edilmiştir. LNCO2, LNGDPPC ve LNENERGY değişkenleri World Bank (2026) veri tabanından; LNETAX ve REN değişkenleri ise OECD (2026) veri tabanından elde edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada tahmin edilen ampirik model Eşitlik (1)'de gösterilmektedir.

$$lnCO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 lnETAX_{it} + \beta_2 lnGDPPC_{it} + \beta_3 lnENERGY_{it} + \beta_4 REN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de yer alan lnCO2, kişi başına düşen karbon dioksit emisyonlarının doğal logaritmasını ifade etmektedir. Modelin temel açıklayıcı değişkeni olan lnETAX, çevresel vergi gelirlerinin doğal logaritmasını göstermektedir. lnGDPPC kişi başına gelirin, lnENERGY ise kişi başına enerji kullanımının doğal logaritmasını temsil etmektedir. REN değişkeni toplam enerji arzı içinde yenilenebilir enerjinin payını göstermektedir. Modelde yer alan εit hata terimini ifade ederken, i ülkeleri (i=1,…,N), t ise zaman boyutunu (t=1,…,T) göstermektedir. Bu model aracılığıyla çevresel vergilerin karbon emisyonları üzerindeki etkisi, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji arzı kontrol edilerek analiz edilmektedir.

4. Ekonometrik Analiz

Panel veri analizlerinde değişkenler arasında sahte regresyon sorunuyla karşılaşmamak ve uzun dönemli ilişkilerin güvenilir biçimde incelenebilmesi için öncelikle serilerin durağanlık özelliklerinin test edilmesi gerekmektedir (Esen ve Bayrak, 2015). Bu doğrultuda çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediğini belirlemek amacıyla panel veri literatüründe yaygın olarak kullanılan Levin, Lin ve Chu (2002), Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999) ile Choi (2001) panel birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Değişkenlere ilişkin panel birim kök testi sonuçları Tablo 2'te sunulmaktadır.

Tablo 2. Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Düzey Değeri				
Değişkenler	**Levin, Lin & Chu (LLC) t-ist.**	**Im, Pesaran & Shin (IPS) w-ist.**	**ADF – Fisher (Maddala ve Wu) χ^2-ist.**	**PP – Fisher (Choi) χ^2-ist.**
LNCO2	8.89288	10.9496	27.0474	17.2859
LNETAX	2.37169	1.73634	81.3684	92.8033**
LNDGPPC	-1.62925***	2.84897	39.5054	32.8464
LNENERGY	4.85135	6.62757	40.3381	42.9803
REN	11.9074	8.88248	64.8141	49.6023
Birinci Farklar				
Değişkenler	**Levin, Lin & Chu (LLC) t-ist.**	**Im, Pesaran & Shin (IPS) w-ist.**	**ADF – Fisher (Maddala ve Wu) χ^2-ist.**	**PP – Fisher (Choi) χ^2-ist.**
LNCO2	-22.7826*	-23.2686*	558.176*	662.769*
LNETAX	-9.29187*	-13.4893*	312.088*	517.999*
LNDGPPC	-19.0492*	-16.9692*	389.108*	382.538*
LNENERGY	-28.3262*	-27.5097*	657.178*	709.171*
REN	-7.31328	-16.3354	505.766	615.770
Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.				

Tablo 2'te yer alan panel birim kök testi sonuçları incelendiğinde, değişkenlerin düzey değerlerinde genel olarak durağan olmadıkları görülmektedir. Her ne kadar LNDGPPC değişkeni LLC testinde ve LNETAX değişkeni PP-Fisher testinde istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermiş olsa da testlerin genel çoğunluğu değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök içerdiğine işaret etmektedir. Buna karşılık değişkenlerin birinci farkları alındığında tüm değişkenlerin aynı seviyede durağan hale geldikleri görülmektedir. Elde edilen bu bulgular, serilerin I(1) sürecine sahip olduğunu ve değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin araştırılabilmesi için eş-bütünleşme analizinin uygulanabileceğini göstermektedir.

Değişkenlerin aynı seviyede durağan olduğunun belirlenmesinin ardından, seriler arasında uzun dönemli bir eş-bütünleşme ilişkisinin bulunup bulunmadığını incelemek amacıyla Pedroni (1999; 2004) panel eş-bütünleşme testi uygulanmıştır. Pedroni eş-bütünleşme testi, panel veri setlerinde hem kesit içi hem de kesitler arası istatistikler aracılığıyla uzun dönemli ilişkinin varlığını değerlendirmesi bakımından yaygın biçimde tercih edilmektedir. Değişkenlere ilişkin panel eş-bütünleşme testi sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Pedroni Panel Eş-bütünleşme Testi Sonuçları

H_0: Değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi yoktur.		
Bağımlı Değişken: lnCFP		
Test: Kesit-İçi	**Değer (prob)**	**Karar**
Panel v	-0.467569 (0.6800)	H_0:Kabul
Panel rho	0.608083 (0.7284)	H_0:Kabul
Panel PP	-6.749402* (0.0000)	H_0: Ret
Panel ADF	-7.239017* (0.0000)	H_0: Ret
Test: Kesitler-Arası	**Değer (prob)**	**Karar**
Group rho	3.092022 (0.9990)	H_0:Kabul
Group PP	-8.948261* (0.0000)	H_0: Ret
Group ADF	-8.908160* (0.0000)	H_0: Ret

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir. Gecikme uzunluğu SIC'göre otomatik seçilmiştir.

Tablo 3'te yer alan Pedroni panel eş-bütünleşme testi sonuçları incelendiğinde, özellikle Panel PP, Panel ADF, Group PP ve Group ADF istatistiklerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar,

"değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi yoktur" şeklindeki sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Her ne kadar üç test istatistikleri sıfır hipotezini desteklese de Pedroni yaklaşımında özellikle PP ve ADF tabanlı istatistiklerin daha güçlü sonuçlar sunduğu kabul edilmektedir. Ayrıca yedi test istatistiğinin dördünün eş-bütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmesi de değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğu yönündeki bulguları desteklemektedir. Dolayısıyla elde edilen bulgular, çevresel vergiler, karbon emisyonları, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji arzı arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Değişkenler arasında uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinin ardından, bu ilişkinin yönünün ve büyüklüğünün belirlenebilmesi amacıyla uzun dönem katsayı tahmincilerine başvurulmuştur. Bu doğrultuda çalışmada panel veri analizlerinde eş-bütünleşik seriler için yaygın olarak kullanılan Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) ve Tam Modifiye Edilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) tahmin yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen panel DOLS ve FMOLS tahmin sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. DOLS ve FMOLS Test sonuçları

Variables	DOLS	FMOLS
	β	*β*
LNETAX	-0.011386*** (0.0657)	-0.036062*** (0.0911)
LNDGPPC	0.030102* (0.0004)	0.041908** (0.0435)
LNENERGY	0.871388* (0.0000)	1.014021* (0.0000)
REN	-0.011210* (0.0000)	-0.042581** (0.0442)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan uzun dönem katsayı tahmin sonuçları, DOLS ve FMOLS tahmincilerinin büyük ölçüde birbirini desteklediğini göstermektedir. Bulgulara göre çevresel vergi gelirleri (LNETAX) karbon emisyonları üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Bu durum, çevresel vergilerin kirletici faaliyetlerin maliyetini artırarak karbon emisyonlarını azaltıcı yönde etkide bulunduğunu göstermektedir. Ancak katsayıların görece düşük olması, çevresel vergilerin tek başına iklim değişikliğiyle mücadelede yeterli olmayabileceğine işaret etmektedir. Bu durumun temel nedenleri arasında çevresel vergi oranlarının yetersiz kalması, fosil yakıt bağımlılığının devam etmesi, enerji yoğun üretim yapıları ve çevresel vergi gelirlerinin etkin çevre politikalarına yeterince yönlendirilememesi sayılabilir. Ayrıca birçok ülkede çevresel vergilerin çevresel amaçlardan ziyade kamu gelirlerini artırıcı ve bütçe açıklarını azaltıcı bir mali araç olarak değerlendirilmesi de bu vergilerin etkinliğini sınırlandırabilmektedir. Bunun yanında, firmaların uluslararası rekabet gücünü korumak amacıyla uygulanan vergi muafiyetleri, istisnalar ve teşvik mekanizmaları da çevresel vergilerin kirletici faaliyetleri azaltıcı etkisini zayıflatabilmektedir.

Diğer taraftan kişi başına gelir (LNGDPPC) ve enerji kullanımı (LNENERGY) değişkenlerinin karbon emisyonlarını artırdığı görülmektedir. Özellikle enerji kullanım katsayısının yüksek ve güçlü biçimde anlamlı olması, enerji tüketimindeki artışın karbon emisyonları üzerindeki belirleyici etkisini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, OECD ülkelerinde ekonomik faaliyetlerin halen önemli ölçüde enerji tüketimine bağlı sürdürüldüğünü göstermektedir. Enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi desteklediği, ancak enerjiye dayalı büyüme yapısının çevresel baskıları artırabildiği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Esen ve Bayrak, 2017). Buna karşılık yenilenebilir enerji arzı (REN) değişkeninin negatif katsayıya sahip olması, yenilenebilir enerji kullanımının karbon emisyonlarını azaltıcı bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgular genel olarak literatürde çevresel vergiler ve yenilenebilir enerji kullanımının çevresel kaliteyi iyileştirdiğini ortaya koyan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, çevresel vergilerin iklim değişikliği üzerindeki etkisi 35 OECD ülkesi için 1995-2023 dönemi yıllık verileri kullanılarak ampirik olarak incelenmiştir. Analiz kapsamında çevresel vergi gelirlerinin karbon dioksit emisyonları üzerindeki etkisi; kişi başına gelir, enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji arzı değişkenleri kontrol edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunup

bulunmadığını belirlemek amacıyla Pedroni panel eş-bütünleşme testi kullanılmıştır. Uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesinde ise DOLS ve FMOLS yöntemlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca çevresel vergi gelirlerinin karbon emisyonlarını azaltıcı yönde etkide bulunduğu; buna karşılık ekonomik büyüme ve enerji kullanımının karbon emisyonlarını artırdığı, yenilenebilir enerji arzının ise emisyonları azaltıcı bir rol üstlendiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular iktisadi açıdan değerlendirildiğinde, çevresel vergilerin çevresel dışsallıkları azaltmada işlevsel bir politika aracı olduğu görülmektedir. Ancak katsayıların görece düşük düzeyde kalması, mevcut çevresel vergi uygulamalarının iklim değişikliğiyle mücadelede tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. Özellikle OECD ülkelerinde ekonomik büyümenin ve üretim süreçlerinin halen büyük ölçüde enerji tüketimine dayanması, karbon emisyonlarının artışında enerji kullanımının belirleyici rolünü sürdürdüğüne işaret etmektedir. Bunun yanında birçok ülkede çevresel vergilerin çevresel dönüşümden ziyade mali gelir yaratma amacıyla kullanılması, çevresel etkinliğin sınırlı kalmasına neden olabilmektedir. Firmaların rekabet gücünü korumaya yönelik muafiyet ve istisna uygulamaları da çevresel vergilerin kirletici faaliyetleri azaltıcı etkisini zayıflatabilmektedir.

Bu doğrultuda politika yapıcıların çevresel vergileri yalnızca gelir artırıcı bir mali araç olarak değil, sürdürülebilir çevre politikalarının temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirmesi önem taşımaktadır. Çevresel vergilerin etkinliğinin artırılabilmesi için karbon yoğun sektörlere yönelik vergi istisnalarının gözden geçirilmesi, çevresel vergi gelirlerinin yenilenebilir enerji yatırımları ve yeşil dönüşüm projelerine yönlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca enerji verimliliğini artırıcı politikaların desteklenmesi, temiz üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, çevresel vergilerin iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili sonuçlar üretmesine katkı sağlayabilir. Bu kapsamda çevresel vergilerin diğer çevre ve enerji politikalarıyla koordineli biçimde uygulanması, net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılması açısından kritik önem taşımaktadır.

Kaynakça

Alper, A. E. (2017). Analysis of carbon tax on selected European countries: Does carbon tax reduce emissions. *Applied Economics and Finance*, *5*(1), 29-36. https://doi.org/10.11114/aef.v5i1.2843

Andersson, J. J. (2019). Carbon taxes and CO2 emissions: Sweden as a case study. *American Economic Journal: Economic Policy*, *11*(4), 1-30. https://doi.org/10.1257/pol.20170144

Aydin, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, *61*(13), 2396-2420. https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731

Bashir, M. F., Jamaani, F., Troise, C., & Bresciani, S. (2025). Assessing the impact of environmental taxes, energy structure and renewable energy investments on climate change: empirical evidence from top-10 polluting economies. *Sustainable Development*, *33*(6), 8174-8189.

Behera, D. K., Sahoo, B., & Mohanty, R. K. (2025). Air pollution and environmental tax: exploring the dynamics in developed nations. *Environmental and Sustainability Indicators*, 27, 100805. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100805

Bohlin, F. (1998). The Swedish carbon dioxide tax: effects on biofuel use and carbon dioxide emissions. *Biomass and bioenergy*, *15*(4-5), 283-291. https://doi.org/10.1016/S0961-9534(98)00036-1

Bruvoll, A., & Larsen, B. M. (2004). Greenhouse gas emissions in Norway: Do carbon taxes work? *Energy Policy, 32*(4), 493–505. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00151-4

Bruvoll, A., & Larsen, B. M. (2017). Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work?. *Energy policy*, 32(4), 493-505. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00151-4

Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of international money and Finance*, *20*(2), 249-272. https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6

Doğan, F. C. (2026). The impact of environmental taxes, economic growth and industrialization on carbon emissions: an empirical analysis on selected countries. *Economics and Environment*, *96*(1), 1297-1297. https://doi.org/10.34659/eis.2026.96.1.1297

Esen, Ö., & Bayrak, M. (2015). The relationship between government expenditure and economic growth: An application on Turkish republics in transition process. *Bilig*, (73), 231-248.

Esen, Ö., & Bayrak, M. (2017). Does more energy consumption support economic growth in net energy-importing countries?. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, *22*(42), 75-98. https://doi.org/10.1108/JEFAS-01-2017-0015

Esen, Ö., & Dündar, M. (2021). Do energy taxes reduce the carbon footprint? Evidence from Turkey. *JOEEP: Journal of emerging economies and policy*, *6*(2), 179-186.

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Bayrak, M. (2025). *The dynamic role of environmental taxes in promoting sustainable development in EU economies: New evidence from a fractional frequency flexible Fourier form panel cointegration test*. International Congress of Recycling Economy and Sustainability Policy-III, Baku, Azerbaijan.

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2021). Pollute less or tax more? Asymmetries in the EU environmental taxes–Ecological balance nexus. *Environmental impact assessment review*, *91*, 106662. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106662

Feulner, G. (2015). Global challenges: Climate change. *Global Challenges*, *1*(1), 5-6.

Floros, N., & Vlachou, A. (2005). Energy demand and energy-related CO2 emissions in Greek manufacturing: Assessing the impact of a carbon tax. *Energy Economics, 27*(3), 387–413. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.12.006

Gerlagh, R., & Lise, W. (2005). Carbon taxes: A drop in the ocean, or a drop that erodes the stone? The effect of carbon taxes on technological change. *Ecological Economics, 54*(2), 241–260. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.12.037

Ghazouani, A., Xia, W., Ben Jebli, M., & Shahzad, U. (2020). Exploring the role of carbon taxation policies on CO2 emissions: contextual evidence from tax implementation and non-implementation European Countries. *Sustainability*, *12*(20), 8680. https://doi.org/10.3390/su12208680

Ha, L. T. (2024). The role of environmental tax in guiding global climate policies to mitigate climate changes in European region. Natural Resource Modeling, 37(4), e12412.

Hao, L. N., Umar, M., Khan, Z., & Ali, W. (2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: how critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is?. *Science of the Total Environment*, *752*, 141853. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141853

He, P., Zhang, S., Wang, L., & Ning, J. (2023). Will environmental taxes help to mitigate climate change? A comparative study based on OECD countries. *Economic Analysis and Policy*, *78*, 1440-1464.

Hotunluoğlu, H., & Tekeli, R. (2007). Karbon vergisinin ekonomik analizi ve etkileri: Karbon vergisinin emisyon azaltıcı etkisi var mı? *Sosyoekonomi, 6*(6), 107–126.

Hu, S., Wang, A., & Du, K. (2023). Environmental tax reform and greenwashing: evidence from Chinese listed companies. *Energy Economics*, *124*, 106873. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106873

Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, *115*(1), 53-74. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7

Kamil, R., Appiah, K. O., Agana, J. A., & Saeed, U. F. (2025). Advancing carbon neutrality agenda: Does governance quality and environmental tax matter? Evidence from novel MMQR and heterogeneous analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 1-30. https://doi.org/10.1007/s10668-025-06099-2

Kartal, M. T. (2024). Impact of environmental tax on ensuring environmental quality: Quantile-based evidence from G7 countries. *Journal of cleaner production*, *440*, 140874. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140874

Leitao, N. C. (2025). The Impact of Environmental Taxes and Renewable Energy on Carbon Dioxide Emissions in OECD Countries. *Energies*, *18*(10), 2543. https://doi.org/10.3390/en18102543

Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, *108*(1), 1-24. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7

Lin, B., & Li, X. (2011). The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions. *Energy Policy, 39*(9), 5137–5146. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.050

Liobikienė, G., Butkus, M., & Matuzevičiūtė, K. (2019). The contribution of energy taxes to climate change policy in the European Union (EU). *Resources*, *8*(2), 63. https://doi.org/10.3390/resources8020063

Liu, Y. (2025). Whether fintech, natural resources, green finance and environmental tax affect CO2 emissions in China? A step towards green initiatives. *Energy*, *320*, 135181. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.135181

Loganathan, N., Shahbaz, M., & Taha, R. (2014). The link between green taxation and economic growth on CO2 emissions: fresh evidence from Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *38*, 1083-1091. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.057

Lu, C., Tong, Q., & Liu, X. (2010). The impacts of carbon tax and complementary policies on Chinese economy. *Energy Policy, 38*(11), 7278–7285. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.055

Lu, Z., Gou, D., Yang, L., Wu, Z., & Feng, H. (2025). The impact of environmental tax reform on industrial green development: evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, *13*, 1593549. https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1593549

Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *61*(S1), 631-652. https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631

Miller, S., & Vela, M. A. (2013). *Are environmentally related taxes effective?* (Inter-American Development Bank Working Paper No. IDB-WP-467). https://doi.org/10.2139/ssrn.2367708

Murad, S. W., Rahman, A., & Mohsin, A. K. M. (2025). From policy to progress: Environmental taxation to mitigate air pollution in OECD countries. *Journal of Environmental Management*, *374*, 124143.

Nuta, F. M. (2025). The significance of climate policy stringency, environmental taxation, and public debt in addressing climate change challenges. *Journal of Environmental Management*, *392*, 126924.

OECD (2026). *OECD Data Explorer*. (accessed on 20.04.2026), https://data-explorer.oecd.org/

Onofrei, M., Vintilă, G., Dascalu, E. D., Roman, A., & Firtescu, B. N. (2017). The impact of environmental tax reform on greenhouse gas emissions: Empirical evidence from European countries. *Environmental Engineering and Management Journal, 16*(12), 2843–2849.

Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *61*(S1), 653-670. https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653

Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory*, *20*(3), 597-625. https://doi.org/10.1017/S0266466604203073

Silajdzic, S., & Mehic, E. (2018). Do environmental taxes pay off? The impact of energy and transport taxes on CO2 emissions in transition economies. *South East European Journal of Economics and Business*, *13*(2), 126-143. https://doi.org/10.2478/jeb-2018-0016

UNEP. (2023). Emissions Gap Report 2023. Broken Record Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again). Retrieved: 23.05.2026, from https://wedocs.unep.org/rest/api/core/bitstreams/ad8dea00-b147-49c9-aafc-9e070fafacd5/content

WEF. (2026). *The Global Risks Report 2026. 21st Edition.* Geneva. Retrieved: 23.05.2026, from https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2026.pdf

WHO. (2023). Climate change. Retrieved: 23.05.2026, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

World Bank (2026). *World Development Indicators*. (accessed on 20.04.2026), https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

World Bank. (2026). Global tax program, environmental tax. Retrieved: 23.05.2026, from https://www.worldbank.org/en/programs/the-global-tax-program/environmental-taxes#1

Yıldırım, D. Ç., & Esen, Ö. (2025). Ulaşım Sektöründen Kaynaklanan CO_2 Emisyonlarının Azaltılmasında Ulaşım Temelli Çevresel Vergilerin Rolü. In *4th International Symposium on Automotive Science and Technology (ISASTECH 2025)* (pp. 18-20).

VERİ YÖNETİMİ: SAĞLIK KURUMLARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Halise EROĞLU

Bilim Uzmanı, Sağlık Bakanlığı, Akkuş Devlet Hastanesi, ORCID 0009-0006-7364-989X

Murat TÜRK

Doç.Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, ORCID 0000-0002-7415-8965

İlhan EROĞLU

Prof. Dr., Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, ORCID 0000-0003-4711-1165

Özet

Sağlık sektöründe dijitalleşme sürecinin hız kazanmasıyla birlikte veri analitiği uygulamalarının kullanımında önemli bir artış yaşanmaktadır. Sağlık kurumlarında üretilen büyük hacimli verilerin etkin biçimde yönetilmesi; tıbbi görüntüleme, hastalıkların erken tanısı, salgınların izlenmesi, klinik karar destek sistemleri ve hizmet süreçlerinin iyileştirilmesi gibi birçok alanda stratejik avantajlar sağlamaktadır. Veri yönetimi ve analitik çözümler sayesinde sağlık hizmetleri daha sistematik, hızlı ve verimli bir yapıya kavuşmaktadır.

Son yıllarda sağlık veri yönetimi; teknolojik altyapılar, yapay zekâ uygulamaları ve bilimsel araştırmaların odağında yer alan önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. Sağlık veri analitiği üzerine gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, bu alanın hem kurumsal yönetim süreçlerinde hem de hasta bakım kalitesinin artırılmasında geniş bir uygulama potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, sağlık kurumlarında veri yönetimi süreçleri ile büyük veri analitiğine dayalı karar alma mekanizmaları ele alınmaktadır. Ayrıca sağlık yöneticilerine rehberlik edebilecek temel veri analizi yöntemleri değerlendirilerek, sağlık hizmetlerinde verimlilik, kalite ve kaynak kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri analitiği, sağlık, büyük veri, makine öğrenimi, veri madenciliği, sağlık bilişimi, sağlık hizmetleri.

DATA MANAGEMENT: AN ASSESSMENT OF HEALTHCARE INSTITUTIONS

Abstract

As the digital transformation process in the healthcare sector gains momentum, there has been a significant increase in the use of data analytics applications. The effective management of the large volumes of data generated by healthcare institutions provides strategic advantages in many areas, including medical imaging, early disease diagnosis, outbreak monitoring, clinical decision support systems, and the improvement of service processes. Thanks to data management and analytical solutions, healthcare services are becoming more systematic, faster, and more efficient.

In recent years, healthcare data management has become a key area of focus in technological infrastructure, artificial intelligence applications, and scientific research. An examination of studies on healthcare data analytics reveals that this field holds broad application potential in both organizational management processes and the enhancement of patient care quality.

This paper addresses data management processes in healthcare institutions and decision-making mechanisms based on big data analytics. Additionally, by evaluating fundamental data analysis methods that can guide healthcare administrators, recommendations are presented to enhance efficiency, quality, and the effective use of resources in healthcare services.

Keywords: Data analytics, Healthcare, Review, Machine learning, Data mining, Health informatics, Healthcare

1. Giriş

Sağlık hizmetlerinde veri analitiği, sağlık verilerinden anlamlı bilgiler ve yeni içgörüler elde ederek tanı, tedavi ve bakım süreçlerini desteklemeyi amaçlamaktadır. Veri analitiği uygulamaları, klinik karar alma mekanizmalarının geliştirilmesine katkı sağlarken, sağlık hizmetlerinin etkinlik, verimlilik ve kalitesinin artırılmasında da önemli bir rol üstlenmektedir. Son yıllarda bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, veri depolama ve işleme maliyetlerinin azalması ile birlikte veri analitiği yöntemlerinin sağlık sektöründe kullanımını hızla artırmıştır. Ayrıca bazı analitik yöntemlerin belirli alanlarda insan performansına yakın veya daha başarılı sonuçlar üretebildiği görülmektedir.

Sağlık sektöründe elektronik sağlık kayıtları, laboratuvar sonuçları, tıbbi görüntüler, giyilebilir teknolojiler ve hasta izleme sistemleri gibi çok çeşitli kaynaklardan büyük miktarda veri üretilmektedir. Bu durum, büyük veri analitiği uygulamalarını sağlık hizmetlerinin önemli bir bileşeni hâline getirmiştir. Büyük veri analitiği sayesinde hastalıkların erken teşhisi, salgınların izlenmesi, kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi ve sağlık kaynaklarının daha etkin yönetilmesi mümkün olabilmektedir.

Literatürde veri, büyük veri ve veri analitiği kavramlarının sıklıkla birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte veri analitiği, yalnızca büyük veri uygulamalarını değil; istatistiksel analiz, veri madenciliği, makine öğrenimi ve yapay zekâ gibi çeşitli yöntem ve teknikleri de kapsamaktadır. Bu yöntemler çoğu zaman birbirleriyle ilişkili olup benzer algoritmalar farklı amaçlarla kullanılabilmektedir. Ayrıca araştırmaların bazıları genel analitik yaklaşımlara odaklanırken, bazıları sınıflandırma ve kümeleme gibi görevleri ya da karar ağaçları ve yapay sinir ağları gibi belirli teknikleri ele almaktadır.

Sağlık hizmetlerinde veri analitiğine ilişkin kavramsal ve terminolojik farklılıklar göz önünde bulundurularak bu çalışmada konu geniş bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Bu kapsamda öncelikle verinin tanımı ele alınacak, ardından sağlık hizmetlerinde verinin kullanım alanları ve önemi incelenecek, daha sonra büyük veri uygulamalarının sağlık sektöründeki yeri ve katkıları değerlendirilecektir. Çalışmanın sonunda ise elde edilen bulgular doğrultusunda genel bir değerlendirme yapılarak sonuç ve önerilere yer verilecektir.

2. Veri Yönetimi Kavramsal Yaklaşım

Veri, belirli bir amaç doğrultusunda toplanan, depolanan, işlenen ve analiz edilen niteliksel veya niceliksel bilgi bütünüdür. Sayılar, metinler, görüntüler, ses kayıtları ve diğer dijital içerikler veri olarak değerlendirilebilmektedir. Veri tek başına sınırlı bir anlam taşırken, uygun yöntemlerle analiz edilip yorumlandığında bilgiye dönüşmekte ve karar alma süreçlerine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle verinin doğru şekilde toplanması, güvenli biçimde saklanması ve etkin yöntemlerle analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Veriler genel olarak yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış veri olmak üzere üç temel kategoride sınıflandırılmaktadır. Yapılandırılmış veriler belirli bir formatta düzenlenmiş ve kolayca analiz edilebilir nitelikteki verilerden oluşurken, yapılandırılmamış veriler metin, görüntü ve video gibi önceden belirlenmiş bir yapıya sahip olmayan verileri kapsamaktadır. Yarı yapılandırılmış veriler ise her iki veri türünün özelliklerini kısmen taşıyan ve belirli etiketler veya işaretleyiciler yardımıyla organize edilen veri türleridir.

Dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte üretilen veri miktarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Uluslararası Veri Kurumu (IDC) verilerine göre, 2005 yılında yaklaşık 130 exabayt olan dijital veri hacmi, 2017 yılı itibarıyla yaklaşık 16.000 exabayta ulaşmıştır. IDC'nin projeksiyonları, dijital evrenin büyüklüğünün önümüzdeki yıllarda 40.000 exabaytı aşacağını göstermektedir. Bu büyüme, bireylerin ve kurumların veri üretim ve tüketim düzeylerinin hızla arttığını ortaya koymaktadır.

Günümüzde büyük veri setleri; kamu yönetimi, güvenlik, sağlık, eğitim ve şehir planlama gibi birçok alanda stratejik bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Politika yapıcılar ve kurumlar, suç ve terörle mücadele, sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi, kaynakların etkin kullanımı ve akıllı şehir uygulamalarının hayata geçirilmesi gibi amaçlarla veriden yararlanmaktadır. Araştırmalar, veri odaklı yönetim anlayışını benimseyen işletmelerin rakiplerine kıyasla daha yüksek verimlilik ve kârlılık düzeylerine ulaştığını göstermektedir. Bu durum, verinin günümüzde ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel unsurlarından biri hâline geldiğini ve kuruluşların karar alma süreçlerinde veriye dayalı yaklaşımlara yönelmelerini teşvik ettiğini ortaya koymaktadır.

Büyük veri kavramı, verinin yalnızca miktarını değil, aynı zamanda yönetimi ve kullanımını etkileyen çeşitli özelliklerini de kapsamaktadır. Literatürde büyük veriyi tanımlamak için yaygın olarak kullanılan yaklaşım,

"5V" modeli olarak adlandırılan beş temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler hacim (volume), hız (velocity), çeşitlilik (variety), doğruluk (veracity) ve değer (value) olarak sıralanmaktadır (Molinari ve Nollo, 2020; Sasubilli ve Kumar, 2020).

İlk bileşen olan hacim (volume); üretilen ve depolanan veri miktarını ifade etmektedir. Dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte bireyler, kurumlar ve cihazlar tarafından her gün çok büyük miktarlarda veri üretilmektedir. Elektronik sağlık kayıtları, sosyal medya platformları, sensörler, mobil cihazlar ve nesnelerin interneti uygulamaları bu veri artışının temel kaynakları arasında yer almaktadır. Veri hacmindeki sürekli büyüme, kurumların daha güçlü depolama altyapılarına ve gelişmiş analiz sistemlerine ihtiyaç duymasına neden olmaktadır.

İkinci bileşen olan hız (velocity); verinin üretilme, aktarılma ve işlenme hızını ifade etmektedir. Günümüzde birçok veri kaynağı gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın biçimde sürekli veri üretmektedir. Özellikle sağlık sektöründe hasta takip sistemleri, yoğun bakım monitörleri ve giyilebilir teknolojilerden elde edilen verilerin anlık olarak analiz edilmesi hayati önem taşıyabilmektedir. Bu nedenle kurumların, hızlı veri akışını yönetebilecek ve zamanında karar alınmasını sağlayabilecek teknolojilere sahip olması gerekmektedir.

Üçüncü bileşen olan çeşitlilik (variety); farklı format ve türlerdeki verilerin varlığını ifade etmektedir. Günümüzde veriler yalnızca tablo ve veri tabanı kayıtlarından oluşmamakta; metin, görüntü, video, ses kayıtları, sensör verileri ve sosyal medya içerikleri gibi çok çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir. Bu veriler yapılandırılmış, yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış biçimde olabilir. Veri türlerindeki bu çeşitlilik, verilerin entegrasyonu, depolanması ve analiz edilmesi süreçlerini daha karmaşık hâle getirmektedir.

Dördüncü bileşen olan doğruluk (veracity); verinin güvenilirliği, tutarlılığı ve kalitesi ile ilgilidir. Büyük veri ortamlarında farklı kaynaklardan gelen veriler eksik, hatalı, güncelliğini yitirmiş veya yanıltıcı bilgiler içerebilmektedir. Bu nedenle veri kalitesinin sağlanması, elde edilen analiz sonuçlarının güvenilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle sağlık hizmetlerinde yanlış veya eksik veriler, hatalı klinik kararların alınmasına neden olabileceğinden doğruluk unsuru daha da önemli hâle gelmektedir.

Beşinci ve son bileşen olan değer (value) ise; verinin kurumsal ve toplumsal faydaya dönüştürülebilme kapasitesini ifade etmektedir. Büyük miktarda veriye sahip olmak tek başına bir avantaj sağlamamaktadır. Verinin uygun yöntemlerle analiz edilmesi, anlamlı bilgiye dönüştürülmesi ve karar alma süreçlerinde kullanılması gerekmektedir. Veri analitiği sayesinde kurumlar operasyonel verimliliklerini artırabilir, maliyetlerini azaltabilir ve daha etkili stratejik kararlar alabilirler. Sağlık sektöründe ise veri değeri; hastalıkların erken teşhisi, tedavi süreçlerinin iyileştirilmesi, sağlık kaynaklarının etkin kullanımı ve hasta memnuniyetinin artırılması gibi önemli çıktılarla kendini göstermektedir.

Sonuç olarak 5V modeli, büyük verinin temel özelliklerini açıklayan kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Hacim, hız, çeşitlilik, doğruluk ve değer unsurlarının birlikte değerlendirilmesi, büyük veri projelerinin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle sağlık hizmetlerinde bu bileşenlerin etkin şekilde yönetilmesi, veri odaklı karar alma süreçlerinin geliştirilmesine ve sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

3. Sağlık Kurumlarında Verinin Önemi

Sağlık sektöründe dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte veri, sağlık hizmetlerinin en önemli stratejik kaynaklarından biri hâline gelmiştir. Günümüzde hastaneler, aile sağlığı merkezleri, laboratuvarlar ve diğer sağlık kuruluşları tarafından üretilen büyük miktardaki veriler, gelişmiş sunucu sistemleri ve veri depolama teknolojileri aracılığıyla saklanmakta ve yönetilmektedir (Onyemachi ve Nonyelum, 2019). Elektronik sağlık kayıtları, laboratuvar sonuçları, tıbbi görüntüler, reçete bilgileri ve hasta takip sistemlerinden elde edilen veriler, sağlık hizmetlerinin planlanması ve sunulmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Sağlık hizmetlerinde verinin etkin kullanımı, hasta bakım kalitesinin artırılmasına ve sağlık süreçlerinin daha verimli yönetilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Veri temelli uygulamalar sayesinde hastaların sağlık geçmişine hızlı ve güvenli bir şekilde erişilebilmekte, hastalıkların teşhis ve tedavi süreçleri daha doğru biçimde yürütülebilmektedir. Ayrıca sağlık profesyonelleri, kapsamlı veri analizlerinden yararlanarak klinik kararlarını daha güçlü kanıtlara dayandırabilmekte ve olası riskleri önceden tespit edebilmektedir (Patil vd., 2018)..

Verinin sağlık sektöründeki bir diğer önemli katkısı, koruyucu sağlık hizmetlerinin geliştirilmesidir. Büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli uygulamalar sayesinde hastalık riskleri önceden belirlenebilmekte, salgınların yayılımı takip edilebilmekte ve toplum sağlığını korumaya yönelik önleyici tedbirler daha etkin şekilde planlanabilmektedir. Bunun yanında kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte bireylere özgü tedavi ve bakım süreçleri geliştirilebilmekte, böylece tedavi başarısı ve hasta memnuniyeti artırılabilmektedir

Verinin etkin kullanımı sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır. Kaynakların daha verimli kullanılması, gereksiz test ve işlemlerin önlenmesi, hasta akışının optimize edilmesi ve sağlık hizmetlerinin daha etkin planlanması sayesinde hem sağlık kuruluşları hem de sağlık sistemleri açısından önemli ekonomik kazanımlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle veri, günümüzde yalnızca bir bilgi kaynağı değil, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin kalitesini, erişilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini artıran stratejik bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Sağlık verilerinin çok sayıda iç ve dış kaynaktan elde edilmesi, bu verilerin etkin biçimde yönetilebilmesi için sağlık bilgi sistemlerinin ve ağ altyapılarının yeniden düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Akıllı teknolojilerin kullanımının artması ve elektronik iletişim alanındaki gelişmeler, sağlık hizmetlerinin yönetimi ve politika oluşturma süreçlerinde yeni olanaklar ortaya çıkarmıştır. Sağlık politikalarının temel bileşenleri arasında sağlık yönetimi, planlama faaliyetleri, kaynakların etkin dağılımı ve karar verme mekanizmaları yer almaktadır (Pramanik vd., 2020). Ayrıca sağlık verilerinin sistematik olarak analiz edilmesi, sağlık hizmeti sunucularının ve araştırmacıların daha doğru, hızlı ve kanıta dayalı kararlar alabilmelerine katkı sağlamaktadır. Bu sayede sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve geleceğe yönelik stratejik öngörülerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır (Chauhan vd., 2020).

4. Sağlık İşletmelrinde Veri Çeşitleri ve Yönetimi

Sağlık kurumlarında veri yönetimi denildiğinde, temel odak noktası hastaya ilişkin verilerin etkin ve güvenli bir şekilde yönetilmesidir. Bu kapsamda hasta verilerinin ilgili mevzuata uygun olarak toplanması, depolanması, işlenmesi, paylaşılması ve analiz edilmesi, sağlık hizmetlerinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Sağlık kurumlarında veri çeşitliliği, sunulan sağlık hizmetlerinin kapsamı ve niteliği ile yakından ilişkilidir. Sağlık hizmetlerinin çok boyutlu yapısı, farklı türlerde verilerin üretilmesine ve yönetilmesine neden olmaktadır. Bu çerçevede sağlık kurumlarında üretilen veriler; hastaların tanı, tedavi ve bakım süreçlerine ilişkin klinik veriler, hasta ve sağlık çalışanlarının sosyo-demografik özelliklerini yansıtan demografik veriler, kurumların gelir-gider, maliyet ve ödeme süreçlerini kapsayan finansal veriler ile kurumsal yapı, yönetim ve operasyonel faaliyetlere ilişkin idari veriler olarak sınıflandırılabilmektedir. Söz konusu veri türleri, sağlık hizmetlerinin planlanması, sunulması, izlenmesi ve değerlendirilmesi süreçlerinde önemli bir bilgi kaynağı oluşturmakta; sağlık kurumlarının etkin, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlamaktadır (Wager, Lee & Glaser, 2021). Bu nedenle, farklı veri türlerinin bütünleşik bir yaklaşımla yönetilmesi, sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması ve karar verme süreçlerinin desteklenmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir (WHO, 2021).

Sağlık verilerinin tanı, tedavi ve hasta izlem süreçlerinde doğrudan kullanılması nedeniyle veri yönetimi süreçlerinin profesyonel, sistematik ve güvenilir bir şekilde yürütülmesi büyük önem taşımaktadır. Etkin veri yönetimi, hastaların doğru teşhis ve tedaviye erişimini destekleyerek sağlık sonuçlarının ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlarken, aynı zamanda hekimlerin ve diğer sağlık profesyonellerinin klinik karar alma süreçlerini güçlendirerek sağlık hizmetlerinin kalite, etkinlik ve verimliliğini artırmaktadır. Sağlık hizmetlerinde kullanılan veriler farklı nitelik ve amaçlara sahip olup çeşitli kategoriler altında sınıflandırılabilmektedir. Bu veriler genel olarak klinik veriler, demografik veriler, finansal veriler ve idari veriler şeklinde gruplandırılmaktadır (Baranoğlu demirci ve Türker, 2022; Questionpro, 2024; Gapenski & Reiter, 2016; Wager, Lee & Glaser, 2021).

Klinik veriler; hastaların tıbbi öyküleri, tanıları, laboratuvar sonuçları, görüntüleme kayıtları ve tedavi süreçlerine ilişkin bilgileri içermektedir.

Demografik veriler; yaş, cinsiyet, eğitim durumu ve ikamet yeri gibi bireysel özellikleri kapsamaktadır.

Finansal veriler; Sağlık kurumlarında finansal veriler; gelirler, giderler, bütçe uygulamaları, maliyet analizleri, ödeme süreçleri, yatırım faaliyetleri ve kaynak kullanımına ilişkin bilgileri kapsamaktadır. Bu veriler, kurumun finansal performansının değerlendirilmesi, mali sürdürülebilirliğinin sağlanması ve stratejik karar alma süreçlerinin desteklenmesi açısından önemli bir işlev görmektedir.

İdari veriler; sağlık kurumlarının operasyonel faaliyetleri, insan kaynakları yönetimi, kaynak planlaması ve performans değerlendirme süreçlerinde kullanılan bilgileri kapsamaktadır. İdari veriler, sağlık kurumlarının yönetimsel ve operasyonel faaliyetlerinin planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde kullanılan bilgileri içerir. Bu veri türü; insan kaynakları yönetimi, personel planlaması, kurumsal organizasyon yapısı, kaynak tahsisi, hizmet sunum süreçleri, performans ölçümü ve kalite yönetimi gibi faaliyetlere ilişkin verileri içermektedir (Wager, Lee & Glaser, 2021). İdari veriler, sağlık kurumlarının operasyonel etkinliğinin izlenmesine, kaynakların verimli kullanılmasına ve yönetsel karar alma süreçlerinin desteklenmesine katkı sağlamaktadır (McGonigle & Mastrian, 2022).

Bu veri türlerinin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği ve hizmet kalitesinin artırılması açısından kritik bir gereklilik olarak kabul edilmektedir. Sağlık hizmetlerinin karmaşık ve çok boyutlu yapısı nedeniyle klinik, demografik, finansal ve idari verilerin birbirleriyle ilişkili bir biçimde yönetilmesi gerekmektedir. Bu veri türlerinin bütüncül bir yaklaşımla entegre edilmesi, sağlık hizmetlerinin etkinliğinin artırılmasına, kurumsal performansın iyileştirilmesine ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğinin desteklenmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca veri bütünlüğünün ve bilgi paylaşımının sağlanması, yöneticilerin daha doğru ve kanıta dayalı kararlar almasına katkıda bulunarak hizmet kalitesinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (WHO, 2021) .

Sağlık işletmelerinde veri yönetiminde öenmi konu başlıklarından birisi de kişisel sağlık verileri ve hahremiyeti konusudur. Kişisel sağlık verileri, kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişilere ait sağlık durumuna ilişkin her türlü bilgiyi kapsayan özel nitelikli kişisel veriler arasında yer almaktadır. Bu veriler; bireyin fiziksel ve ruhsal sağlık durumuna, geçmiş ve mevcut hastalıklarına, tanı ve tedavi süreçlerine, laboratuvar sonuçlarına, genetik özelliklerine ve sağlık hizmetlerinden yararlanma durumuna ilişkin bilgileri içermektedir. Uluslararası düzenlemelerde sağlık verileri, bireyin özel yaşamına ilişkin hassas bilgiler olarak değerlendirilmekte olup, 108 Sayılı Avrupa Konseyi Sözleşmesi ve Avrupa Birliği Veri Koruma Yönergesi kapsamında "tıbbi veri" kavramı altında ele alınmaktadır (Resmî Gazete, 2017).

Kişisel sağlık verilerinin işlenmesi; bu verilerin elde edilmesi, kaydedilmesi, depolanması, muhafaza edilmesi, değiştirilmesi, yeniden düzenlenmesi, açıklanması, aktarılması, erişilebilir hâle getirilmesi, sınıflandırılması veya kullanımının engellenmesi gibi veriler üzerinde gerçekleştirilen her türlü işlemi ifade etmektedir. Söz konusu işlemler, tamamen veya kısmen otomatik yöntemlerle ya da herhangi bir veri kayıt sisteminin parçası olmak kaydıyla otomatik olmayan yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu kapsamda kişisel verilerin işlenmesine ilişkin tanımlar, ulusal mevzuatın yanı sıra uluslararası sözleşme ve düzenlemelerde de benzer şekilde yer almaktadır (Resmî Gazete, 2016).

Kişisel sağlık verilerinin korunmasında mahremiyet ilkesi temel bir unsur olarak kabul edilmektedir. Sağlık verilerinin mahremiyeti, bireyin sağlık durumuna ilişkin bilgilerin yalnızca yetkili kişiler tarafından erişilebilir olmasını ve yetkisiz erişimlere karşı korunmasını ifade etmektedir. Mahremiyetin sağlanması; bireyin temel hak ve özgürlüklerinin korunması, bilgi güvenliğinin temin edilmesi ve kişisel özerkliğin sürdürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda bireyin kendisine ait kişisel bilgilere kimlerin erişebileceğini belirleme ve bu erişimi sınırlandırma hakkı, mahremiyet hakkının temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla kişisel sağlık verilerinin kullanımı ve paylaşımı, ilgili kişinin açık rızası veya mevzuatın izin verdiği durumlarla sınırlı olarak gerçekleştirilmelidir (Yüksel, 2019).

Bu başlık atında veri gizliliği ve veri güvenliği Konularına da yarıca yer vermek gerekir. Veri gizliliği, bir veriye kimlerin, hangi koşullarda ve hangi yetkiler kapsamında erişebileceğinin önceden belirlenmesini ifade etmektedir. Özellikle kişisel ve sağlık verileri söz konusu olduğunda, verinin hassasiyet düzeyi arttıkça gizliliğin korunmasına yönelik gereklilikler de önem kazanmaktadır. Veri güvenliği ise veri gizliliğinin sağlanmasına yönelik teknik ve idari tedbirlerin bütününü kapsamakta olup, yetkisiz kişilerin verilere erişmesini, verileri değiştirmesini, paylaşmasını veya kullanılmasını engellemeyi amaçlamaktadır. Dijital ortamlarda saklanan verilerin güvenliğinin sağlanması için şifreleme yöntemleri, erişim kontrol mekanizmaları, kimlik doğrulama sistemleri ile veri yedekleme ve kurtarma uygulamaları yaygın olarak

kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, veri ihlallerinin önlenmesi ve olası veri kayıplarının en aza indirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Şimşek, 2024).

Sağlık verilerine erişim, ilgili mevzuat çerçevesinde belirlenen yetki sınırları kapsamında gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda başta Sağlık Bakanlığı, Sosyal Güvenlik Kurumu, sağlık hizmet sunucuları, eczaneler, sigorta kuruluşları ve kanunen yetkilendirilmiş kamu kurumları olmak üzere çeşitli paydaşlar, görev ve sorumlulukları doğrultusunda sağlık verilerine erişebilmektedir (Resmî Gazete, 2016).

Sonuç

Sağlık hizmetlerinde veri yönetimi, yalnızca büyük miktardaki verilerin toplanması ve depolanması sürecinden ibaret olmayıp, bu verilerin etkin bir şekilde analiz edilerek karar alma süreçlerinde kullanılmasını da kapsamaktadır. Sağlık verilerinin heterojen yapısı, gizlilik gereksinimleri, etik sınırlamalar ve farklı veri kaynaklarının entegrasyonuna ilişkin sorunlar, veri yönetiminde karşılaşılan temel güçlükler arasında yer almaktadır.

Büyük veri teknolojileri, söz konusu zorlukların aşılmasında önemli fırsatlar sunarak sağlık verilerinin daha etkin bir şekilde işlenmesine, analiz edilmesine ve anlamlı bilgilere dönüştürülmesine katkı sağlamaktadır. Bu sayede hastalıkların erken teşhisi, uygun tedavi yöntemlerinin belirlenmesi, sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması ve kaynakların daha verimli kullanılması mümkün hale gelmektedir.

Sonuç olarak, sağlık kurumlarında etkin veri yönetimi ve büyük veri analitiğinin kullanımı; klinik karar verme süreçlerinin desteklenmesi, maliyetlerin azaltılması, hizmet sunumunun iyileştirilmesi ve toplum sağlığının geliştirilmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda sağlık kurumlarında veri yönetimi farkındalığının artırılması, çalışanların eğitilmesi ve ulusal düzeyde veri odaklı sağlık politikalarının geliştirilmesi, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Kaynakça

Baranoğlu, Demirci, B. & Türker, M. (2022). Klinik Veri Nedir? Nasıl Elde Ederim? DESİA. https://www.adviqual.com.tr/uploads/2023/01/tumdef-klinik-final.pdf (Erişim Tarihi: 01.11.2024)

Chauhan, R., Kaur, H. & Chang, V. (2020). An Optimized İntegrated Framework Of Big Data Analytics Managing Security And Privacy İn Healthcare Data. Wireless Personal Communications, 117(1), 1-22.

Gapenski, L. C., & Reiter, K. L. (2016). Healthcare Finance: An Introduction to Accounting and Financial Management (6th ed.). Chicago, IL: Health Administration Press.

McGonigle, D., & Mastrian, K. G. (2022). Nursing Informatics and the Foundation of Knowledge. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.

Molinari, A. & Nollo, G. (2020). The quality concerns in health care Big Data. In 2020 IEEE 20th Mediterranean Electrotechnical Conference (pp. 302-305). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/9140534 . (2020, June).

Onyemachi, N. C. & Nonyelum, O. F. (2019). Big Data Analytics in Healthcare: A Review. In 2019 15th International Conference on Electronics, Computer and Computation (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICECCO48375.2019.9043183.

Patil, S., Patil, K. R., Patil, C. R., & Patil, S. S. (2018). Performance Overview Of An Artificial İntelligence İn Biomedics: A Systematic Approach. International Journal of Information Technology, 12(3), 963-973.

Pramanik, M. I., Lau, R. Y., Azad, M. A. K., Hossain, M. S., Chowdhury, M. K. H., & Karmaker, B. K. (2020). Healthcare İnformatics And Analytics İn Big Data. Expert Systems With Applications, 152, 113388

Questionpro (2024). Demographic Data, https://www.questionpro.com/blog/tr/demografik-veriler-nedir-nasil-elde-edilir-ve-ucretsiz ornekler/#:~:text=Demografik%20veriler%2C%2 0ya%C5 %9F%2C%20cinsiyet%20ve,davran%C4%B1%C5%9F%C4%B1%20analizi%20istatistiklerinden%20baz%C4%B1lar%C4%B1na%20aittir. 8Erişim Tarihi:19.10.2024)

Resmî Gazete. (2016). 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. Sayı: 29677, 7 Nisan 2016.

Resmî Gazete. (2016). 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. Sayı: 29677, 7 Nisan 2016.

Resmî Gazete. (2017). Kişisel Sağlık Verileri Hakkında Yönetmelik. Sayı: 29863, 20 Ekim 2016 (güncel hükümleriyle).

Sasubilli, G., & Kumar, A. (2020). Machine Learning and Big Data Implementation on Health Care Data. *In 2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems* (pp. 859-864). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICICCS48265.2020.9120906.

Şimşek, A. (2024). Sağlıkta Veri Güvenliği ve Kişisel Verilerin Korunması. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Wager, K. A., Lee, F. W., & Glaser, J. P. (2021). Health Care Information Systems. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

World Health Organization-WHO (2021). Global Strategy on Digital Health 2020–2025.

Yüksel, M. (2019). Sağlık Hukuku ve Kişisel Sağlık Verilerinin Korunması. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

ÇEVRESEL KORUMA HARCAMALARININ EKOLOJİK AYAK İZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: 27 OECD ÜLKESİNDEN KANITLAR

Ömer ESEN[1]

[1] Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Public Finance, Tekirdağ, Türkiye., ORCID ID: 0000-0002-4762-9282

ÖZET

Bu çalışma, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini 1995–2023 dönemi için 27 OECD ülkesi örnekleminde incelemektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenmesi amacıyla Pedroni panel eşbütünleşme testi uygulanmış, uzun dönem katsayıları ise FMOLS ve DOLS yöntemleriyle tahmin edilmiştir. Analiz sonuçları, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izini azaltıcı yönde etkilediğini göstermektedir. Buna karşılık ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşmenin ekolojik ayak izini artırdığı tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımının ise çevresel baskıyı azaltarak ekolojik sürdürülebilirliği desteklediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için ekonomik büyüme politikalarının çevresel koruma stratejileriyle birlikte yürütülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda çevresel koruma harcamalarının artırılması, yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi ve sürdürülebilir şehirleşme politikalarının güçlendirilmesi önem taşımaktadır. Çalışma, çevresel kamu harcamalarının ekolojik ayak izini azaltmadaki rolünü inceleyerek Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında özellikle SDG 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim), SDG 13 (İklim Eylemi) ve SDG 9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) amaçlarına yönelik politika tartışmalarına katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Koruma Harcamaları, Ekolojik Ayak izi, OECD Ülkeleri, Eşbütünleşme Analizi

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION EXPENDITURES ON THE ECOLOGICAL FOOTPRINT: EVIDENCE FROM THE 27 OECD COUNTRIES

ABSTRACT

This study examines the impact of environmental protection expenditures on the ecological footprint in a sample of 27 OECD countries for the period 1995–2023. The Pedroni panel cointegration test was applied to determine the long-term relationship between the variables, and long-term coefficients were estimated using the FMOLS and DOLS methods. The analysis results show that environmental protection expenditures have a mitigating effect on the ecological footprint. Conversely, economic growth, trade openness, and urbanization were found to increase the ecological footprint. The use of renewable energy was determined to support ecological sustainability by reducing environmental pressure. The findings indicate that economic growth policies must be implemented in conjunction with environmental protection strategies to ensure environmental sustainability. Accordingly, increasing environmental protection expenditures, encouraging renewable energy investments, and strengthening sustainable urbanization policies are crucial. This study highlights the role of environmental public spending in reducing the ecological footprint, contributing to policy discussions under the United Nations Sustainable Development Goals, particularly SDG 12 (Responsible Production and Consumption), SDG 13 (Climate Action), and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure).

Keywords: Environmental Protection Expenditures, Ecological Footprint, OECD Countries, Cointegration Analysis

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve artan çevresel bozulma, sürdürülebilir kalkınma açısından günümüzün en önemli küresel sorunları arasında yer almaktadır. Özellikle sanayileşme, kentleşme, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme süreçlerinin hız kazanmasıyla birlikte çevresel

baskılar artmış; ekosistemlerin taşıma kapasitesi üzerinde ciddi tehditler ortaya çıkmıştır. Bu süreçte çevresel bozulmanın yalnızca karbon emisyonlarıyla sınırlı olmadığı, doğal kaynak kullanımı, arazi tüketimi, enerji talebi ve atık üretimi gibi unsurları da kapsayan daha geniş bir sürdürülebilirlik perspektifiyle değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır (Aydin vd., 2019; Global Footprint Network, 2026). Bu nedenle çevresel sürdürülebilirliğin ölçülmesinde ekolojik ayak izi göstergesi literatürde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izi, bireylerin ve ekonomilerin tüketim faaliyetlerinin doğal kaynaklar üzerindeki baskısını ölçerek çevresel sürdürülebilirliğin kapsamlı biçimde değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır (Wackernagel ve Rees, 1996).

Artan çevresel sorunlar karşısında hükümetler çevresel kaliteyi iyileştirmek amacıyla çeşitli politika araçlarına başvurmaktadır. Bu araçlar arasında çevresel koruma harcamaları önemli bir yere sahiptir. Çevresel koruma harcamaları; atık yönetimi, kirlilik kontrolü, doğal kaynakların korunması, biyolojik çeşitliliğin korunması, çevresel altyapı yatırımları ve temiz enerji dönüşümü gibi alanlarda gerçekleştirilen kamu müdahalelerini kapsamaktadır (OECD, 2025; Eurostat, 2025). Özellikle Birleşmiş Milletler (UN) Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDGs) çerçevesinde ülkeler, sürdürülebilir üretim ve tüketim yapısına geçişi hızlandırmak, doğal kaynakları korumak ve çevresel bozulmayı azaltmak amacıyla çevresel politika ve yatırımlara daha fazla önem vermektedir (United Nations, 2015).

Çevresel sorunların giderek derinleşmesi, çevre politikalarının etkinliğine ilişkin tartışmaları da artırmıştır. Geleneksel düzenleyici politikaların çevresel sorunları çözmede zaman zaman yetersiz kalması, piyasa temelli araçların önem kazanmasına neden olmuştur. Özellikle çevresel vergiler, karbon fiyatlaması ve çevresel harcamalar gibi mali araçların çevresel dışsallıkların içselleştirilmesinde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir. Aydın ve Esen (2018), çevresel vergilerin belirli eşik değerlerin aşılması durumunda CO_2 emisyonlarını azaltıcı etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Manta vd. (2023) de çevresel vergilerin özellikle gelişmiş Avrupa Birliği ülkelerinde belirli optimal eşik düzeylerinden sonra sera gazı emisyonlarını azaltmada etkili olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, çevresel vergilerin ekolojik hizmetler üzerindeki baskıları azaltıcı etkilerine işaret etmektedir (Miller ve Vela, 2013; Esen ve Dündar, 2021; Ahmed vd., 2022). Bununla birlikte çevresel politika araçlarının çevresel kalite üzerindeki etkisinin ülkelere, uygulama düzeyine ve politika tasarımına bağlı olarak farklılaşabileceği belirtilmektedir. Bu kapsamda Esen vd. (2021), çevresel vergilerin etkinliğinin uygulama biçimi ve politika tasarımına bağlı olarak değişebileceğini ifade ederken; Lin ve Li (2011), enerji yoğun sektörlere yönelik vergi muafiyetlerinin karbon vergilerinin emisyon azaltıcı etkisini sınırlayabildiğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte çevresel koruma harcamalarının çevresel kalite üzerindeki etkileri her zaman aynı yönde gerçekleşmeyebilmektedir. Çevresel harcamaların etkin biçimde uygulanması, güçlü kurumsal yapıların varlığı, çevre politikalarının etkin denetimi ve teknolojik dönüşüm süreçleriyle desteklenmesi durumunda çevresel baskının azalmasına katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir (Goulder ve Parry, 2008). Özellikle yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği uygulamaları ve temiz enerji teknolojilerine yönelik harcamaların çevresel sürdürülebilirliği destekleyen temel unsurlar arasında değerlendirilmektedir (IEA, 2023). Buna karşılık çevresel harcamaların verimsiz kullanılması, denetim eksiklikleri, çevresel düzenlemelerin yetersiz kalması veya ekonomik büyüme baskısının çevresel politikaların önüne geçmesi durumunda beklenen çevresel iyileşmenin ortaya çıkması sınırlı kalabilmektedir. Hatta bazı durumlarda çevresel düzenlemelerin üretim maliyetlerini artırması nedeniyle kirletici faaliyetlerin çevre standartlarının daha düşük olduğu ülkelere kaydırılabildiği ve çevresel yükün coğrafi olarak yer değiştirebildiği literatürde tartışılmaktadır (Copeland ve Taylor, 2004). Bu durum, çevresel koruma harcamalarının etkinliğinin yalnızca harcama düzeyine değil, aynı zamanda politika tasarımına, kurumsal kaliteye ve çevresel yönetişim kapasitesine bağlı olduğunu göstermektedir (Yıldırım vd., 2025).

Literatürde çevresel koruma harcamaları ile çevresel kalite arasındaki ilişkiye yönelik farklı görüşler ve ampirik bulgular bulunduğu görülmektedir. Çevresel dışsallıkların piyasa mekanizması tarafından tam olarak içselleştirilememesi, çevrenin kamusal mal niteliği taşıması ve çevre kirliliğinin sosyal maliyetler yaratması nedeniyle devlet müdahalesinin gerekli olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır (Mutlu, 2002; Pearce ve Palmer, 2001). Bu kapsamda çevresel koruma harcamaları; atık yönetimi, hava ve su kirliliğinin azaltılması, doğal kaynakların korunması ve çevre dostu altyapı yatırımları yoluyla çevresel kaliteyi iyileştiren önemli politika araçlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Özellikle López vd. (2011), kamu harcamalarının çevresel amaçlar doğrultusunda yeniden tahsis edilmesinin kirliliği azaltabileceğini belirtirken, teknik etki ve bileşim etkisi aracılığıyla çevre kalitesinin iyileştirilebileceğini ifade etmektedir. Bununla birlikte literatürde çevresel

koruma harcamalarının etkisinin her zaman aynı yönde gerçekleşmediğine ilişkin bulgular da bulunmaktadır. Bernauer ve Koubi (2006) ile Halkos ve Paizanos (2013), kamu harcamalarının bazı durumlarda çevre kirliliğini artırabildiğini veya beklenen çevresel iyileşmeyi sağlayamadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık Değirmenci ve İnal (2019), yüksek gelir grubundaki 23 OECD ülkesi üzerine yaptıkları analizde çevre koruma harcamaları ile çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğunu ve çevre koruma harcamalarının çevre kirliliğini azaltıcı yönde etkide olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Taşdoğan (2024), Türkiye'de büyükşehir statüsündeki mahalli idareler üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, çevre koruma harcamalarının özellikle atık yönetimi ve çevresel altyapı yatırımları aracılığıyla emisyonların azaltılmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Öte yandan Recepoğlu (2021), Türkiye'nin bölgesel verileri üzerine yaptığı çalışmada çevre koruma harcamalarının çevre kirliliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını ifade etmektedir. Benzer şekilde Yavan ve Hotunluoğlu (2019) da Türkiye'de il bazında gerçekleştirdikleri analizde yerel yönetimlerin çevre koruma harcamalarının hava kalitesini iyileştirme konusunda beklenen düzeyde etkin sonuç üretmediğini ortaya koymaktadır. Bu farklı sonuçlar, çevresel koruma harcamalarının etkinliğinin ülkelerin kurumsal kapasitesi, çevresel yönetişim yapısı, harcamaların bileşimi ve uygulanan çevre politikalarının etkinliği gibi unsurlara bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Literatürde çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji ve çevresel vergiler arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmaların önemli bir kısmı karbon emisyonlarına odaklanırken, çevresel baskının daha geniş kapsamlı bir göstergesi olan ekolojik ayak izi nispeten daha az ele alınmaktadır. Ayrıca OECD ülkeleri örnekleminde çevresel koruma harcamalarının uzun dönemli etkilerini panel eşbütünleşme yaklaşımıyla inceleyen çalışmaların da sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi 1995–2023 dönemi için 27 OECD ülkesi örnekleminde analiz edilmektedir. Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni panel eşbütünleşme testi ile incelenirken, uzun dönem katsayıları FMOLS ve DOLS yöntemleri aracılığıyla tahmin edilmektedir. Çalışmanın literatüre üç temel katkı sağlaması beklenmektedir. İlk olarak çalışma, çevresel sürdürülebilirliği karbon emisyonları yerine daha kapsamlı bir gösterge olan ekolojik ayak izi üzerinden değerlendirmektedir. İkinci olarak çevresel koruma harcamalarının uzun dönemli etkisini OECD ülkeleri örnekleminde ampirik olarak inceleyerek çevre politikalarının etkinliğine ilişkin literatüre katkı sunmaktadır. Son olarak çalışma, çevresel koruma harcamalarının sürdürülebilir kalkınma politikaları açısından önemini ortaya koyarak politika yapıcılara çevresel sürdürülebilirlik konusunda yol gösterici bulgular sağlamaktadır.

2. MODEL VE VERİ SETİ

Bu çalışmada, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi 1995–2023 dönemi için 27 OECD ülkesi örnekleminde analiz edilmektedir. Çalışmanın temel amacı, çevre koruma harcamalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki rolünü ekolojik ayak izi göstergesi üzerinden ampirik olarak incelemektir. Bu kapsamda çevresel koruma harcamalarının ekolojik baskıyı azaltıp azaltmadığı araştırılmaktadır.

Analizde bağımlı değişken olarak talep temelli ekolojik ayak izi kullanılmıştır. Çevresel koruma harcamalarının yanı sıra ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kullanımı, ticari açıklık ve kentleşme gibi çevresel kalite üzerinde etkili olduğu düşünülen çeşitli kontrol değişkenleri de modele dâhil edilmiştir. Böylece çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin daha tutarlı ve güvenilir biçimde tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın örneklemini Avustralya, Avusturya, Belçika, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İsrail, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık olmak üzere toplam 27 OECD ülkesi oluşturmaktadır. OECD ülkelerinin tercih edilmesinin temel nedeni, çevresel düzenlemelerin görece gelişmiş olması, çevre koruma harcamalarına ilişkin düzenli veri bulunabilmesi ve sürdürülebilirlik politikalarının etkin biçimde uygulanmasıdır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlar ve veri kaynakları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişken Tanımları ve Veri Kaynakları

Değişken Kodu	Değişken Adı	Açıklama	Veri Kaynağı
EFPC	Talep Temelli Ekolojik Ayak İzi	Kişi başına düşen talep temelli ekolojik ayak izi (gha kişi başına)	OECD (2026)
GDPPC	Kişi Başına Gayrisafi Yurt İçi Hasıla	Kişi başına düşen reel gayrisafi yurt içi hasıla (2015 sabit ABD doları)	World Bank (2026)
EPE	Genel Devlet Çevre Koruma Harcamaları	Genel devlet çevre koruma harcamalarının GSYH içindeki payı (%)	OECD (2026)
REN	Yenilenebilir Enerji Arzı	Yenilenebilir enerji arzının toplam enerji arzı içindeki payı (%)	OECD (2026)
TRADE	Ticari Açıklık	Dış ticaret hacminin GSYH içindeki payı (%)	World Bank (2026)
URB	Kentsel Nüfus	Kentsel nüfusun toplam nüfus içindeki payı (%)	World Bank (2026)

Tablo 1'de görüldüğü üzere, çalışmada bağımlı değişken olarak talep temelli ekolojik ayak izi (EFPC) kullanılmıştır. Çevresel sürdürülebilirlik göstergesi olarak kullanılan bu değişken, bireylerin tüketim faaliyetlerinin doğal kaynaklar üzerindeki baskısını kişi başına düşen global hektar (gha) cinsinden ölçmektedir. Çalışmanın temel açıklayıcı değişkeni olan genel devlet çevre koruma harcamaları (EPE), çevresel koruma faaliyetlerine yönelik kamu harcamalarının GSYH içerisindeki payını göstermektedir.

Modelde ayrıca çevresel kalite üzerinde etkili olduğu düşünülen çeşitli kontrol değişkenlerine yer verilmiştir. Kişi başına reel gelir düzeyini temsil eden kişi başına gayrisafi yurt içi hasıla (GDPPC), ekonomik büyümenin çevresel baskı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla modele dâhil edilmiştir. Yenilenebilir enerji arzı (REN), toplam enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını göstermekte olup temiz enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini temsil etmektedir. Ticari açıklık (TRADE), dış ticaret hacminin GSYH içerisindeki payı olarak ölçülmüş ve küresel ekonomik entegrasyonun çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Son olarak kentleşme oranını ifade eden kentsel nüfus (URB) değişkeni ise nüfusun mekânsal yoğunlaşmasının çevresel baskı üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla modele dâhil edilmiştir. Ekolojik ayak izi, çevresel koruma harcamaları ve yenilenebilir enerjiye ilişkin veriler OECD (2026) veri tabanından temin edilmiştir. Kişibaşı gelir, ticari açıklık ve kentleşme değişkenlerine ilişkin veriler ise World Bank (2026) Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından alınmıştır. Bu doğrultuda, çevresel koruma harcamaları ile ekolojik ayak izi arasındaki uzun dönemli ilişkinin analiz edilmesi amacıyla oluşturulan ampirik model Eşitlik (1)'de gösterilmektedir.

$$lnEFPC_{it} = \beta_0 + \beta_1 EPE_{it} + \beta_2 lnGDPPC_{it} + \beta_3 REN_{it} + \beta_4 TRADE_{it} + \beta_5 URB_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de $i$ülkeleri, $t$ise zamanı göstermektedir. Modelde bağımlı değişken olarak kişi başına ekolojik ayak izinin doğal logaritması lnEFPC kullanılmıştır. Ayrıca, kontrol değişkenleri arasında lnGDPPC ise kişi başına gelirin doğal logaritmasını temsil etmektedir. Son olarak ε_{it}hata terimini ifade etmektedir.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

Panel veri analizlerinde güvenilir sonuçlara ulaşılabilmesi için öncelikle serilerin durağanlık özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir (Esen ve Bayrak, 2015). Durağan olmayan serilerle yapılan analizler değişkenler arasında gerçekte var olmayan ilişkilerin ortaya çıkmasına, diğer bir ifadeyle sahte regresyon sorununa yol açabilmektedir. Bu nedenle uzun dönemli ilişkilerin analiz edilmesinden önce serilerin birim kök içerip içermediğinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda çalışmada değişkenlerin durağanlık özelliklerini belirlemek amacıyla panel veri literatüründe yaygın olarak kullanılan Levin, Lin ve Chu (2002), Maddala ve Wu (1999) ile Choi (2001) panel birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Böylece değişkenlerin seviyede ve birinci farkta durağan olup olmadıkları incelenmiştir. Değişkenlere ilişkin panel birim kök testi sonuçları Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Düzey Değeri			
Değişkenler	**Levin, Lin & Chu (LLC) t-ist.**	**ADF – Fisher (Maddala ve Wu) χ^2-ist.**	**PP – Fisher (Choi) χ^2-ist.**
LNEFPC	-1.11703	37.1216	34.1274
EPE	-0.94397	56.6694	60.9306
LNGDPPC	14.5048	0.79493	0.64403
TRADE	8.88320	4.53548	2.42960
URB	4.54087	14.3825	88.3489*
REN	7.11008	24.9657	7.61829
Birinci Farklar			
Değişkenler	**Levin, Lin & Chu (LLC) t-ist.**	**ADF – Fisher (Maddala ve Wu) χ^2-ist.**	**PP – Fisher (Choi) χ^2-ist.**
LNEFPC	-27.9834*	713.677*	1319.74*
EPE	-24.5901*	600.512*	781.502*
LNGDPPC	-15.4366*	365.198*	383.823*
TRADE	-21.8049*	503.153*	609.338*
URB	-4.65920*	101.945*	134.687*
REN	-17.0354*	494.316*	629.696*

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2'de yer alan panel birim kök testi sonuçları incelendiğinde, değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları görülmektedir. Levin, Lin ve Chu (LLC), ADF–Fisher ve PP–Fisher testlerinden elde edilen bulgular, değişkenlerin düzeyde büyük ölçüde birim kök içerdiğine işaret etmektedir. Özellikle kişi başına gelir (LNGDPPC), ticari açıklık (TRADE), kentleşme (URB) ve yenilenebilir enerji arzı (REN) değişkenlerinin düzey değerlerinde durağan olmadığı tespit edilmiştir. Değişkenlerin birinci farkları alındığında ise tüm değişkenlerin durağan hale geldiğini göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda serilerin I(1) düzeyinde bütünleşik oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Değişkenlerin aynı dereceden bütünleşik olduğunun belirlenmesinin ardından, seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığını ortaya koymak amacıyla Pedroni (1999; 2004) panel eşbütünleşme testinden yararlanılmıştır. Pedroni testi, panel veri analizlerinde hem panel içi hem de gruplar arası istatistikler aracılığıyla uzun dönemli ilişkinin değerlendirilmesine imkân sağlaması nedeniyle literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu kapsamda, modelde yer alan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisine ait bulgular Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Pedroni Panel Eş-bütünleşme Testi Sonuçları

H_0: Değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi yoktur.		
Bağımlı Değişken: lnCFP		
Test: Kesit-İçi	**Değer (prob)**	**Karar**
Panel v	0.894699 (0.1855)	H_0: Kabul
Panel rho	-3.135762* (0.0000)	H_0: Ret
Panel PP	-8.506040* (0.0000)	H_0: Ret
Panel ADF	-9.003488* (0.0000)	H_0: Ret
Test: Kesitler-Arası	**Değer (prob)**	**Karar**
Group rho	-1.268687 (0.1023)	H_0: Kabul
Group PP	-10.25887* (0.0000)	H_0: Ret
Group ADF	-11.07595* (0.0000)	H_0: Ret

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir. Gecikme uzunluğu SIC'göre otomatik seçilmiştir.

Tablo 3'te sunulan Pedroni panel eşbütünleşme testi sonuçları, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Test sonuçları incelendiğinde, kesit-içi istatistiklerden Panel rho, Panel PP ve Panel ADF testlerinin %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde kesitler-arası istatistiklerden Group PP ve Group ADF testleri de eşbütünleşme yoktur şeklindeki sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Her ne kadar Panel v ve Group rho testleri sıfır hipotezini reddetmese de Pedroni testinde istatistiklerin büyük çoğunluğunun eşbütünleşme ilişkisini desteklemesi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı için yeterli kabul edilmektedir. Bu doğrultuda, çevresel koruma harcamaları, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji arzı, ticari açıklık ve kentleşme ile ekolojik ayak izi arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinin ardından, söz konusu ilişkinin yönü ve büyüklüğünün ortaya konulabilmesi amacıyla uzun dönem katsayı tahminlerine geçilmiştir. Bu kapsamda çalışmada, eşbütünleşik panel veri modellerinde sapma ve içsellik problemlerini dikkate alarak tutarlı sonuçlar sağlayan Tam Modifiye Edilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) ve Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Her iki yöntem aracılığıyla elde edilen uzun dönem katsayı tahmin sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. DOLS ve FMOLS Test sonuçları

Variables	**DOLS**	**FMOLS**
	β	***β***
EPE	-0.124652* (0.0000)	-0.126509* (0.0004)
LNGDPPC	0.127562* (0.0000)	0.142450* (0.0000)
REN	-0.006602* (0.0000)	-0.005543* (0.0000)
TRADE	0.001723* (0.0000)	0.001208* (0.0000)
URB	0.005186* (0.0000)	0.003777* (0.0008)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan DOLS ve FMOLS tahmin sonuçları, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin her iki tahmin yönteminde de negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Buna göre çevresel koruma harcamalarındaki artışın ekolojik ayak izini azalttığı anlaşılmaktadır. Bu bulgu, çevresel koruma faaliyetlerine yönelik kamu harcamalarının çevresel baskının azaltılması ve sürdürülebilir çevre politikalarının desteklenmesi açısından önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Ekonomik büyümeyi temsil eden kişi başına gelir değişkeninin (LNGDPPC) katsayısı her iki modelde de pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, ekonomik büyümenin üretim ve tüketim faaliyetlerini artırarak doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı yükselttiğini ve ekolojik ayak izini artırdığını göstermektedir.

Yenilenebilir enerji arzı (REN) değişkeninin katsayısı ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak çevresel baskının hafiflemesine katkı sağladığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, temiz enerji kullanımının yaygınlaşması ekolojik sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Ticari açıklık (TRADE) ve kentleşme (URB) değişkenlerinin katsayıları ise pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Ticari açıklığın artması, üretim hacmi, enerji tüketimi ve uluslararası ticaret faaliyetleri üzerinden çevresel baskıyı artırabilmektedir. Benzer şekilde kentleşme oranındaki yükseliş de enerji talebi, ulaşım faaliyetleri ve tüketim yoğunluğundaki artış nedeniyle ekolojik ayak izini artırmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, DOLS ve FMOLS tahminlerinden elde edilen sonuçların birbirini desteklediği ve katsayı işaretlerinin tutarlı olduğu görülmektedir. Bu durum, model sonuçlarının güvenilirliğini güçlendirmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi 1995–2023 dönemi için 27 OECD ülkesi örnekleminde analiz edilmiştir. Çalışmada çevresel sürdürülebilirliğin göstergesi olarak talep temelli ekolojik ayak izi kullanılırken, temel açıklayıcı değişken olarak genel devlet çevre koruma harcamalarına yer verilmiştir. Ayrıca ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji arzı, ticari açıklık ve kentleşme değişkenleri kontrol değişkenleri olarak modele dâhil edilmiştir.

Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni panel eşbütünleşme testi yardımıyla araştırılmış ve uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesi amacıyla ise FMOLS ve DOLS yöntemlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, çevresel koruma harcamalarının ekolojik ayak izi üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, çevresel koruma faaliyetlerine yönelik kamu harcamalarının çevresel baskının azaltılması ve sürdürülebilir çevre politikalarının desteklenmesi açısından önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşme değişkenlerinin ekolojik ayak izini artırdığı belirlenmiştir. Bu durum, üretim hacmindeki artış, enerji tüketimi, kentleşme baskısı ve ticari faaliyetlerin doğal kaynak kullanımı üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır. Yenilenebilir enerji arzının ise ekolojik ayak izini azaltıcı yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Bu bulgu, temiz enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar iktisadi açıdan değerlendirildiğinde, ekonomik büyümenin çevresel maliyetler doğurabildiği ve sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca gelir artışıyla sağlanamayacağı anlaşılmaktadır. Özellikle OECD ülkelerinde artan üretim ve tüketim faaliyetleri doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırırken, çevresel koruma harcamaları ve yenilenebilir enerji yatırımları bu baskının azaltılmasında dengeleyici bir rol üstlenmektedir. Dolayısıyla çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için büyüme politikalarının çevresel koruma politikalarıyla birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda öncelikle çevresel koruma harcamalarının artırılması ve bu harcamaların özellikle atık yönetimi, enerji verimliliği, karbon azaltımı ve çevre dostu altyapı yatırımlarına yönlendirilmesi gerekliliği önplana çıkmaktadır. Bunun yanında yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi, fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması ve temiz enerji dönüşümünün hızlandırılması gerekmektedir. Ticari açıklık ve kentleşmenin çevresel baskıyı artırıcı etkileri dikkate alınarak sürdürülebilir şehirleşme politikalarının uygulanması, çevre dostu üretim teknolojilerinin desteklenmesi ve uluslararası ticaret süreçlerinde çevresel standartların güçlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çerçevede çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için ekonomik büyüme hedeflerinin çevresel koruma politikalarıyla uyumlu biçimde tasarlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ahmed, N., Sheikh, A. A., Hamid, Z., Senkus, P., Borda, R. C., Wysokińska-Senkus, A., & Glabiszewski, W. (2022). Exploring the causal relationship among green taxes, energy intensity, and energy consumption in nordic countries: Dumitrescu and Hurlin causality approach. *Energies*, *15*(14), 5199. https://doi.org/10.3390/en15145199

Aydin, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, *61*(13), 2396-2420. https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731

Aydin, C., Esen, Ö., & Aydin, R. (2019). Is the ecological footprint related to the Kuznets curve a real process or rationalizing the ecological consequences of the affluence? Evidence from PSTR approach. *Ecological indicators*, *98*, 543-555. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.034

Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of international money and Finance*, *20*(2), 249-272. https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6

Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic literature*, *42*(1), 7-71. https://doi.org/10.1257/002205104773558047

Değirmenci, T., & İnal, V. (2019). Çevre koruma harcamalarının çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Seçilmiş OECD ülkeleri analizi. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, *21*(2), 232-250. https://izlik.org/JA99ZR36BM

Esen, Ö., & Bayrak, M. (2015). Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Geçiş sürecindeki Türk Cumhuriyetleri üzerine bir uygulama. *Bilig*, *73*, 231-248.

Esen, Ö., & Dündar, M. (2021). Do energy taxes reduce the carbon footprint? Evidence from Turkey. *JOEEP: Journal of emerging economies and policy*, *6*(2), 179-186.

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2021). Pollute less or tax more? Asymmetries in the EU environmental taxes–Ecological balance nexus. *Environmental impact assessment review*, *91*, 106662. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106662

Eurostat (2025). *Government expenditure on environmental protection*. (Erişim tarihi: 10.05.2026), https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Government_expenditure_on_environmental_protection

Global Footprint Network (2026). *Ecological Footprint*. (Erişim tarihi: 10.05.2026), https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/

Goulder, L.H., & Parry, I.W.H. (2008). Instrument choice in environmental policy. *Review of environmental economics and policy*. 2(2), 152–174 https://doi.org/10.1093/reep/ren005

IEA (2023). *World energy outlook 2023*. Paris: International Energy Agency. (Erişim tarihi: 10.05.2026), https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023

Koubi, V., & Bernauer, T. (2006). States as Providers of Public Goods: How Does Government Size Affect Environmental Quality?. Comparative and International Studies Working Papers. *CIS Working Paper* No. *14*. https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-005388989

Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, *108*(1), 1-24. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7

Lin, B., & Li, X. (2011). The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions. *Energy policy*, *39*(9), 5137-5146. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.050

López, R., Galinato, G. I., & Islam, A. (2011). Fiscal spending and the environment: Theory and empirics. *Journal of Environmental Economics and Management*, *62*(2), 180-198. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.03.001

Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *61*(S1), 631-652. https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631

Manta, A. G., Doran, N. M., Bădîrcea, R. M., Badareu, G., & Ţăran, A. M. (2023). Does the implementation of a Pigouvian tax be considered an effective approach to address climate change mitigation?. *Economic Analysis and Policy*, *80*, 1719-1731. https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.11.002

Miller, S. J., & Vela, M. A. (2013). *Are environmentally related taxes effective?* Inter-American Development Bank Working Papers. IDB Working Paper No. IDB-WP-467. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2367708

Mutlu, A. (2002). Çevre ekonomisi politikalar uygulamalar ve Türkiye. *İstanbul: Marmara Üniversitesi Maliye Araştırma ve Uygulama Merkezi, Yayın*, (15).

OECD (2025). *Environment at a Glance Indicators*. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en

OECD (2026). *OECD Data Explorer*. https://data-explorer.oecd.org/

Pearce, D., & Palmer, C. (2001). Public and private spending for environmental protection: a cross-country policy analysis. *Fiscal studies*, *22*(4), 403-456. https://doi.org/10.1111/j.1475-5890.2001.tb00048.x

Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *61*(S1), 653-670. https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653

Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory*, *20*(3), 597-625. https://doi.org/10.1017/S0266466604203073

Recepoğlu, M. (2021). Türkiye'de Gelir, Enerji Tüketimi, Ticari Açıklık ve Çevre Koruma Harcamaları: ÇKE Hipotezinin Bölgesel Analizi. *International Journal of Public Finance*, *6*(2), 353-372. https://doi.org/10.30927/ijpf.1013985

Taşdoğan, B. (2024). Kamu Çevre Koruma Harcamalarının Atık Emisyonuna Etkileri: Büyükşehir Statüsündeki Mahalli İdareler Temelinde Bir İnceleme. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *9*(3), 575-597. https://doi.org/10.30784/epfad.1516730

United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York, NY: United Nations.

Wackernagel, M., & Rees, W. E. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

World Bank (2026). *World Development Indicators*. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators?utm

Yavan, S., & Hotunluoğlu, H. (2018). Yerel yönetimlerin çevre harcamaları ile hava kalitesi ilişkisi: il bazlı bir analiz. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, *3*(1), 36-47. https://izlik.org/JA43ET32NK

Yıldırım, D. C., Yıldırım, S., & Esen, Ö. (2025). Green Transition in the Automotive Industry: Turkey Case. In Yıldırım, D.C., Yıldırım, S., & Kandpal, V. (Eds.), *Effects of Digitalization and Circular Economy on Sustainable Policy and Climate Change Prevention* (pp. 379-402). USA: IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9909-5.ch014

SELF-COMPACTING CONCRETE USING PALM KERNEL SHELL AS PARTIAL REPLACEMENT FOR COARSE AGGREGATE

Lawal N.A. and Olaoye J.O.

Department of Civil Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4785-6258

Abstract

The increasing demand for sustainable construction materials has driven researchers to explore agricultural by-products as viable alternatives to conventional constituents in concrete production. This study investigates the use of palm kernel shell (PKS) — a solid by-product of the palm oil industry — as a partial replacement for coarse aggregate in self-compacting concrete (SCC), at substitution levels of 0%, 10%, 20%, and 30% by weight. Fresh concrete properties were assessed using standard slump flow, V-funnel, and L-box tests, while hardened properties — including compressive strength, density, and water absorption — were evaluated at curing ages of 7, 14, and 28 days.

The results demonstrate that all PKS-modified mixes satisfied the fundamental workability requirements for SCC, though flowability declined progressively with increasing PKS content. Slump flow values decreased from 750 mm in the control mix to 680 mm at 30% replacement, V-funnel times rose from 8 s to 12 s, and L-box ratios fell from 0.95 to 0.85 — all still within EFNARC-specified limits. Compressive strength at 28 days decreased from 30 MPa (control) to 27, 24, and 21 MPa at 10%, 20%, and 30% PKS replacement, respectively. Density reduced consistently from 2400 kg/m³ to 2100 kg/m³, confirming the lightweight characteristics of PKS concrete, while water absorption increased modestly with rising PKS content.

Overall, a 20% PKS replacement level is identified as the optimum, offering a practical balance between structural performance, workability, and sustainability. These findings position PKS as a promising, eco-friendly aggregate for SCC production in regions where palm oil processing waste is abundantly available.

Keywords: Self-compacting concrete; Palm kernel shell; Sustainable construction; Lightweight concrete; Workability; Compressive strength

1. Introduction

Self-compacting concrete (SCC) represents one of the most significant advances in modern concrete technology. Unlike conventional concrete, SCC flows and consolidates under its own weight, eliminating the need for mechanical vibration during placement. This characteristic makes it particularly valuable in applications involving complex formwork geometries, densely reinforced members, or situations where vibration is impractical. Since its development in Japan during the late 1980s, SCC has been widely adopted globally owing to its ability to improve construction efficiency, reduce labour costs, and enhance the overall quality and homogeneity of hardened concrete structures (Okamura & Ouchi, 2003; EFNARC, 2005).

The performance of SCC is governed by three key fresh-state properties: filling ability, passing ability, and resistance to segregation. Achieving these properties requires a carefully optimised mix design, typically involving a high paste volume, reduced coarse aggregate content, and the incorporation of high-range water-reducing admixtures (superplasticisers). While these design strategies deliver excellent performance, they also contribute to the relatively high material cost of SCC compared to conventional concrete.

Beyond cost, a broader concern facing the global construction industry is the sustained reliance on natural aggregates — particularly granite and gravel — whose continued extraction has resulted in significant environmental degradation, habitat disruption, and resource depletion. Simultaneously, many developing nations are grappling with the mounting challenge of agricultural waste management. Nigeria, as the world's second-largest producer of palm oil, generates enormous volumes of palm kernel shell (PKS) annually as a by-product of palm oil processing. This material is largely considered waste: it is either burned, stockpiled, or left to decompose, contributing to environmental pollution and representing a missed opportunity for value addition (Alengaram et al., 2013).

PKS is a hard, lightweight, and relatively durable material that has attracted growing interest as an alternative aggregate in concrete production. Its low specific gravity makes it attractive for lightweight concrete applications, and its availability in palm oil-producing regions of West and Southeast Asia makes it a locally accessible and cost-effective resource. Prior studies have demonstrated that PKS can be incorporated into conventional concrete at moderate replacement levels without unacceptable loss of strength (Okafor, 1988; Olanipekun et al., 2006; Alengaram et al., 2013). However, its use in SCC — where workability demands are considerably more stringent — has received comparatively limited attention.

This study therefore sets out to evaluate the effect of PKS as a partial replacement for coarse aggregate in SCC, examining its influence on fresh properties, compressive strength, density, and water absorption across replacement levels of 0%, 10%, 20%, and 30%. The aim is to identify the optimum substitution level that maintains SCC compliance while advancing the dual objectives of waste valorisation and sustainable concrete production.

2. Literature Review

2.1 Self-Compacting Concrete

The concept of self-compacting concrete was introduced by Professor Hajime Okamura at the University of Tokyo in 1988, motivated by declining skilled labour availability and persistent problems with inadequate compaction in reinforced concrete structures. The fundamental design philosophy of SCC — reducing coarse aggregate content and increasing paste volume while using chemical admixtures to enhance flowability — has since evolved into a well-established engineering practice worldwide (Okamura & Ouchi, 2003).

The European Federation of National Associations Representing Concrete (EFNARC, 2005) provides the most widely adopted specifications for SCC performance. These guidelines define acceptance criteria for slump flow (550–850 mm), V-funnel flow time (6–12 s), and L-box ratio (≥ 0.80), among other parameters. Compliance with these criteria is essential for ensuring that concrete can be placed and consolidated without mechanical intervention while maintaining adequate homogeneity.

2.2 Fresh and Hardened Properties of SCC

The fresh-state behaviour of SCC is assessed through a battery of standardised tests designed to capture its unique flow characteristics. The slump flow test measures the spread of concrete after removal of the Abrams cone and is the primary indicator of filling ability. The V-funnel test evaluates flow time through a funnel, providing insight into viscosity and the risk of blocking. The L-box test assesses the ability of concrete to pass through reinforcement obstacles without segregation, expressed as the ratio of concrete height at two points along the box (H2/H1) (EFNARC, 2005).

In the hardened state, the compressive strength of SCC is generally comparable to or slightly higher than that of conventional concrete of the same water-cement ratio, owing to the denser paste matrix and reduced water bleeding. Durability properties such as water absorption, chloride permeability, and carbonation resistance are also important considerations, particularly in reinforced concrete structures exposed to aggressive environments (Neville, 2011).

2.3 Palm Kernel Shell as an Aggregate

Palm kernel shell is obtained as a solid by-product during the extraction of palm kernel oil from the seeds of the oil palm (Elaeis guineensis). It is typically black, hard, and shell-like in texture, with a particle size range broadly comparable to conventional coarse aggregate. Its specific gravity (approximately 1.3–1.4 g/cm³) is significantly lower than that of granite (approximately 2.6–2.7 g/cm³), which accounts for the density reduction observed in PKS concrete. However, its relatively porous and hygroscopic surface leads to higher water absorption, which must be carefully accounted for in mix design (Alengaram et al., 2013).

Several studies have confirmed that PKS exhibits adequate surface texture and bond characteristics to develop sufficient interfacial transition zone (ITZ) strength between aggregate and cement paste, provided the shell is properly cleaned and pre-saturated before mixing. Its toughness and resistance to impact are comparable to

some lightweight manufactured aggregates, lending further credibility to its use in structural lightweight concrete applications (Olanipekun et al., 2006).

2.4 Use of PKS in Concrete

The body of literature on PKS in conventional concrete is reasonably well-developed. Okafor (1988) conducted early experimental work confirming that PKS concrete could achieve 28-day compressive strengths suitable for structural use at replacement levels up to approximately 50%, though with notable reductions relative to the control. Alengaram et al. (2013) later demonstrated that optimised PKS concrete mixes incorporating supplementary cementitious materials could achieve strengths comparable to conventional normal-weight concrete.

In the specific context of SCC, however, the literature is comparatively sparse. The stringent workability requirements of SCC make it more sensitive to aggregate characteristics — particularly surface texture, angularity, and water absorption — than conventional concrete. The few available studies suggest that moderate PKS replacement levels (10–20%) can be accommodated within SCC mix designs without violating EFNARC workability criteria, though careful attention to superplasticiser dosage and aggregate pre-soaking is necessary (Alengaram et al., 2013). This study builds on that foundation to provide more systematic data on the fresh, mechanical, and durability-related properties of PKS-modified SCC.

3. Methodology

3.1 Materials

The following materials were used throughout the experimental programme:

- Ordinary Portland Cement (OPC) conforming to BS EN 197-1, sourced from a commercially available Nigerian brand.
- Fine aggregate: clean, well-graded natural river sand with a fineness modulus within the acceptable range for SCC production.
- Coarse aggregate: crushed granite with a maximum particle size of 12.5 mm, sourced locally.
- Palm kernel shell (PKS): collected from a local palm oil processing facility, washed thoroughly with clean water to remove residual oils and organic debris, and air-dried for 48 hours prior to use.
- Potable water: used both for mixing and curing.
- Superplasticiser: a polycarboxylate-based high-range water-reducing admixture, used to achieve the target SCC workability without increasing the water-cement ratio.

3.2 Mix Proportions

Four SCC mixes were designed in accordance with EFNARC (2005) guidelines. PKS was substituted for coarse aggregate by weight at levels of 0% (control), 10%, 20%, and 30%. The water-cement ratio was held constant across all mixes, and the superplasticiser dosage was adjusted as necessary to maintain SCC compliance. The aggregate content by volume was kept consistent, with PKS directly replacing an equivalent mass of granite.

3.3 Experimental Procedures

3.3.1 Fresh Concrete Tests

Fresh properties were assessed immediately after mixing to minimise the influence of slump loss. All tests were conducted in accordance with EFNARC (2005) specifications:

- Slump flow test: the spread diameter was measured after lifting the Abrams cone, and the time to reach a spread of 500 mm (T500) was also recorded.
- V-funnel test: the time for the concrete to completely flow through the V-shaped funnel was recorded and used as a measure of viscosity.
- L-box test: the ratio of concrete heights at the blocked end and the open end (H2/H1) was calculated to assess passing ability through simulated reinforcement bars.

3.3.2 Hardened Concrete Tests

Concrete cube specimens measuring 150 mm × 150 mm × 150 mm were cast from each mix and subsequently cured under water at ambient temperature until the respective testing ages. The following hardened-state tests were performed:

- Compressive strength: tested at 7, 14, and 28 days in accordance with ASTM C39. Three cubes were tested at each age and the average value reported.
- Density: measured by weighing each specimen after surface drying and dividing by its calculated volume.
- Water absorption: determined by measuring the mass increase of oven-dried specimens after 24-hour immersion in water, expressed as a percentage of the dry mass.

3.4 Data Analysis

Results from each test were tabulated and analysed to examine trends with increasing PKS content. Percentage changes relative to the control mix were calculated for all parameters. The performance of each mix was evaluated against EFNARC (2005) fresh-state criteria and standard structural concrete requirements to identify the optimum PKS replacement level.

4. Results and Discussion

4.1 Fresh Properties of Self-Compacting Concrete

The fresh-state performance of all four SCC mixes was evaluated using the slump flow, V-funnel, and L-box tests. The results are presented in Table 4.1.

Table 4.1: Fresh Properties of SCC Mixes with Varying PKS Content

PKS Replacement (%)	Slump Flow (mm)	V-Funnel Time (s)	L-Box Ratio (H2/H1)
0 (Control)	750	8	0.95
10	730	9	0.93
20	710	10	0.90
30	680	12	0.85

As shown in Table 4.1, all four mixes met the EFNARC (2005) criteria for SCC: slump flow between 550 and 850 mm, V-funnel time within the 6–12 s range, and an L-box ratio of at least 0.80. However, a clear and consistent decline in workability was observed with increasing PKS substitution. Slump flow decreased from 750 mm in the control mix to 680 mm at 30% PKS — a reduction of approximately 9.3%. This trend is primarily attributed to the rough, angular surface texture of PKS particles, which generates higher inter-particle

friction compared to the relatively smooth surface of crushed granite, as well as the higher water absorption of PKS, which effectively reduces the free water available for lubrication in the fresh mix.

The V-funnel time increased from 8 s to 12 s, indicating rising viscosity as PKS content grew. At 30% replacement, the V-funnel time reached the upper threshold of EFNARC acceptance, signalling that further increases in PKS content would likely compromise SCC compliance. The L-box ratio declined from 0.95 to 0.85, reflecting a modest reduction in passing ability, though all values remained comfortably above the minimum acceptable ratio of 0.80. Taken together, these results confirm that PKS can be incorporated into SCC at up to 30% replacement without violating fresh-state criteria, though the margin for 30% substitution is noticeably narrower than at lower replacement levels.

4.2 Compressive Strength

Compressive strength was measured at 7, 14, and 28 days for all mixes. The results are summarised in Table 4.2.

Table 4.2: Compressive Strength of SCC Mixes at 7, 14, and 28 Days

PKS (%)	7-Day Strength (MPa)	14-Day Strength (MPa)	28-Day Strength (MPa)
0 (Control)	20	25	30
10	18	23	27
20	16	21	24
30	14	18	21

Compressive strength decreased progressively with increasing PKS content at all curing ages. At 28 days, strength fell from 30 MPa in the control to 27 MPa, 24 MPa, and 21 MPa at 10%, 20%, and 30% replacement, respectively — representing reductions of 10%, 20%, and 30% relative to the control. This pattern is consistent with findings reported in earlier studies on PKS in conventional concrete (Alengaram et al., 2013; Okafor, 1988).

The strength reduction can be attributed to several interrelated factors. Firstly, PKS has a significantly lower stiffness and elastic modulus than granite, meaning that under compressive loading, the aggregate itself deforms before the surrounding cement paste, weakening the composite structure. Secondly, the porous surface of PKS absorbs water from the fresh mix, which, if not properly accounted for through pre-soaking, can disrupt the water-cement ratio in the interfacial transition zone, leading to a weaker aggregate-paste bond. Thirdly, the lower specific gravity of PKS means that, at equivalent mass replacements, PKS occupies a larger volume than the granite it replaces, potentially altering the overall aggregate skeleton.

Despite the reductions, the 28-day compressive strengths at 10% and 20% replacement (27 MPa and 24 MPa) comfortably exceed the 20 MPa threshold commonly adopted for structural lightweight concrete, confirming their suitability for structural applications. The 30% replacement mix (21 MPa), while technically above this threshold, exhibits a more pronounced rate of strength decline and may be better suited to non-structural or semi-structural applications. The 20% PKS replacement level is therefore identified as the optimum, offering a meaningful reduction in density and aggregate demand while preserving adequate structural strength.

4.3 Density

The measured densities of the four SCC mixes are presented in Table 4.3.

Table 4.3: Measured Density of SCC Mixes

PKS (%)	Density (kg/m³)
0 (Control)	2,400
10	2,300
20	2,200
30	2,100

A consistent and near-linear reduction in density was recorded with increasing PKS content. The density decreased from 2,400 kg/m³ for the control mix to 2,100 kg/m³ at 30% replacement — a reduction of 12.5%. This is a direct consequence of the substantially lower specific gravity of PKS (approximately 1.3–1.4 g/cm³) compared to granite (approximately 2.6 g/cm³).

From a structural engineering perspective, this density reduction is noteworthy. Lightweight concrete (typically defined as concrete with a density below 2,000 kg/m³) is valued for its ability to reduce dead load in structures, leading to smaller foundation sizes, reduced seismic forces, and potential material savings in load-bearing members. While the PKS mixes in this study did not reach the formal threshold for lightweight concrete classification, the reductions achieved — particularly at 20% and 30% replacement — represent meaningful improvements in weight reduction that could benefit applications such as non-load-bearing wall panels, floor screeds, or precast elements where self-weight is a design consideration.

4.4 Water Absorption

The water absorption results for all mixes are given in Table 4.4.

Table 4.4: Water Absorption of SCC Mixes

PKS (%)	Water Absorption (%)
0 (Control)	3.5
10	4.0
20	4.8
30	5.5

Water absorption increased with rising PKS content, from 3.5% in the control to 5.5% at 30% replacement. This trend is consistent with the inherent porosity of PKS, which absorbs water both during mixing and after hardening, resulting in a more permeable concrete matrix. Elevated water absorption is a durability concern in reinforced concrete, as greater permeability facilitates the ingress of water, chloride ions, and other aggressive agents that can trigger rebar corrosion and accelerate concrete deterioration.

Nonetheless, the absorption values recorded at 10% and 20% PKS replacement (4.0% and 4.8%) remain within the broadly accepted limit of 5% for structural lightweight concrete (Neville, 2011). The 30% replacement mix, at 5.5%, marginally exceeds this threshold, reinforcing the view that this level of substitution should be reserved for applications where durability demands are less critical or where additional protective measures — such as surface sealers or supplementary cementitious materials — are employed. Pre-soaking PKS

aggregates before mixing is also recommended to minimise internal water absorption during the hydration process, which would otherwise distort the effective water-cement ratio.

4.5 Summary of Performance

The combined assessment of fresh properties, compressive strength, density, and water absorption points consistently to 20% as the optimum PKS replacement level in SCC. At this substitution rate:

- All fresh-state criteria specified by EFNARC (2005) are comfortably satisfied, with adequate margins above the minimum thresholds.
- The 28-day compressive strength of 24 MPa is sufficient for a range of structural lightweight concrete applications.
- Density is reduced by approximately 8.3% relative to the control, offering tangible dead load savings.
- Water absorption remains within the 5% ceiling considered acceptable for structural use.

Beyond 20%, the trade-offs — in particular the accelerated strength reduction and rising water absorption — begin to outweigh the benefits of further density reduction, making 30% substitution more appropriate for non-structural uses.

5. Conclusion

This study has investigated the feasibility of using palm kernel shell as a partial replacement for coarse aggregate in self-compacting concrete. The experimental programme, covering replacement levels of 0%, 10%, 20%, and 30%, has yielded the following principal conclusions:

- All PKS-modified SCC mixes satisfied the EFNARC (2005) fresh-state performance criteria for filling ability, viscosity, and passing ability, confirming the workability viability of PKS-based SCC at the levels tested.
- Workability declined progressively with increasing PKS content, though the rate of decline was moderate and did not compromise SCC compliance up to 30% replacement. Careful attention to PKS pre-soaking and superplasticiser dosage is advisable in practice.
- Compressive strength decreased with rising PKS content, with 28-day values of 27, 24, and 21 MPa at 10%, 20%, and 30% replacement, respectively. The 10% and 20% mixes retain strength levels appropriate for structural applications.
- Concrete density decreased consistently with PKS substitution, from 2,400 kg/m³ (control) to 2,100 kg/m³ at 30% replacement, reflecting the lightweight nature of PKS as an aggregate.
- Water absorption increased with PKS content but remained within acceptable limits for structural lightweight concrete at replacement levels up to 20%.
- A 20% PKS replacement level is identified as the optimum for SCC, offering the most favourable combination of workability, strength, density reduction, and durability.

These findings demonstrate that palm kernel shell is a technically viable and environmentally beneficial partial substitute for conventional coarse aggregate in SCC production. In a Nigerian context — where palm oil processing generates PKS in large quantities and conventional aggregate extraction carries significant environmental costs — the adoption of PKS in concrete represents a meaningful step towards more sustainable construction practice. Future work should explore the use of supplementary cementitious materials (such as fly ash or ground granulated blast furnace slag) in combination with PKS to further improve strength and durability, as well as long-term durability assessments under field exposure conditions.

References

Alengaram, U. J., Mahmud, H., & Jumaat, M. Z. (2013). Development of lightweight concrete using palm kernel shell. Construction and Building Materials, 29, 35–42.

EFNARC (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification, Production and Use. European Federation of National Associations Representing Concrete.

Neville, A. M. (2011). Properties of Concrete (5th ed.). Pearson Education.

Okafor, F. O. (1988). Palm kernel shell as lightweight aggregate for concrete. Cement and Concrete Research, 18(6), 901–910.

Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-compacting concrete. Journal of Advanced Concrete Technology, 1(1), 5–15.

Olanipekun, E. A., Olusola, K. O., & Ata, O. (2006). A comparative study of concrete properties using coconut shell and palm kernel shell as coarse aggregates. Building and Environment, 41(3), 297–301.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN PALM KERNEL OIL SOAP AND JATROPHA OIL SOAP

Hauwa Abubakar Balarabe

Chemical Engineering Department, Bayero University, Kano

***Kazeem Ibraheem Ajadi**

Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria., ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-2474-881X

Abdullahi Nuraddeen Bakori

Chemical Engineering Department, Kaduna Polytechnic, Kaduna, Nigeria., ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-6381-9449

Abstract

This study evaluated the physicochemical properties of laundry soap produced from palm kernel oil and jatropha oil using analytical and commercial sodium hydroxide in order to determine their suitability for soap production and compare their quality characteristics. Soap samples were analyzed based on pH, free fatty acid (FFA), moisture content, yield, lathering power, cleaning power, hardness, and alkalinity. The findings revealed that both palm kernel and jatropha oil soaps possessed acceptable quality characteristics and met required standards for laundry soap production. The pH values obtained ranged from 7.30 to 8.90, indicating moderate alkalinity suitable for cleaning applications. Free fatty acid content was substantially reduced after soap formation, with both soap formulations recording low FFA values (0.137), indicating efficient saponification and minimal unsaponified matter. Palm kernel oil soap produced a higher yield (86.3%) compared with jatropha oil soap (79.5%) and also demonstrated superior lathering ability and hardness. However, both soaps showed high cleaning power, confirming their effectiveness in dirt removal. Moisture content values indicated satisfactory storage stability for both formulations. Furthermore, soaps produced using analytical sodium hydroxide exhibited higher alkalinity than those produced using commercial sodium hydroxide, while commercial sodium hydroxide produced milder soaps with acceptable cleaning efficiency. The study concludes that both palm kernel oil and jatropha oil are suitable for soap production, although palm kernel oil demonstrated relatively better performance in terms of yield, foam formation, and hardness. Commercial sodium hydroxide is recommended for practical soap production because of its balanced physicochemical properties and lower alkalinity.

Keywords: FFA, Palm Kernel Oil, Jatropha Oil, Soap Production, Sodium Hydroxide, Yield

INTRODUCTION

Soaps are one of the major elements that we use in our everyday life. Basically, soaps are the sodium and potassium salts of higher fatty acids, such as oleic, stearic, lauric, and palmitic acids (Sharma, 2000). These fatty acids are responsible for the foaming and cleansing actions of soaps. Soaps are generally produced using edible oils, that is, palm oil, coconut oil, soybean oil, groundnut oil (Najjar et al., 2014). However, the usage of non-edible oils has advantages; it can significantly reduce the consumption of edible oils and ultimately the dependence on edible oils for soap manufacturing. Among the known non-edible oils, Jatropha, castor, and palm kernel oil can be used for soap making. Mostly Jatropha, castor, and palm kernel oil soaps are known for their medicinal properties and sensitivity. It is used to treat various skin diseases (Messemaker, 2008; Akbar et al., 2009). The 36% linoleic acid (C18:2) content in Jatropha oil makes it an interesting candidate for skincare (Henning, 2000). The oil also has components in hair conditioners (Brittaine et al., 2010). Jatropha and palm grow in various parts of Nigeria, as a hedge around homesteads and farmlands. Jatropha and palm can be cultivated either as large-scale plantations on marginal areas, as small-scale hedges, or intercropped to assist rural livelihoods. Although Jatropha and palm already exist in many places in Nigeria; its economic importance is far from being realized due to the absence of proper evaluation and promotion of the existing local Jatropha and palm provenances for oil yield, oil quality for cosmetic utilization, and further use of oils for the soap-

making process. This research is focused on a comparative study of soaps produced from palm kernel oil and jatropha oil.

METHODOLOGY

PREPARATION OF SOAP:

500g of the oil was measured into a plastic container warmed in order to quicken the reaction between the alkali and the fat. A calculated amount of NaOH was weighed and a fixed amount of distilled water was added to it to prepare a 0.2 N NaOH solution. The caustic soda was stirred well using a stirring rod until it blended with the fat. The caustic soda was poured very gradually into it and stirred gently in one direction to enhance thorough mixing of the solution. The plastic container was insulated with pieces of cloth to prevent the fat from hardening before the soap mixed properly. A small amount of sodium carbonate, sodium sulphate, and sodium silicate was added to the soap mixture, and it was stirred properly until it blended.

Sodium silicate is added when the soap is being cooled down. Sodium silicate hardens the soap. It eases the removal of dirt and prevents the deposition of dirt particles. To check whether the saponification is completed, a ‘’ribbon test‟ was performed. In this test, a small sample of the soap from the beaker was taken and cooled. When a little quantity of the cooled soap is pressed between the thumb and forefinger, the soap comes out in the form of firm shiny ribbons with slight opaque ends and be clear when held against the light. If the cooled sample draws out in threads, there is excess water present in the soap, and further boiling is required to evaporate more water. If the opaque ends appear and vanish, the soap is oily and requires more caustic, while if the soap is grainy, or turbid and somewhat white, it indicates a high level of unreacted caustic, and requires more oil. A physical test - the taste test – was also done to determine the level of caustic. After this the soap was mold into a proper shape and kept in a filter paper.

Yield Calculation

For all the soap samples prepared using different soap making oils, weight is taken after they are taken out of the air oven. Yield was calculated by dividing the weight of the soap by the weight of the oil taken, multiplied by 100. It is calculated for all the samples.

Physicochemical analysis

Alkalinity: 1% of soap solution was prepared by dissolving about 0.5 g of the soap in 50 mL of deionized water. It may help to heat the water to get the soap to dissolve completely. Using a pH meter, the alkalinity of the soap solution is determined. The electrode of the pH meter is dipped into the soap solution. The pH value of the solution would be recorded.

Lathering Power: 2 mL of deionized water would be added to large test tubes. An equal amount of soap solution would be added to test tube of water and shaken vigorously by placing a stopper in the tube. This should give a permanent lather that lasts for at least 30sec. If the lather doesn't last, add another 10 drops of soap solution and shaken vigorously.

Cleansing Power: A drop of used brake oil, would be placed on two separate thin strips of filter paper. It is ensure that the strips of filter paper will fit in the test tubes. One filter paper with oil spot in the tube containing soap in water. A second strip is placed in the tube containing soap in calcium solution. Each one is shaken well and made sure that the filter paper is immersed in the solution. After 2 min the filter paper was removed and rinsed with tap water. Did the oil get washed out of the filter paper strip? The solutions were thrown in the sink. The paper strips were thrown in the trash can.

Moisture content: A sample of the 10g scraped soap was put into a petri dish and placed in an oven for 1 hour at 110°C. It would be allowed to cool down and then be weighed. The moisture content in percentage was calculated.

Hardness: The hand felt hardness was used to determine the soap

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1: Values obtained from soap analysis using analytical Sodium Hydroxide

Parameters	Palm kernel oil	Jatropha oil
PH	8.9	8.47
FFA of the oil	4. 63	0.24
FFA of the soap	0.137	0.137
Moisture content	9.73	7.3
Yield	86.3	79.5
Lathering power	High	Good
Cleaning power	High	High
Hardness	Very hard	Hard
Alkalinity	12.175	13. 5

Table 2: Values obtained from soap analysis using commercial Sodium Hydroxide

Parameters	Palm kernel oil	Jatropha oil
PH	7.3	6.9
FFA of the oil	4. 63	0.24
FFA of the soap	0.137	0.137
Moisture content	9.73	7.3
Yield	86.3	79.5
Lathering power	High	Good
Cleaning power	High	High
Hardness	Very hard	Hard
Alkalinity	9.47	10.7

The results obtained from the analysis of soap produced from palm kernel oil and jatropha oil using analytical and commercial sodium hydroxide and provides a detailed discussion of the findings in relation to established standards and previous studies. The parameters investigated include pH, free fatty acid (FFA) of the oil and soap, moisture content, yield, lathering power, cleaning power, hardness, and alkalinity. The results are discussed comparatively to evaluate the suitability of palm kernel oil and jatropha oil in soap formulation and to determine the effect of the type of sodium hydroxide used on soap quality.

The quality of soap is largely determined by its physicochemical properties, which influence consumer acceptability, storage stability, cleansing efficiency, hardness, and safety during usage. Soap prepared from vegetable oils generally varies with fatty acid composition, saponification value, and the alkali concentration used during production (Warra, Hassan, Gunu, & Jega, 2011). Therefore, comparative evaluation of soap produced from palm kernel oil and jatropha oil provides insight into their potential suitability for domestic and industrial soap production.

pH

The pH of soap is a major parameter for assessing its suitability and safety for domestic use, as excessive alkalinity can cause skin irritation, while insufficient alkalinity can reduce cleansing effectiveness. The results obtained from this study revealed that soap produced using analytical sodium hydroxide recorded pH values of 8.90 and 8.47 for palm kernel oil and jatropha oil soap respectively, while soap produced using commercial sodium hydroxide showed pH values of 7.30 and 7.90 respectively. These values indicate that both soaps were moderately alkaline and generally fall within acceptable limits for laundry soap production. The comparatively higher pH values observed in soaps produced using analytical sodium hydroxide may be attributed to the higher purity and concentration of analytical-grade sodium hydroxide. Analytical sodium hydroxide typically contains fewer impurities and provides a more complete saponification reaction, thereby increasing residual alkalinity in the finished soap. In contrast, commercial sodium hydroxide may contain impurities or reduced active concentration, leading to slightly lower pH values. The present findings agree with the observations of Warra et al. (2011), who reported pH values ranging from mildly alkaline to moderately alkaline in soaps

produced from various vegetable oils, indicating that such pH levels are suitable for effective cleaning while remaining relatively safe for domestic use. Similarly, Onwuka (2018) reported that soaps produced from vegetable oils generally exhibit pH values between 7 and 10 depending on the alkali concentration and oil composition.

Palm kernel oil soap exhibited slightly higher pH than jatropha oil soap, suggesting stronger alkaline characteristics and potentially greater detergent activity. This difference may be associated with the fatty acid composition of palm kernel oil, which contains substantial amounts of lauric acid and myristic acid known to promote efficient saponification and soap hardness (Kirk-Othmer, 2014). The findings suggest that both palm kernel oil and jatropha oil are suitable raw materials for soap manufacture; however, palm kernel oil may produce slightly more alkaline and potentially stronger cleansing soap. Furthermore, the obtained pH values suggest that the formulated soaps conform to acceptable quality standards for laundry soap. Similar observations were reported by Adebiyi and Anjorin (2013), who noted that vegetable oil soaps exhibiting moderate alkalinity demonstrate satisfactory cleansing properties without excessive corrosive effects.

Free Fatty Acid (FFA)

Free fatty acid content is an important quality indicator used in evaluating oils and finished soap because it reflects the extent of hydrolysis and determines product stability and cleansing efficiency. High FFA values in oil generally indicate degradation or poor storage conditions, while low FFA values in finished soap suggest successful saponification and good product quality. In this study, the free fatty acid values of palm kernel oil and jatropha oil prior to soap formation were 4.30 and 0.24 respectively, while the FFA value of the soap after saponification was reduced to 0.137 for both oils irrespective of the sodium hydroxide used. These findings demonstrate a significant reduction in free fatty acid following soap production, indicating efficient conversion of fatty acids into soap molecules during saponification.

The low FFA content of the final soap formulation indicates proper reaction between the triglycerides and sodium hydroxide and suggests minimal unsaponified fat in the finished product. This observation is significant because excessive free fatty acids in soap may contribute to rancidity, poor foaming, and lower cleaning efficiency (Osho & Akinleye, 2019). The results also suggest that the type of sodium hydroxide used had little or no effect on FFA reduction because both analytical and commercial sodium hydroxide produced identical FFA values in the finished soap. This indicates that both alkali sources were sufficiently reactive to complete the saponification process. The present study aligns with findings by Warra et al. (2011), who reported low FFA levels in soap produced from vegetable oils due to efficient saponification reactions. Similarly, Abayeh, Aina, and Okuonghae (1998) observed that soap products with low residual fatty acid content generally exhibit better stability and cleansing performance.

The observed reduction in FFA further confirms that both palm kernel oil and jatropha oil can serve as suitable feedstocks for soap production. However, palm kernel oil showed comparatively higher initial FFA values than jatropha oil, which may reflect differences in storage conditions, extraction methods, or fatty acid composition.

Moisture Content

Moisture content is an important determinant of soap quality because it influences shelf life, hardness, durability, and resistance to microbial spoilage. High moisture content can reduce soap hardness and shorten shelf stability, while low moisture content contributes to harder and longer-lasting soap. The moisture content obtained for palm kernel oil soap and jatropha oil soap was 9.73% and 7.30% respectively, with no observable difference between analytical and commercial sodium hydroxide formulations.

The relatively low moisture content recorded in both soap samples suggests good product stability and indicates that the soaps may possess prolonged storage life and reduced susceptibility to microbial deterioration. Jatropha soap exhibited lower moisture content than palm kernel soap, implying better resistance to dissolution during use and potentially longer durability. These findings agree with previous studies by Oyekunle et al. (2014), who reported that lower moisture content in soap formulations improves product firmness and storage stability. Similarly, Taiwo, Osinowo, and Adekunle (2008) reported that soaps with moisture content below recommended thresholds exhibit superior hardness and longevity. The absence of differences between analytical and commercial sodium hydroxide formulations suggests that sodium

hydroxide source had minimal influence on moisture retention in the finished product. Instead, oil composition appears to have played a more dominant role in determining moisture characteristics.

Yield

Yield is an important parameter in soap production because it reflects the efficiency of the saponification process and determines the quantity of usable product obtained from a specified amount of raw material. High soap yield suggests efficient conversion of oils into soap with minimal material loss during processing, while lower yield may indicate incomplete saponification or material losses during formulation and curing. The results obtained from this study showed that soap produced from palm kernel oil had a yield of 86.3%, while jatropha oil soap produced a yield of 79.5% from 100 g of oil used. No observable variation was reported between soaps produced using analytical sodium hydroxide and those produced using commercial sodium hydroxide, suggesting that the type of sodium hydroxide had little influence on the percentage yield of soap.

The comparatively higher yield observed in palm kernel oil soap may be attributed to its fatty acid composition and high saponification tendency. Palm kernel oil contains appreciable levels of lauric and myristic acids, which readily react with alkali to form stable soap products. This may explain the superior yield recorded for palm kernel oil compared with jatropha oil. The findings are consistent with previous reports by Warra et al. (2011), who observed that palm kernel oil generally produces high soap yield due to its favorable triglyceride composition and efficient saponification characteristics. Similarly, Osho and Akinleye (2019) reported that vegetable oils with higher saponification efficiency tend to produce greater soap recovery and improved product consistency.

The absence of differences in yield between analytical and commercial sodium hydroxide suggests that both alkali forms were sufficiently reactive to support effective saponification. Therefore, commercial sodium hydroxide may represent an economically viable alternative for soap manufacture, particularly in small-scale production systems where analytical-grade chemicals may be expensive or inaccessible. Overall, the higher yield obtained from palm kernel oil indicates that it may be more economically advantageous for commercial soap production than jatropha oil due to greater product output from the same quantity of raw material.

Lathering Power

Lathering power is a major determinant of soap acceptability because consumers often associate foam formation with cleansing efficiency. Although foam quantity does not always directly determine cleaning ability, soaps with high lathering properties are generally perceived as more effective and desirable. The results of this study revealed that palm kernel oil soap exhibited high lathering power, whereas jatropha oil soap demonstrated good lathering ability under both analytical and commercial sodium hydroxide formulations. No observable variation was found due to the source of sodium hydroxide used in production.

The superior lathering performance observed in palm kernel oil soap may be attributed to the high proportion of short- and medium-chain saturated fatty acids such as lauric acid and myristic acid found in palm kernel oil. These fatty acids are well known for producing abundant foam and improving detergent action in soaps (Kirk-Othmer, 2014).

In contrast, jatropha oil, although capable of producing satisfactory soap, may contain a fatty acid profile less optimized for foam formation, thereby accounting for the relatively lower but still acceptable lathering performance. Similar findings were reported by Taiwo et al. (2008), who observed that soaps produced from palm kernel oil exhibited significantly better foaming characteristics than soaps prepared from several alternative vegetable oils.

The lack of observable differences between analytical and commercial sodium hydroxide formulations suggests that lathering performance was mainly influenced by the oil composition rather than alkali source. This observation agrees with findings by Oyekunle et al. (2014), who reported that foaming characteristics in soap are strongly dependent on lipid composition and fatty acid profile rather than alkali concentration alone. The findings therefore indicate that palm kernel oil soap may be more desirable for applications requiring abundant foam formation, while jatropha soap remains suitable for cleaning purposes despite slightly lower foam generation.

Cleaning Power

Cleaning power refers to the ability of soap to remove dirt, grease, and stains from surfaces or fabrics and represents one of the most important criteria for soap effectiveness. The results obtained in this study indicated that both palm kernel oil soap and jatropha oil soap possessed high cleaning power, irrespective of whether analytical or commercial sodium hydroxide was used during production.

This finding suggests that both soap formulations were effective in removing dirt and grease and that the oils used were capable of producing functional cleansing agents. The effectiveness of soap cleaning action may be linked to the amphiphilic nature of soap molecules, which possess both hydrophilic and hydrophobic regions capable of interacting with water and oily substances simultaneously. The results are comparable to those reported by Abayeh et al. (1998), who observed that soaps derived from vegetable oils generally possess satisfactory detergent properties and effective cleansing abilities when properly saponified. Likewise, Warra et al. (2011) noted that soap performance in cleaning depends primarily on successful fatty acid conversion during saponification rather than merely on the origin of alkali used.

The absence of differences in cleaning power between analytical and commercial sodium hydroxide further suggests that both alkali sources produced adequate sodium salts of fatty acids responsible for cleansing activity. Consequently, commercial sodium hydroxide may be considered acceptable for soap manufacture where affordability and accessibility are priorities. The findings therefore demonstrate that both palm kernel oil and jatropha oil are suitable raw materials for laundry soap production because they generate soaps with satisfactory cleaning efficiency.

Hardness

Soap hardness is a critical quality parameter because it influences durability, resistance to dissolution, storage stability, and consumer preference. Hard soaps generally last longer and are less likely to become soft or mushy during use. The findings revealed that palm kernel oil soap was very hard, whereas jatropha oil soap was classified as hard under both analytical and commercial sodium hydroxide formulations. No visible difference was observed in hardness between soaps produced using analytical and commercial sodium hydroxide. The greater hardness observed in palm kernel oil soap may be explained by the higher concentration of saturated fatty acids present in palm kernel oil. Saturated fatty acids generally produce firmer soap structures because they solidify more readily and create compact crystalline matrices within the soap (Kirk-Othmer, 2014).

This observation is consistent with findings by Taiwo et al. (2008), who reported that palm kernel oil contributes significantly to soap hardness and structural stability due to its high saturated fat content. Similarly, Osho and Akinleye (2019) reported that soaps produced from oils rich in saturated fatty acids tend to exhibit greater firmness and prolonged durability. The relatively lower hardness observed in jatropha soap may be due to a higher proportion of unsaturated fatty acids, which tend to produce softer soap structures. However, the soap remained sufficiently hard for practical domestic use, indicating acceptable quality. The absence of differences between analytical and commercial sodium hydroxide formulations indicates that soap hardness was mainly influenced by the physicochemical properties of the oils rather than alkali purity or concentration.

Alkalinity

Alkalinity is an important quality parameter in soap evaluation because excessive alkalinity may lead to skin irritation, harshness, or damage to fabrics, whereas low alkalinity may compromise cleansing effectiveness. The results showed that soaps produced using analytical sodium hydroxide recorded alkalinity values of 12.175 and 13.50 for palm kernel oil and jatropha oil soap respectively, while soaps produced using commercial sodium hydroxide recorded lower values of 9.47 and 10.70 respectively.

The higher alkalinity observed in soaps produced using analytical sodium hydroxide may be attributed to the higher concentration and purity of the alkali, which may have increased residual alkaline content after saponification. This observation supports the earlier pH findings and suggests stronger alkaline behavior in analytical sodium hydroxide formulations. These findings align with observations reported by Onwuka (2018), who noted that soaps prepared with highly concentrated alkali solutions often exhibit increased alkalinity due

to residual sodium hydroxide. Similarly, Warra et al. (2011) emphasized that soap alkalinity is strongly dependent on alkali concentration and reaction completeness.

The lower alkalinity values obtained using commercial sodium hydroxide suggest that such formulations may be safer and milder for domestic applications while still maintaining adequate cleaning performance. Since excessive alkalinity may negatively affect skin comfort and fabric quality, soaps produced with commercial sodium hydroxide may offer a better balance between cleansing efficiency and safety. Overall, although both formulations demonstrated acceptable cleaning performance, commercial sodium hydroxide formulations appear comparatively preferable in terms of user safety due to their lower alkalinity values.

Comparative Evaluation of Palm Kernel Oil and Jatropha Oil Soap

The comparative evaluation of palm kernel oil soap and jatropha oil soap produced using analytical and commercial sodium hydroxide demonstrates that both oils are suitable for soap manufacture; however, variations exist in their physicochemical and performance characteristics. The comparative analysis indicates that palm kernel oil soap generally performed better in terms of pH stability, yield, lathering power, and hardness, whereas jatropha oil soap demonstrated lower moisture content and comparable cleaning efficiency.

From the pH analysis, palm kernel oil soap exhibited slightly higher pH values than jatropha soap, particularly when analytical sodium hydroxide was used. This suggests stronger alkaline characteristics and potentially improved detergent action. Nevertheless, both soaps remained within acceptable ranges for laundry soap and therefore may be regarded as safe and effective for household applications. Similar findings were reported by Warra et al. (2011), who noted that vegetable oil-based soaps often differ slightly in pH due to differences in fatty acid composition but generally remain suitable for cleaning purposes.

In terms of free fatty acid (FFA) content, both palm kernel oil and jatropha oil demonstrated effective reduction in FFA after saponification, with identical soap FFA values of 0.137 irrespective of sodium hydroxide source. This suggests that both oils underwent successful saponification and produced stable soap products with minimal residual fatty matter. The low FFA content further implies reduced susceptibility to rancidity and improved product quality. According to Abayeh et al. (1998), soaps with low residual fatty acids exhibit superior storage stability and cleansing efficiency because of reduced unsaponified matter.

Palm kernel oil soap recorded a higher yield (86.3%) than jatropha oil soap (79.5%), suggesting greater conversion efficiency during saponification and improved economic viability for large-scale soap manufacture. This finding may be attributed to the fatty acid profile of palm kernel oil, which is rich in saturated fatty acids that readily react with alkali to form stable soap products. Previous studies by Taiwo et al. (2008) similarly found that palm kernel oil produces higher soap yield compared to several alternative vegetable oils due to its favorable triglyceride composition.

In terms of moisture content, jatropha soap recorded a comparatively lower value (7.30%) than palm kernel soap (9.73%), suggesting greater storage stability and slower dissolution during use. Lower moisture content is often associated with increased shelf life and better resistance to microbial spoilage. Oyekunle et al. (2014) similarly reported that soaps with lower moisture levels tend to possess superior durability and storage characteristics.

Lathering power was observed to be higher in palm kernel oil soap than in jatropha soap, which may be linked to the high lauric acid content of palm kernel oil. Lauric acid is widely recognized for enhancing foam formation and detergent efficiency in soap formulations. Although jatropha soap produced comparatively less foam, its lathering ability remained satisfactory for domestic use. Similar observations were made by Kirk-Othmer (2014), who reported that oils rich in lauric acid produce superior foaming soaps.

Cleaning power remained high for both soaps irrespective of sodium hydroxide source, indicating that both palm kernel oil and jatropha oil are capable of producing effective detergents suitable for laundry applications. This result confirms that cleansing efficiency is more strongly dependent on successful fatty acid saponification than on alkali source. Warra et al. (2011) reported comparable observations in soaps derived from plant oils, emphasizing that adequate saponification ensures strong cleaning performance.

Regarding hardness, palm kernel oil soap was observed to be very hard, while jatropha soap was classified as hard. This difference reflects variations in fatty acid composition, especially the greater proportion of saturated

fats in palm kernel oil. Harder soaps generally possess better resistance to dissolution and longer usability during washing. Taiwo et al. (2008) similarly found that palm kernel oil contributes substantially to soap firmness and physical stability.

The alkalinity results showed that analytical sodium hydroxide formulations exhibited considerably higher alkalinity than commercial sodium hydroxide formulations. Although higher alkalinity may improve cleansing strength, excessive alkalinity may negatively affect user comfort and fabric safety. Commercial sodium hydroxide soaps demonstrated comparatively lower alkalinity while maintaining strong cleaning ability, suggesting a more balanced formulation for domestic applications. Onwuka (2018) similarly emphasized that excessive residual alkali may compromise soap mildness and usability.

Overall, the comparative evaluation indicates that palm kernel oil appears more suitable for producing high-yield, harder, and more foaming soaps, whereas jatropha oil remains a viable alternative capable of producing soaps with acceptable cleaning power and lower moisture content. Furthermore, commercial sodium hydroxide may be preferred over analytical sodium hydroxide for practical soap manufacture because it produces soaps with lower alkalinity while maintaining acceptable quality characteristics. These findings suggest that both oils have substantial potential for laundry soap production, although palm kernel oil demonstrates relatively superior performance across most evaluated parameters.

Conclusion

The study further demonstrated that palm kernel oil soap exhibited better lathering power and hardness compared with jatropha oil soap, likely due to differences in fatty acid composition, particularly the higher concentration of saturated fatty acids in palm kernel oil. Despite these differences, both soap types displayed high cleaning power, confirming their effectiveness for laundry applications. Additionally, the source of sodium hydroxide influenced alkalinity and pH but had minimal effect on other evaluated parameters. Analytical sodium hydroxide produced soaps with higher alkalinity, while commercial sodium hydroxide generated milder soaps with acceptable quality and cleaning efficiency. Therefore, both oils can be effectively used in soap production, although palm kernel oil showed comparatively superior performance, and commercial sodium hydroxide is recommended for safer and more practical soap manufacture.

References

Abayeh, O. J., Aina, E. A., & Okuonghae, C. O. (1998). Oil content and oil quality characteristics of some Nigerian oil seeds. Journal of Pure and Applied Sciences, 1(1), 17–23.

Adebiyi, A., & Anjorin, T. S. (2013). Comparative study of soap production from selected plant oils. International Journal of Scientific and Research Publications, 3(9), 1–4.

Akbar E, Yaakob Z, Kamarudin, SK (2009). Characteristic and composition of Jatropha curcas oil seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock feedstock. Eur J Sci Res. 29: 396–403.

Brittaine R, Lutaladio N (2010). Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop: The Potential for pro-Poor

Henning R (2000). The Jatropha Booklet.Choma: GTZASSP Project Zambia. Kassahun, BM, Damtew, Z,

Kirk-Othmer, D. F. (2014). Encyclopedia of chemical technology (5th ed.). Wiley.

Messemaker L (2008). Assessment of the Jatropha value chain and its potential for pro poor biofuel development in Northern Tanzania.MSc thesis. International development studies at the Faculty of Geosciences Utrecht University.

Najjar A, Abdullah N, Saad WZ (2014). Removal of phorbolesters present in Jatrophacurcas kernel by

Onwuka, G. I. (2018). Food analysis and instrumentation: Theory and practice for the food scientist (2nd ed.). Naphtali Prints.

Osho, A., & Akinleye, M. O. (2019). Comparative assessment of physicochemical properties of soaps produced from selected vegetable oils. Nigerian Journal of Chemical Research, 24(2), 45–57.

Oyekunle, J. A. O., Omode, A. A., & Oduola, A. O. (2014). Evaluation of physicochemical properties of soaps produced from locally sourced oils in Nigeria. African Journal of Biotechnology, 13(29), 2965–2972.

Sharma B. (2000). Industrial Chemistry (Including Chemical Engineering). Meerut, India: GOEL Publishing House.

Taiwo, A. A., Osinowo, F. A. O., & Adekunle, A. A. (2008). Comparative study of soap production using different vegetable oils. Journal of Applied Sciences Research, 4(12), 1820–1825.

Warra, A. A., Hassan, L. G., Gunu, S. Y., & Jega, S. A. (2011). Cold-process synthesis and properties of soaps prepared from different triacylglycerol sources. Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences, 19(1), 81–90.

VISUAL ARTS PEDAGOGICAL THERAPY AND STRUCTURED ENVIRONMENTAL ECOLOGY: AUTISM-FRIENDLY RESIDENTIAL MICRO-ENVIRONMENTS DURING COVID-19

[1] **Zsuzsanna Hedvig Szikora**

Doctoral School of Wesley Theological College, Hungary

[2] **Dr. habil. Judit Forrai, DSc**

Institute of Public Health, Semmelweis University, Budapest, Hungary

INTRODUCTION: THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENT AND WELL-BEING

Global Framework and the Sustainable Development Goals

At the intersection of contemporary sustainability initiatives and modern landscape research lies the development of inclusive micro-environments that support human well-being. Among the Sustainable Development Goals (SDGs) formulated by the United Nations in 2015, the present study highlights two priorities. SDG 3 refers to Good Health and Well-being, which aims to ensure healthy lives and promote well-being for all people at all ages.

SDG 3 emphasizes not only physical health but also mental well-being, the promotion of healthy lifestyles, and equal access to quality care. In the case of adults on the autism spectrum, this involves the creation of internal balance and the minimization of environmental stressors.

SDG 11 aims to make cities and human settlements inclusive, safe, resilient, and sustainable (United Nations, 2015). In the interpretation of this study, inclusion begins with cognitive accessibility: a residential micro-environment can be considered both ecologically and socially sustainable if it provides a space that is understandable, predictable, and mentally livable for its inhabitants.

In this context, autism-specific spatial organization can be interpreted as a form of psychosocial green infrastructure, applying the analogy of Nature-Based Solutions to indoor built environments. The goal is the systematic reduction of environmental stress and the promotion of human well-being, where the physical structure of space directly influences the dynamic balance between individuals and their environment.

From the perspective of pedagogical ecology, this study explores how visual arts pedagogical therapy and autism-friendly environmental design may function as components of psychosocial green infrastructure.

The Autism-Friendly Residential Environment as a Human-Ecological System

For adults on the autism spectrum, the residential environment can be understood as a specific human-ecological system**,** where spatial organization and sensory stimuli directly influence mental stability.

The integration of autism-specific methodologies with environmental psychology perspectives thus becomes a form of human-ecological alignment within residential care settings. In such contexts, a well-structured environment provides a sense of safety for residents while simultaneously offering sustainable working conditions for professionals.

In Hungary, the current interpretation of autism spectrum condition is grounded in the professional guideline issued by the Hungarian Health Professional College in 2020. The guideline emphasizes that autism is a biologically determined neurodevelopmental condition in which cognitive characteristics—such as mentalization difficulties, differences in executive functioning, and variations in central coherence—significantly influence how individuals interpret the world (ESZK, 2020). As a result, the surrounding environment may often appear unpredictable and anxiety-provoking for those affected.

The guideline also highlights that autism may be understood as a form of human developmental diversity, where the degree of maladaptation depends largely on the material and social environment. For this reason, the creation of a personalized protective or prosthetic environment and the establishment of structured frameworks become crucial, as they support individual autonomy and quality of life.

In recent years, international research has increasingly focused on autism-friendly built environments. The concept of autism-friendly architecture emphasizes that autistic individuals may perceive and process physical environments differently, particularly with regard to sensory stimuli, spatial organization, and visual information processing. Therefore, structured and clearly interpretable spatial arrangements may play a crucial role in reducing stress and supporting everyday functioning (Kinnaer, Baumers & Heylighen, 2016; Mostafa, 2014).

In this sense, structured autism-friendly environments within residential care create a form of human-ecological alignment that simultaneously supports the psychological safety of residents and the sustainability of professional practice.

1. THE INTERIOR SPACE AS A "PSYCHOSOCIAL LANDSCAPE"

1.1 Interior Design as a Nature-Based Solution

The relationship between built environments and human well-being has increasingly become a focus of interdisciplinary research within environmental psychology, architecture, and landscape studies. In recent years, the concept of sustainability has expanded beyond traditional ecological systems to include the psychological and social dimensions of human environments. In this broader interpretation, interior spaces may also function as micro-environments that influence emotional stability, cognitive functioning, and overall well-being.

In the case of autistic individuals, the built environment plays an especially significant role. Differences in sensory processing, attention regulation, and environmental interpretation may lead to heightened sensitivity to visual, acoustic, or spatial stimuli. As a result, the organization of the surrounding environment can directly affect the individual's level of stress, sense of safety, and ability to engage in everyday activities.

Within this framework, interior design may be interpreted as a form of environmental regulation**,** where the physical structure of space actively supports psychological balance. In a similar way to Nature-Based Solutions—where ecological systems contribute to the stabilization of environmental conditions—structured environments can function as supportive systems that reduce environmental stressors and promote well-being.

The concept of psychosocial landscape used in this study refers to the idea that interior spaces are not merely physical settings but dynamic environments shaped by interactions between spatial structure, sensory stimuli, and human perception. In this sense, the design of interior spaces may influence how individuals experience safety, orientation, and predictability within their everyday surroundings.

Research in autism-friendly architecture has demonstrated that environmental characteristics such as lighting conditions, acoustic quality, spatial clarity, and the organization of visual information can significantly influence the comfort and stress levels of autistic individuals (Kinnaer, Baumers & Heylighen, 2016). Environments that are visually chaotic or acoustically overwhelming may increase cognitive load and emotional tension, whereas structured and predictable spaces can support emotional regulation and independent functioning.

A widely recognized framework within autism-friendly design is the ASPECTSS model**,** which identifies several environmental factors that can enhance accessibility for autistic individuals. These include acoustic quality, spatial sequencing, clear functional zoning, and the availability of retreat spaces where individuals may temporarily withdraw from sensory stimuli (Mostafa, 2014).

From the perspective of sustainable environmental design, these principles can be interpreted as part of a broader human-centered ecological approach**.** Just as natural landscapes provide regulatory functions within ecological systems, structured interior environments may contribute to the stabilization of psychological processes by reducing sensory overload and enhancing environmental clarity.

Within residential care settings, these design principles become particularly important. For adults on the autism spectrum living in supported housing environments, the physical organization of the living space can significantly influence daily routines, social interaction, and participation in therapeutic activities.

In this context, structured interior environments can be understood as supportive ecological systems that facilitate interaction between individuals and their surroundings. Through the careful organization of sensory

stimuli and spatial structure, the environment itself becomes an active component in promoting psychological stability and sustainable well-being.

1.2 Tools of Sensory Protection and Functional Zoning

For individuals on the autism spectrum, environmental predictability and sensory regulation represent fundamental elements of everyday functioning. Structured environments and visual supports provide external organizational frameworks that help individuals interpret complex situations and navigate daily routines.

One of the key principles of autism-specific environmental design is the creation of clearly interpretable spatial structures**.** When environments are organized in a consistent and visually transparent manner, individuals are better able to understand what activities take place in a given area and how they should interact with the environment.

In practice, visual supports function as a form of environmental communication. Spatial cues, pictograms, and environmental markers can help answer basic orientational questions such **as** "What happens here?" and "Where does this activity take place?" This visual clarity reduces uncertainty and helps prevent sensory overload (Havasi & Kis-Jakab, 2019).

Several complementary strategies contribute to the creation of coherent autism-friendly environments.

Temporal structuring. Visual schedules and daily routines provide a clear representation of time and sequence. For example, individual visual schedules or activity flowcharts may help residents anticipate upcoming activities and transitions. These visual tools help individuals anticipate upcoming activities, reducing anxiety associated with unpredictability. By answering questions such as "When does an activity begin?" or "How long will it last?", visual schedules support orientation within the daily rhythm of the residential environment.

Communication support. Augmentative communication tools, including the Picture Exchange Communication System (PECS) and object-based symbols, may facilitate communication and social interaction. For example, PECS cards or object symbols may support the expression of needs, choices, or requests in situations where verbal communication is limited. These tools allow individuals to express needs, preferences, and intentions even when verbal communication may be limited.

Visual support for self-regulation. Visual instructions, rule-based diagrams, and motivational supports can assist individuals in managing behavioral expectations and emotional responses. For example, visual behaviour guides or step-by-step visual algorithms may help residents understand expected actions and support emotional self-regulation in stressful situations. Such tools function as external cognitive scaffolds that help structure behavior and reduce stress in demanding situations.

Sensory protection and stimulus filtering. An essential component of autism-friendly environmental design is the reduction of excessive sensory stimuli. Soft lighting, visually simplified surfaces, and controlled acoustic environments can significantly decrease the level of environmental stress experienced by individuals.

From an ecological perspective, these strategies function similarly to environmental filtering mechanisms**.** Just as natural ecosystems contain elements that buffer external disturbances, structured environments can filter unnecessary stimuli and maintain a stable sensory atmosphere.

By reducing visual and auditory noise, the environment becomes easier to interpret and navigate. This clarity allows individuals to focus their attention on meaningful activities rather than on managing overwhelming environmental input.

1.3 Structured Spatial Organization in Residential Environments

In residential care environments for autistic adults, spatial organization plays a crucial role in supporting autonomy and daily functioning. When spaces are clearly structured and their functions are visually communicated, residents are able to navigate their environment with greater independence.

In the residential setting examined in this study, several functional zones are intentionally separated. Areas dedicated to creative activities, relaxation, and storage are visually differentiated through environmental

markers and spatial boundaries. These visual cues help clarify the purpose of each space and reduce uncertainty in everyday activities.

Such spatial organization resembles the structure of natural landscapes, where different areas serve distinct ecological functions. Similarly, functional zoning within residential environments allows individuals to associate specific spaces with specific activities, creating a predictable and understandable spatial framework.

An important element of this environmental structure is the individualized 24-hour visual schedule**,** which integrates daily routines into a coherent temporal structure. Rather than functioning merely as an assistive tool, the visual schedule becomes an integral component of the residential environment itself.

This structured temporal framework supports independence by allowing residents to anticipate daily events and transitions. Predictable routines help reduce anxiety and support emotional regulation, particularly in situations where unexpected changes might otherwise lead to stress.

Within autism-friendly residential environments, spatial structure and temporal organization operate together as mutually reinforcing systems. The clarity of physical space supports orientation in the present moment, while visual schedules provide continuity across time.

Together, these elements create a coherent living environment that promotes stability, autonomy, and participation in therapeutic activities. In this sense, the residential environment becomes more than a physical setting—it functions as an integrated ecological system that supports psychological well-being and sustainable daily living.

2. CRISIS CONTEXT DURING THE PANDEMIC

2.1 The Impact of COVID-19 Isolation on Individuals on the Autism Spectrum

The global COVID-19 pandemic created an unprecedented disruption in everyday social and institutional structures. Restrictions introduced to contain the spread of the virus—including lockdowns, social distancing, and the suspension of community programs—significantly altered daily routines and support systems. For individuals on the autism spectrum, whose well-being often depends on predictability and structured routines, these changes represented a particularly significant challenge.

Research conducted during the pandemic has shown that the sudden loss of established routines and support services increased psychological stress among autistic individuals and their families (Colizzi et al., 2020). Many individuals experienced heightened anxiety, emotional dysregulation, and difficulties in adapting to rapidly changing circumstances. The disruption of familiar structures—such as day programs, therapeutic sessions, or community activities—removed essential elements of environmental stability.

The pandemic also intensified social isolation for many people on the autism spectrum. While some individuals reported temporary relief from overwhelming social demands, the prolonged absence of structured interaction and support networks often led to increased loneliness and reduced access to resources necessary for maintaining mental well-being (Pellicano et al., 2022).

For adults living in residential care settings, the situation presented additional challenges. Protective measures introduced within institutions frequently involved strict visitation restrictions, limited external activities, and changes in daily schedules. While these measures were essential for health protection, they also altered the established rhythms of everyday life.

Several studies have highlighted that autistic individuals may experience significant stress when environmental predictability is disrupted (Brooks et al., 2020). The sudden changes brought about by the pandemic therefore required both residents and caregivers to adapt rapidly to new routines and unfamiliar conditions.

Within this context, the role of the physical environment became even more important. When external activities were limited and individuals spent extended periods within residential settings, the internal environment of the home effectively became the primary living space for social interaction, recreation, and therapeutic engagement.

2.2 Environmental Stability as a Protective Factor

In situations of crisis and uncertainty, environmental stability can function as an important protective factor for psychological well-being. For autistic individuals, structured environments that provide clear routines and sensory predictability may help buffer the effects of external disruptions.

Environmental psychology research suggests that stable and predictable environments contribute to emotional regulation and perceived safety (Evans, 2003). When individuals are able to rely on consistent spatial structures and daily routines, the cognitive demands associated with interpreting their surroundings decrease, allowing greater focus on meaningful activities.

During the pandemic, many residential care institutions had to adapt their internal environments to compensate for the loss of external opportunities. In this context, the home environment became a central setting for daily structure, therapeutic work, and social interaction.

Structured environments that incorporate visual schedules, clearly defined activity zones, and predictable routines can help maintain continuity even when external conditions change. By supporting orientation in both time and space, these environmental features reduce uncertainty and facilitate emotional stability.

For autistic individuals, such environmental supports may function similarly to ecological stabilizing mechanisms within natural systems. Just as ecosystems maintain equilibrium through adaptive processes, structured environments may support psychological balance by buffering external disruptions.

2.3 The Role of Creative Activities in Maintaining Well-being

During the pandemic, creative activities emerged as an important tool for maintaining emotional balance and supporting meaningful engagement. Artistic expression can provide individuals with opportunities for self-expression, stress reduction, and sensory regulation.

Art-based therapeutic approaches have long been used in work with autistic individuals to support emotional expression and communication. Visual arts activities, in particular, allow individuals to express experiences that may be difficult to articulate verbally (Malchiodi, 2012).

Within residential settings, creative activities may also contribute to the development of structured daily routines. Scheduled art sessions provide predictable time frames for engagement, helping individuals maintain a sense of continuity even when other aspects of daily life are disrupted.

From an environmental perspective, the integration of creative activities into residential settings transforms the living environment into an active therapeutic space. Art rooms, creative corners, or dedicated workspaces create zones where individuals can engage in focused activity within a supportive sensory context.

In this sense, creative activities function not only as therapeutic interventions but also as elements of environmental structure. By combining spatial organization with meaningful activity, residential environments can support both emotional well-being and social participation.

2.4 Residential Care Environments as Adaptive Systems

The experience of the COVID-19 pandemic highlighted the importance of adaptive institutional environments capable of responding to rapidly changing circumstances. Residential care settings for autistic adults must balance several interconnected goals: ensuring safety, maintaining daily routines, and supporting therapeutic engagement.

Adaptive environments are characterized by flexibility within stable structural frameworks. While the external conditions of the pandemic introduced uncertainty, maintaining internal structure—through consistent schedules, clearly defined spaces, and supportive activities—helped preserve continuity in everyday life.

In this context, residential environments can be understood as adaptive psychosocial systems that support individuals during periods of crisis. The combination of structured spatial organization, predictable routines, and meaningful activities contributes to the resilience of both residents and caregivers.

The pandemic therefore revealed not only the vulnerabilities of institutional systems but also the importance of environmental design in supporting psychological well-being. Residential environments that integrate therapeutic practices, sensory considerations, and structured routines are better equipped to respond to unexpected challenges while maintaining the stability necessary for everyday life.

3. METHODOLOGY AND RESULTS

3.1 Application of Visual Arts Pedagogical Therapy

The practical framework of this study is connected to the tradition of visual arts pedagogical therapy, a methodological approach that integrates artistic activity with pedagogical and therapeutic goals (Sándor, 2006; Sándor & Horváth, 1995; Tamás, 2021). Within this framework, creative processes are used not only for artistic expression but also as tools for emotional regulation, communication, and the development of self-awareness.

Visual arts pedagogical therapy places particular emphasis on the creation of a safe and structured working environment**.** The physical setting of the activity plays a central role in the therapeutic process: clearly defined spatial boundaries, predictable routines, and the availability of appropriate materials contribute to the establishment of a protected space for creative work.

In the residential environment examined in this study, creative activities were organized within a dedicated workspace that supported both concentration and sensory regulation. The spatial arrangement of the room was intentionally simplified, with clearly separated work areas and visually accessible storage systems. This structure allowed participants to orient themselves easily within the environment and to access the materials necessary for their activities.

Creative sessions were typically conducted in small groups, allowing participants to engage in individual artistic work while remaining within a supportive social context. The sessions included drawing, painting, and simple craft-based activities, which provided opportunities for both structured guidance and spontaneous expression.

The goal of these activities was not the production of aesthetically evaluated artworks but the facilitation of creative engagement and emotional expression**.** Artistic activity functioned as a medium through which participants could explore personal experiences, regulate sensory input, and participate in shared creative processes.

Within the context of the pandemic, these sessions also served an important stabilizing role in daily life. Scheduled creative activities provided predictable time frames and meaningful engagement during a period when many external programs and community activities were suspended.

3.2 Observed Patterns in Creative Engagement

Observations conducted during the creative sessions revealed several recurring patterns in participants' engagement with artistic activities and the surrounding environment.

One notable observation was the importance of environmental clarity**.** Participants demonstrated greater willingness to engage in creative tasks when the workspace was visually organized and free from unnecessary stimuli. In such environments, individuals appeared more capable of sustaining attention and completing activities.

Another recurring pattern was the role of material exploration**.** Many participants showed particular interest in tactile and visual aspects of artistic materials, such as colors, textures, and repetitive patterns. The opportunity to experiment with these elements allowed individuals to engage with the creative process in ways that were personally meaningful.

The structured format of the sessions also supported participation. When activities followed predictable sequences—such as preparation, creative work, and closing routines—participants were more likely to remain engaged throughout the session.

In some cases, artistic activity also appeared to facilitate non-verbal communication**.** Participants occasionally shared their work with peers or caregivers, creating opportunities for social interaction that emerged naturally within the creative process.

These observations suggest that creative activities can function as accessible forms of engagement within residential settings, particularly when supported by structured environments and predictable routines.

3.3 Practical Experiences from the Residential Setting

The experience of organizing creative sessions within the residential environment highlighted several practical considerations relevant to autism-friendly environmental design.

First, the physical organization of space proved to be an essential factor in supporting creative engagement. Clearly defined work areas, accessible materials, and visually simple environments helped reduce potential sources of distraction.

Second, the temporal structure of activities played an important role. Regularly scheduled sessions provided a stable rhythm within the weekly routine of the residential home. This predictability helped participants anticipate and prepare for the creative activity.

Third, the integration of creative work into the broader daily structure of the residential environment contributed to a sense of continuity. Creative sessions were not isolated events but part of the everyday life of the community, supporting both individual expression and shared experience.

The observations presented in this chapter suggest that the combination of structured environments and creative activity can contribute positively to the well-being of autistic adults living in residential settings. By providing opportunities for expression, sensory engagement, and participation, visual arts pedagogical therapy may function as a supportive element within autism-friendly living environments.

4. DISCUSSION AND IMPLICATIONS

The findings of this study suggest that visual arts pedagogical therapy and structured environmental organization should not be interpreted as separate elements within residential care, but rather as mutually reinforcing components of a supportive psychosocial system. The observed cases indicate that the effectiveness of creative activity is closely connected to the environmental conditions in which it takes place.

One of the central implications of the study is that the structured micro-environment functions not merely as a background setting for therapeutic activity, but as an active regulatory factor in the creative process. Clearly defined functional zones, visual supports, reduced sensory overload, and predictable routines appear to create the conditions under which artistic activity can become emotionally regulating and developmentally supportive.

The case observations suggest that repetitive behaviors, sensory preferences, and restricted interests should not necessarily be interpreted solely as problematic symptoms within therapeutic contexts. Under supportive environmental conditions, these characteristics may become integrated into meaningful and productive forms of activity. In this sense, the structured environment does not suppress autistic ways of functioning but provides a framework in which they may be expressed in more adaptive and constructive ways.

This interpretation is consistent with contemporary autism-specific environmental approaches, which emphasize that the degree of maladaptation is often influenced not only by individual characteristics but also by the interaction between the individual and the material and social environment (ESZK, 2020; Kinnaer, Baumers & Heylighen, 2016). The results of the present study support the view that autism-friendly spatial organization may contribute directly to emotional stability, participation, and quality of life in residential settings.

The pandemic context further highlighted the significance of this relationship. During periods of institutional isolation and reduced access to the outside world, the internal environment of the residential home gained increased importance as the primary site of daily activity, social interaction, and emotional regulation. In such

circumstances, the combination of structured space and creative activity appears to have functioned as a stabilizing framework that supported resilience in an otherwise highly uncertain period.

From a broader environmental perspective, these findings also suggest that autism-friendly residential micro-environments may be interpreted within the framework of psychosocial green infrastructure. Just as ecological systems contribute to the regulation and balance of environmental conditions, structured indoor environments may support psychological well-being by reducing cognitive and sensory overload and by promoting predictability and coherence.

The practical implication of the study is that residential services supporting autistic adults should consider environmental design and therapeutic activity planning as closely interconnected domains. The deliberate organization of space, the use of visual supports, sensory protection, and the provision of structured creative opportunities may together contribute to a more sustainable and humane care environment.

At the same time, the study has clear limitations. As a qualitative pilot study based on three case observations, its aim is not statistical generalization but contextual understanding. The findings should therefore be interpreted as exploratory. Nevertheless, the recurring patterns identified across the cases point to meaningful relationships between environmental structure, creative engagement, and emotional stabilization, which may provide a basis for future research.

Further investigation may explore how autism-friendly environmental design and visual arts pedagogical therapy can be integrated in other institutional or community-based contexts, and how these approaches may contribute to the development of more inclusive and sustainable care environments.

CONCLUSION AND FUTURE PERSPECTIVES

The present study examined the relationship between structured residential environments and visual arts pedagogical therapy in the context of autism-friendly care during the COVID-19 pandemic. The observations suggest that environmental structure and creative activity function as closely interconnected elements within residential settings supporting autistic adults.

The findings highlight the importance of predictable spatial organization, sensory protection, and visually structured environments in promoting emotional stability and participation. Within the residential home examined in this study, the deliberate organization of space—combined with clearly defined activity zones and visual supports—appeared to create conditions that supported both everyday functioning and engagement in creative activities.

Creative sessions organized within this structured environment provided opportunities for emotional expression, sensory regulation, and social participation. Rather than focusing on artistic outcomes, the activities functioned as meaningful processes through which participants could engage with materials, explore personal experiences, and participate in shared creative contexts.

The pandemic context further emphasized the role of the residential environment as a primary living space for social interaction, recreation, and therapeutic engagement. During periods of restricted mobility and institutional isolation, the internal organization of the residential home became a key factor in maintaining psychological stability and daily structure.

The results of this study suggest that structured micro-environments and creative pedagogical practices may jointly contribute to the well-being of autistic adults living in residential care settings. The integration of spatial organization, visual supports, and creative activities may create environments that support autonomy, emotional balance, and meaningful participation.

At the same time, the present study should be interpreted within its methodological limitations. As a qualitative exploration based on observations within a single residential setting, the aim of the study was not statistical generalization but the identification of patterns and practical insights.

Future research may further explore how autism-friendly environmental design and visual arts pedagogical therapy can be integrated into other residential and community-based contexts. Such integration may contribute not only to the development of more inclusive environments but also to the improvement of the condition and well-being of autistic individuals. Expanding the investigation to additional institutional settings

may provide a broader understanding of how structured environments and creative engagement contribute to sustainable and inclusive living environments for autistic individuals.

REFERENCES

Bartal, A. M. (2022). A COVID-járvány egyéni és közösségi vonatkozásai: Vezetői összefoglaló. In D. Horn & A. M. Bartal (Eds.), Fehér könyv a COVID-19-járvány gazdasági-társadalmi hatásairól (pp. 51–53). Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, Közgazdaság- és Regionális Kutatóközpont, Közgazdaságtudományi Intézet.

Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. The Lancet, 395(10227), 912–920. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8

Clements, J., & Zarkowska, E. (2000). Behavioral concerns and autistic spectrum disorders: Explorations and strategies for change. Jessica Kingsley Publishers.

Clements, J., & Zarkowska, E. (2007). Viselkedésproblémák és autizmus spektrum zavarok: Értelmezések és stratégiák a változtatáshoz. Autizmus Alapítvány; Kapocs Könyvkiadó.

Colizzi, M., Sironi, E., Antonini, F., Ciceri, M. L., Bovo, C., & Zoccante, L. (2020). Psychosocial and behavioral impact of COVID-19 in autism spectrum disorder: An online parent survey. Brain Sciences, 10(6), 341. https://doi.org/10.3390/brainsci10060341

Creswell, J. W. (2013). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (3rd ed.). Sage.

Egészségügyi Szakmai Kollégium. (2020). Egészségügyi szakmai irányelv az autizmus spektrum zavarral élő gyermekek és felnőttek diagnosztikájáról és ellátásáról. EMMI.

Evans, G. W. (2003). The built environment and mental health. *Psychological Science in the Public Interest*, *4*(1).

Ghazali, R., Sakip, S. R. M., & Samsuddin, I. (2019). Sensory design of learning environment for autism: A review. Asian Journal of Behavioural Studies, 4(14), 17–24.

Havasi, Á., & Kis-Jakab, É. (2019). DATA: Digitális autonómia-támogatás az autizmus spektrumon. Felhasználói tananyag a DATA applikáció alkalmazásához. 2. modul: Autizmusspecifikus módszertan és vizuális támogatások.

Jordan, R. (2007). Autizmus társult értelmi sérüléssel. Autizmus Alapítvány; Kapocs Könyvkiadó.

Kinnaer, M., Baumers, S., & Heylighen, A. (2016). Autism-friendly architecture from the outside in and the inside out. Journal of Housing and the Built Environment, 31(2), 179–195. https://doi.org/10.1007/s10901-015-9451-8

Malchiodi, C. A. (Ed.). (2012). Handbook of art therapy (2nd ed.). Guilford Press.

Mostafa, M. (2014). Architecture for autism: Autism ASPECTSS in school design. Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 8(1), 143–158.

Sándor, É. (2006). Fejlesztés művészettel. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskolai Kar.

Sándor, É. (2017b). Képzőművészeti pedagógiai terápia. Fejlesztő Pedagógia, 28(1–2).

Sándor, É., & Horváth, P. (1995). Képzőművészeti pedagógiai terápia. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskolai Kar.

Schweizer, C., Knorth, E. J., & Spreen, M. (2014). Art therapy with children with autism spectrum disorders: A review of clinical case descriptions on “what works”. The Arts in Psychotherapy, 41(5), 577–593. https://doi.org/10.1016/j.aip.2014.10.009

Szabó, Cs., Pukánszky, J., & Kemény, L. (2020). A koronavírus-járványhelyzet pszichológiai hatásai és azok enyhítése – áttekintő közlemény 441 magyar felnőtt véleményével. Egészségfejlesztés, 61(4), 30–45.

Tamás, K. (2021). Alkotással a tanulásért. Vizuális Kultúra, 1(2), 80–86.

United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations.

United Nations. (2020). Policy brief: A disability-inclusive response to COVID-19. United Nations.

Winnicott, D. W. (1971). Playing and reality. Routledge.

GLUT1 VE GLUT3 TAŞIYICILARINI HEDEFLEYEN REDOKS-DUYARLI GLİKOZ-MİTOMİSİN C KONJUGATININ TASARIMI VE MOLEKÜLER KENETLENME ANALİZİ

Mehmet Emin Yazıcı

Yüksek Lisans Öğrencisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun-Türkiye (Responsible Author) ORCID: 0009-0007-0455-5029

Doğukan Çoban

Araştırma Görevlisi, Samsun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun- Türkiye, ORCID: 0009-0003-7972-0309

Sezgin Güneş

Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun- Türkiye, ORCID: 0000-0002-3103-6482

Neslihan Hekim

Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun- Türkiye, ORCID: 0000-0002-8470-2848

Özet

Kanser hücreleri, Warburg etkisi doğrultusunda artmış glikolitik aktivite ile proliferasyonlarını sürdürmektedir. Bu süreçte özellikle GLUT1 ve GLUT3 taşıyıcılarının ekspresyon artışı önemli rol oynamaktadır. Bu taşıyıcılar, glikozun hücre içine alımında görev alarak tümör hücrelerinin artan enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Bu çalışmada, güçlü bir antitümör ajan olan Mitomisin C'nin (MMC) seçici hedeflenmesini sağlamak amacıyla, redoks-duyarlı bir bağlayıcı aracılığıyla glikoz ile konjuge edildiği yeni bir ilaç modeli tasarlanmış ve bu yapının GLUT1 ve GLUT3 ile etkileşimi moleküler kenetlenme (docking) yöntemiyle araştırılmıştır.

MMC ve D-glikoz birimleri arasında disülfit bağı içeren konjugat *in silico* olarak tasarlanmış ve optimize edilmiştir. Hedef proteinler olarak GLUT1 (PDB: 4PYP) ve GLUT3 (PDB: 4ZW9) seçilmiş, kenetlenme analizleri glikoz taşınımında kritik rol oynayan aktif bölge kalıntıları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bağlanma afinitelerinin karşılaştırılması amacıyla serbest glikoz ve MMC kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Kenetlenme sonuçları, tasarlanan konjugatın her iki taşıyıcıya da kontrol moleküllerinden daha yüksek afinite gösterdiğini ortaya koymuştur. En kararlı kompleks GLUT3 ile elde edilmiştir. Bu etkileşimde -9,35 kcal/mol bağlanma enerjisi ve 9 hidrojen bağı saptanmıştır. Konjugatın glikoz biriminin ASN286, GLU378 ve GLN281 kalıntılarıyla; linker ve MMC kısmının ise TRP386 ve TRP410 gibi aromatik kalıntılarla etkileşerek bağlanmayı stabilize ettiği gözlenmiştir.

Bu bulgular, redoks-duyarlı glikoz-MMC konjugatının özellikle GLUT3 üzerinden seçici taşınma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma, MMC'nin hedefe yönelik taşınmasını destekleyebilecek yeni bir glukokonjugat modeline ilişkin teorik temel sunmakta ve ileri *in vitro* çalışmalar için öncü veri sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: glikokonjugasyon, GLUT1/GLUT3, ilaç hedefleme, mitomisin C, moleküler kenetlenme, Warburg etkisi.

DESIGN AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF A REDOX-RESPONSIVE GLUCOSE-MITOMYCIN C CONJUGATE TARGETING GLUT1 AND GLUT3 TRANSPORTERS

Abstract

Cancer cells sustain their proliferation through increased glycolytic activity in line with the Warburg effect. In this process, the upregulated expression of GLUT1 and GLUT3 transporters plays a particularly important role. These transporters mediate glucose uptake into the cell and thereby meet the increased energy demand of tumor cells. In this study, a novel drug model was designed in which Mitomycin C (MMC), a potent antitumor agent, was conjugated with glucose via a redox-sensitive linker in order to achieve selective targeting, and the interaction of this structure with GLUT1 and GLUT3 was investigated by molecular docking analysis.

A conjugate containing a disulfide bond between MMC and D-glucose units was designed and optimized in silico. GLUT1 (PDB: 4PYP) and GLUT3 (PDB: 4ZW9) were selected as target proteins, and docking analyses were performed based on active-site residues that play critical roles in glucose transport. Free glucose and MMC were evaluated as control groups in order to compare binding affinities.

Docking results revealed that the designed conjugate exhibited higher affinity for both transporters than the control molecules. The most stable complex was obtained with GLUT3. In this interaction, a binding energy of -9.35 kcal/mol and 9 hydrogen bonds were detected. It was observed that the glucose moiety of the conjugate interacted with residues ASN286, GLU378, and GLN281, while the linker and MMC moiety stabilized binding through interactions with aromatic residues such as TRP386 and TRP410.

These findings indicate that the redox-sensitive glucose-MMC conjugate has the potential for selective transport, particularly via GLUT3. This study provides a theoretical basis for a novel glycoconjugate model that may support the targeted delivery of MMC and offers preliminary data for further in vitro investigations.

Keywords: glycoconjugation, GLUT1/GLUT3, drug targeting, Mitomycin C, molecular docking, Warburg effect.

GİRİŞ

Kanser hücreleri, ortamda oksijen varlığında dahi glikozun laktata dönüştürülmesi ile karakterize edilen ve Warburg etkisi olarak bilinen metabolik yeniden programlama sergiler. Bu metabolik değişim yalnızca mitokondriyal disfonksiyondan kaynaklanmamakta aksine onkogen aktivasyonu, tümör baskılayıcı genlerin kaybı ve HIF-1 aşırı ekspresyonu gibi hipoksi ile ilişkili faktörlerin etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Glikolitik aktivitenin artışı, enerji üretiminin sürdürülmesini ve biyosentetik süreçler için gerekli ara ürünlerin sağlanmasını mümkün kılarak hızlı hücre proliferasyonunu destekler (Vaupel & Multhoff, 2021). Bunun yanı sıra, aşırı laktat birikimi tümör mikroçevresinde asidik bir ortam oluşturarak tümör ilerlemesini, bağışıklık sisteminden kaçışı ve tedavi direncini teşvik eder. Özellikle T hücreleri ve makrofajlar gibi bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarını olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle Warburg etkisi, kanser metabolizmasının temel özelliklerinden biri olup yeni stratejilerin geliştirilmesi için önemli bir konumdadır (Barba et al., 2024).

Bu metabolik yeniden programlama, kanser hücrelerinde glikoz taşıyıcılarının (GLUT), özellikle GLUT1 ve GLUT3'ün ekspresyon artışı ile yakından ilişkilidir. Birçok tümör tipinde GLUT1 ve GLUT3 ekspresyonunun artmış olduğu ve bunun yüksek enerji ihtiyacını karşılamanın yanı sıra kötü klinik sonuçlarla ilişkili olduğu bilinmektedir. SLC2A gen ailesi tarafından kodlanan bu taşıyıcılar, hücre içine glikoz alımının ilk basamağını düzenleyerek artmış glikolitik aktivitenin sürdürülmesinde kritik rol alırlar. Bu seçici stratejilerin başarısı, ligandın taşıyıcı protein içerisindeki spesifik aminoasit kalıntıları (özellikle Asn ve Gln serisi) ile kurduğu moleküler etkileşimlerin niteliğine bağlıdır (Bashir et al., 2024; Kawatani & Osada, 2025). Bu nedenle, GLUT aracılı glikoz alımının hedeflenmesi, kanser hücrelerinin metabolik bağımlılıkları üzerinden tedavi oluşturulması için önemli bir terapötik hedeftir.

Mitomisin C (MMC), Streptomyces türlerinden elde edilen geniş spektrumlu bir antitümör antibiyotiktir ve DNA replikasyonunu inhibe ederek kanser hücrelerinde güçlü sitotoksik ve pro-apoptotik etkiler göstermektedir. Hücre içi DNA ile çapraz bağlar oluşturarak hücre bölünmesini engelleyen MMC, özellikle gastrointestinal kanserler başta olmak üzere çeşitli tümör türlerinin tedavisinde klinik olarak kullanılmaktadır.

Bununla birlikte, sistemik toksisite ve seçicilik eksikliği gibi sınırlamaları, ilacın hedefli ve kontrollü taşınmasını sağlayan yeni yaklaşımlara olan ihtiyacı artırmaktadır (Xie et al., 2023).

Kanser hücrelerinde hücre içi glutatyon (GSH) konsantrasyonu (yaklaşık 1–10 mM), hücre dışı ortama (yaklaşık 2–20 μM) kıyasla belirgin derecede daha yüksektir. Bu redoks farkı, disülfit bağları içeren ilaç taşıma sistemlerinin seçici olarak aktive edilmesini mümkün kılmaktadır. Disülfit bağları dolaşımda nispeten kararlı kalırken, hücre içine alındıktan sonra yüksek GSH konsantrasyonu nedeniyle indirgenerek parçalanmakta ve böylece bağlı ilacın kontrollü şekilde serbest bırakılmasını sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde disülfit bağları, hedefli ve kontrollü ilaç salımı sağlayan sistemlerin tasarımında yaygın olarak kullanılan redoks-duyarlı bağlayıcılar arasında yer almaktadır (Sheyi et al., 2022; Wang et al., 2020).

Bu çalışmada, kanser hücrelerinin artmış glikoz alım mekanizmasından yararlanarak GLUT1/GLUT3 hedefli, disülfit bağ içeren MMC-glikoz konjugatının tasarlanması ve moleküler kenetleme yöntemi ile etkileşimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Farklı sitotoksik ajanların glikoz ile konjuge edilerek kanser hücrelerine hedefli taşınmasının sağlandığı; bu sistemlerin artmış hücresel alım ve seçicilik göstererek hedef dışı dokulardaki toksisiteyi azalttığı, kan sistemi bozuklukları ve periferik nöropati gibi sistemik yan etkileri önemli ölçüde hafiflettiği literatürde rapor edilmiştir (Yan et al., 2025).Ancak, bu tür sistemlerde hedefli taşınma ile kontrollü salım mekanizmalarının birlikte optimize edilmesi halen önemli bir araştırma alanı olmayı sürdürmektedir (Yan et al., 2025).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada, MMC ile D-glikoz üç boyutlu (3D) yapıları PubChem veri tabanından temin edilerek arasında disülfit bağ içeren bir konjugat molekül *in silico* yöntemler kullanılarak tasarlanmıştır. Hedef proteinler Protein Data Bank (PDB) veri tabanından temin edilmiştir. Bu doğrultuda izlenen metodolojik adımlar ve elde edilen bulgular aşağıda detaylandırılmıştır.

1.MATERYAL VE METOT

Molekül tasarımı ve üç boyutlu yapı oluşturma işlemleri Avogadro 1.2.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve enerji minimizasyonu MMFF94 kuvvet alanı uygulanarak yapı 5000 adımda optimize edilmiştir.

Hedef proteinler olarak kanser hücrelerinde aşırı ekspresyon gösterdiği bilinen GLUT1(4PYP) ve GLUT3(4ZW9) taşıyıcıları seçilmiştir. Protein yapıları PDB veri tabanından temin edilmiştir. Proteinlerin üzerindeki mevcut doğal ligandlar ve su molekülleri temizlenerek moleküler kenetleme işlemi için uygun yapısal matrisler hazırlanmıştır. Proteinlerin aktif bölgeleri Discovery Studio v25.1.0.24284 yazılımı kullanılarak belirlenmiş ve analizler bu bölgeler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu bölgelerde, literatürde GLUT1 glikoz transport mekanizmasında anahtar rol oynadığı ve glikozun hidroksil gruplarıyla spesifik hidrojen bağları kurduğu tanımlanan N288, N411, N415 (Asparjin) ve Q282, Q283 (Glutamin) gibi polar kalıntılar ile aromatik kapı görevi gören W388 (Triptofan) kalıntısı merkez alınmıştır (Deng et al., 2014). GLUT3 için baz alınan kalıntılar ise GLUT1 ile yüksek homoloji gösteren ve glikoz bağlanma cebinde kritik rol oynadığı saptanan Q280, Q281, N286, N315, E378 (Glutamik asit) polar kalıntıları ile aromatik kapı mekanizmasını oluşturan W386 ve glikoz stabilitesini sağlayan Q159 kalıntısı olarak belirlenmiştir (Iancu et al., 2022).

Ligand ve protein hazırlık işlemleri AutoDock Tools-1.5.7 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş (Morris et al., 2009), hidrojen atomları eklenmiş ve uygun yük atamaları yapılmıştır. Moleküler kenetleme analizleri AutoDock Vina 1.2.7 algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Trott & Olson, 2010). Kenetleme işlemleri sırasında belirlenen aktif bölgelere yönelik grid parametreleri oluşturulmuş (Şekil 3) ve ligand-protein etkileşimleri değerlendirilmiştir. Bu analizler sırasında gerekli dosya türü dönüşümleri Chimera 1.19 yazılımı ile yapılmıştır.

2.MOLEKÜLER KENETLEME BULGULARI VE TARTIŞMA

Elde edilen bağlanma afiniteleri (kcal/mol) ve farklı konformasyonlara ait bağlanma modları analiz edilerek en uygun bağlanma yapıları belirlenmiştir. Ligand-protein etkileşimleri Discovery Studio v25.1.0.24284

yazılımı kullanılarak görselleştirilmiş ve hidrojen bağları, hidrofobik etkileşimler ve diğer bağlanma türleri detaylı olarak incelenmiştir.

Yapılan in silico çalışmalar sonucunda kontrol grubu olarak D-Glikoz, serbest ilaç olarak MMC PubChem'den indirilerek Avagadro uygulamasında Glikoz-Linker-MMC tasarlanıp PDB formatında hazırlanmıştır (Şekil 1). Tasarlanan ve hazır hale getirilen ligandların enerji optimizasyonu sonrası en uzun hallerinde Glikoz yaklaşık olarak 8 Å, Mitomisin C 11-12 Å, Glikoz-Linker-MMC yani konjuge grubumuz 24 Å olarak hesaplanmıştır. Bu bilgiler ışığında proteinlerin aktif bölgeleri ve analiz için kullanılan hesaplama alanları (grid box) tasarlandı.

Çalışmada hedef protein olarak kullanılacak veriler RCSB PDB veri bankasından PDB kodları aratılarak revize edilmiş güncel halleri baz alınmıştır (Şekil 2). Proteinlerin 'inward-open' konformasyonları, glikozun sitoplazmaya salınmadan önceki aşamasını temsil etmektedir. Bu yapının seçilme nedeni, tasarlanan konjugatın hücre içine başarılı bir şekilde taşınma potansiyelini ve salınım öncesi protein tünelindeki kararlılığını test etmektir.

Discovery Studio v25.1.0.24284 yazılımı aracılığıyla protein yapılarındaki doğal ligand bağlama bölgeleri analiz edilerek aktif bölgeler tanımlanmıştır. Belirlenen bu bölgeler, AutoDockTools-1.5.7 programı kullanılarak kenetleme işlemine hazır hale getirilmiş ve hesaplama alanı (grid box) parametreleri optimize edilmiştir (Şekil 3).

Belirlenen koordinatlarda ligandların proteinlere bağlanma afinitesi AutoDockVina 1.2.7 programı ile ölçülmüştür. Bu moleküllerin proteinler üzerindeki kritik aminoasit etkileşimleri Discovery Studio 2025 yazılımı ile belirlenmiştir ve tablo haline getirilmiştir (Tablo 1).

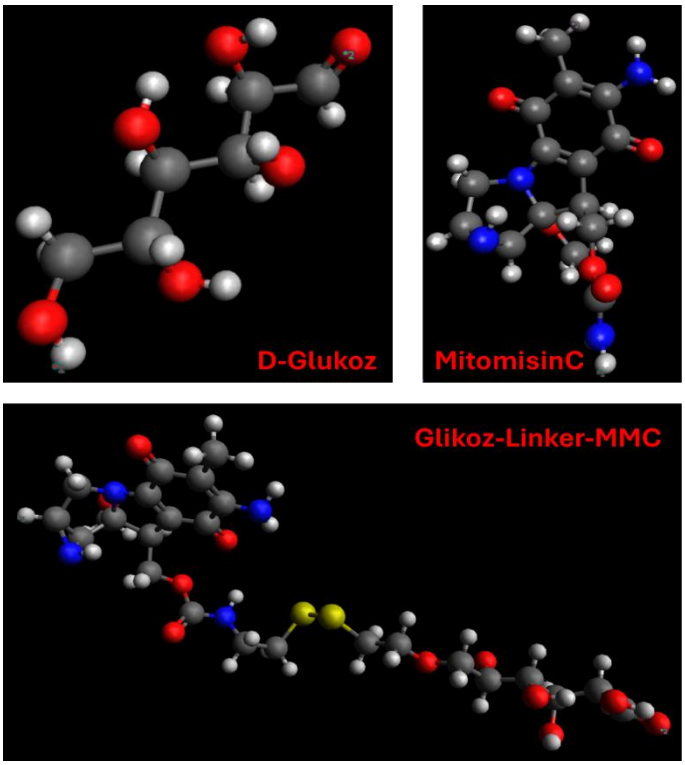
Analizler sonucunda D-Glikozun GLUT1 ve GLUT3 için en iyi bağlanma gösterdiği konumlarda farklı aminoasitlerle etkileşime girdiklerini ama sonuç olarak N (Asparjin), E (Glutamik asit) ve Q (Glutamin) gibi amino asit gruplarıyla etkileştikleri gözlemlendi. Bunun yanı sıra MMC'nin GLUT1 ile kurduğu amino asit etkileşimleri şekerleri tanıyan amino asit bölgeleri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. En dikkat çekici sonuçlar ise redoks duyarlı kombine İlaç konjugatının analizlerinde elde edilmiştir. Tasarlanan bu konjugatın, özellikle GLUT3 (4ZW9) proteini ile -9,35 kcal/mol gibi oldukça güçlü bir bağlanma afinitesi sergilediği saptanmıştır. Bu yüksek afinite, molekülün protein tüneli ile kurduğu 9 adet hidrojen bağı ile desteklenmektedir. Konjugatın bağlanma profili incelendiğinde, glikoz biriminin doğal ligand olan D-Glikoz ile benzer şekilde N286, E378, Q159 ve Q281 gibi kritik kalıntılara tutunduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, konjugatın yapısal olarak büyümesine rağmen glikozun taşıyıcı proteini tanıma yeteneğinin korunduğunu doğrulamaktadır.

D-Glikozun GLUT3 ile etkileşiminde aromatik kalıntılara rastlanmazken, tasarlanan konjugatın bağlanma profilinde W386, W410, F24 ve F70 gibi aromatik aminoasit kalıntılarıyla da güçlü bağlar yaptığı görülmektedir. Bu bulgu GLUT1 için de geçerli olup; molekülün MMC kısmının bu aromatik kalıntılarla π-π istiflenme (stacking), disülfit köprüsü içeren linker (bağlayıcı) kısmının ise hidrofobik π-alkil (alkil) etkileşimleri kurarak protein tünel çeperine demirlendiğini göstermektedir. Konjugatın, serbest bileşenlerine (D-glikoz ve serbest MMC) kıyasla neden belirgin şekilde daha yüksek bir afinite sergilediği bu spesifik aromatik ve hidrofobik kilitleme mekanizmasıyla açıklanmaktadır.

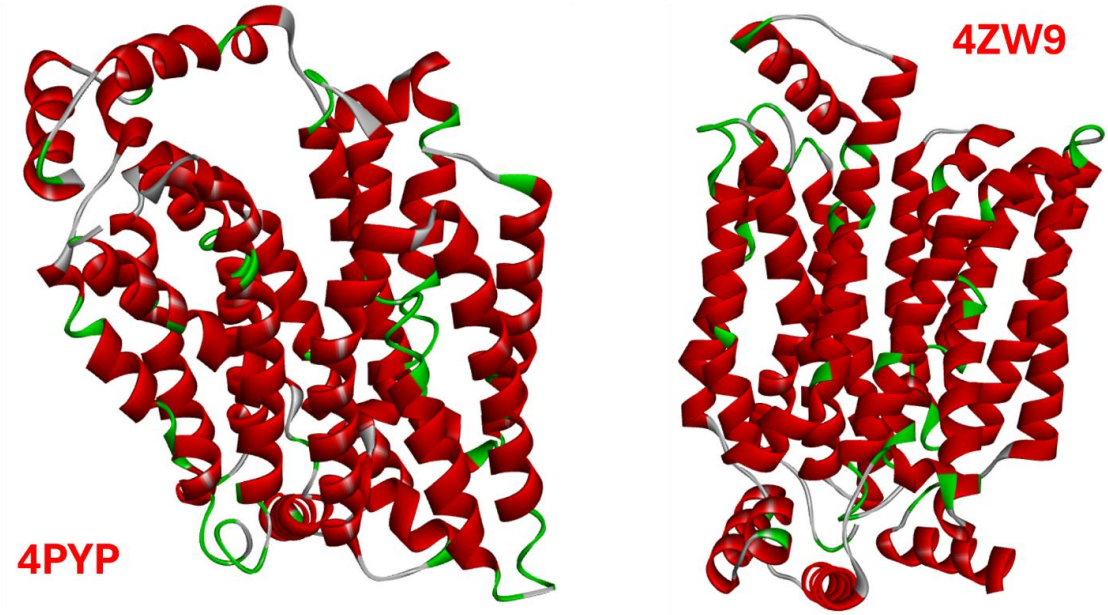
Bağlanma enerjileri değerlendirildiğinde; GLUT1 ve GLUT3 proteinlerinin doğal ligandı olan D-Glikoz ile kıyaslandığında, hem MMC'nin hem de tasarlanan Redoks Duyarlı Kombine İlacın bağlanma enerjisindeki düşüş (Enerji değeri düştükçe (daha negatif) afinite artar.) gözlemlenmiştir. Literatürde moleküler hacim arttıkça sterik engeller nedeniyle bağlanma afinitesinin düşmesi beklense de elde edilen bulgular konjugat yapısının büyümesine rağmen afinitenin arttığını ortaya koymaktadır. Bu durum, konjugatın protein kanalı içerisinde herhangi bir sterik engelle karşılaşmadığını, aksine tünel çeperinde daha geniş bir yüzey alanı yakalayarak protein ile daha kapsamlı ve stabil bir etkileşim kurduğunu doğrulamaktadır. Özellikle GLUT3 üzerindeki en düşük bağlanma enerjisi, bu kapsamlı etkileşimin hedeflenen protein yapısında GLUT1'e kıyasla daha kararlı ve uyumlu olduğu görülmüştür.

AutoDockVina ile elde edilen sonuç dosyaları Discovery Studio 2025 yazılımı ile GLUT1/GLUT3 üzerindeki 3 boyutlu ligand-amino asit etkileşimleri görselleştirilmiştir (Şekil 4-5-6).

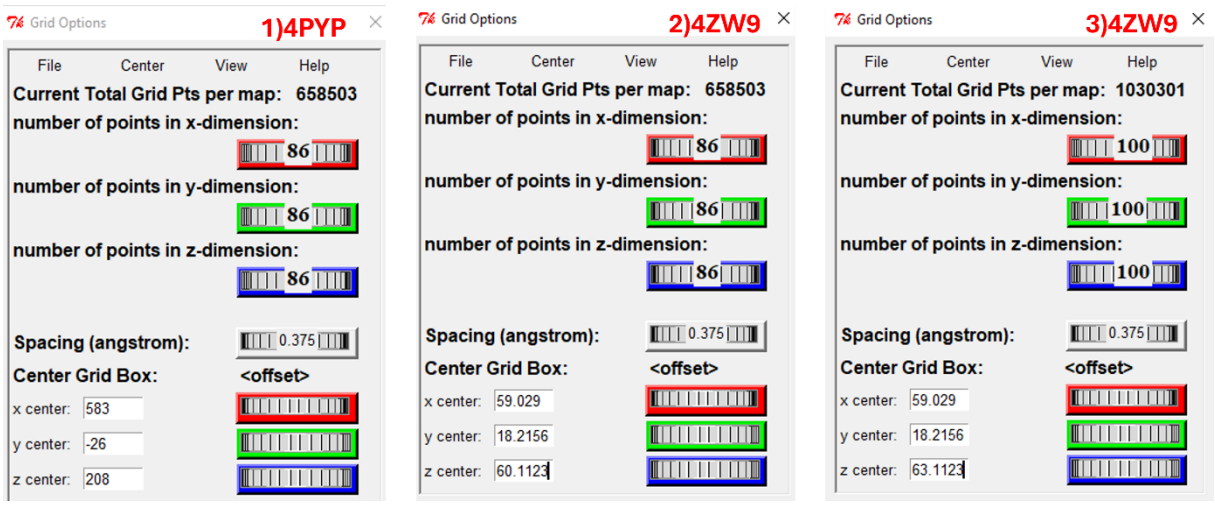
AutoDockVina ile elde edilen sonuç dosyaları Discovery Studio 2025 yazılımı ile GLUT1/GLUT3 üzerindeki iki boyutlu (2D) ligand-amino asit etkileşimleri görselleştirilmiştir (Şekil 7-8-9-10).



Şekil 1: Enerji alanları MMFF94 seçilerek 5000 adımda optimize edilmiştir. Glikoz-LİInker-MMC kompleksinde Linker olarak redoks-duyarlı bir disülfit bağı içeren alifatik bir zincir üzerinden birleştirilmiştir.



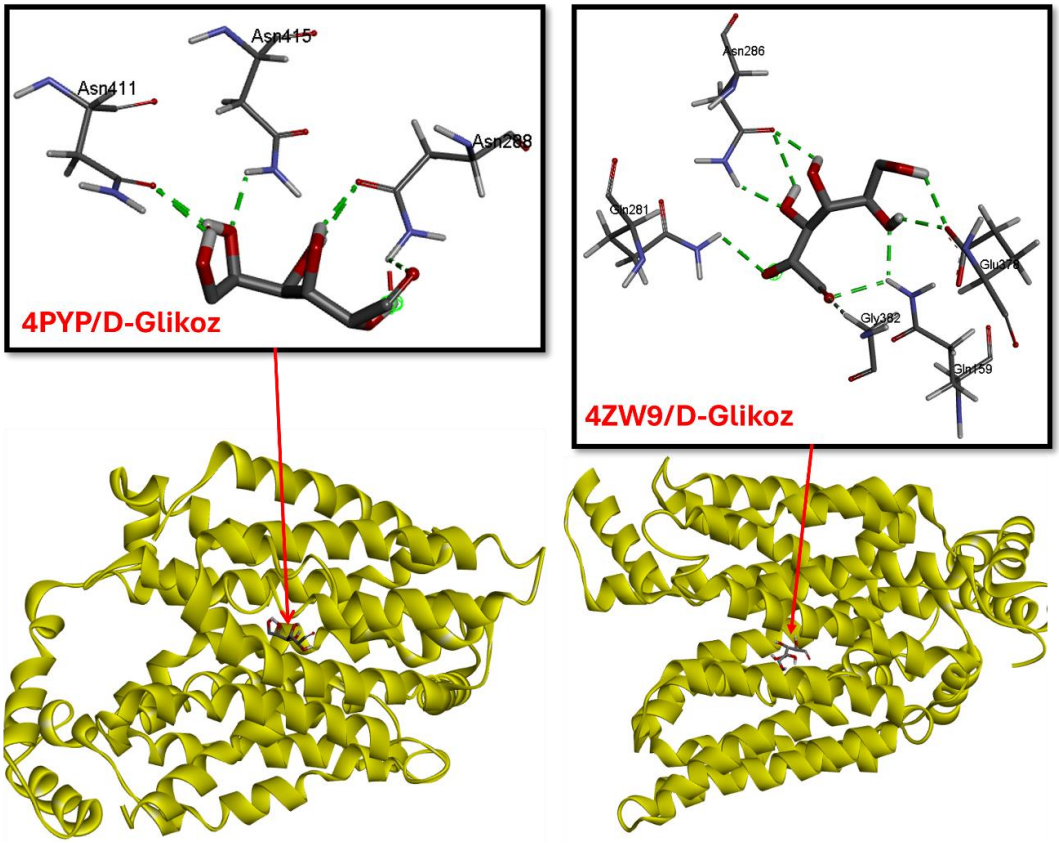
Şekil 2: Çalışmada hedef protein olarak kullanılan insan GLUT1 (PDB: 4PYP) ve GLUT3 (PDB: 4ZW9) taşıyıcılarının hücre içine dönük (inward-open) konformasyonlardaki kristal yapıları. Kırmızı bölgeler alfa-heliks yapılarını, yeşil bölgeler ise ilmek (loop) bölgelerini temsil etmektedir.



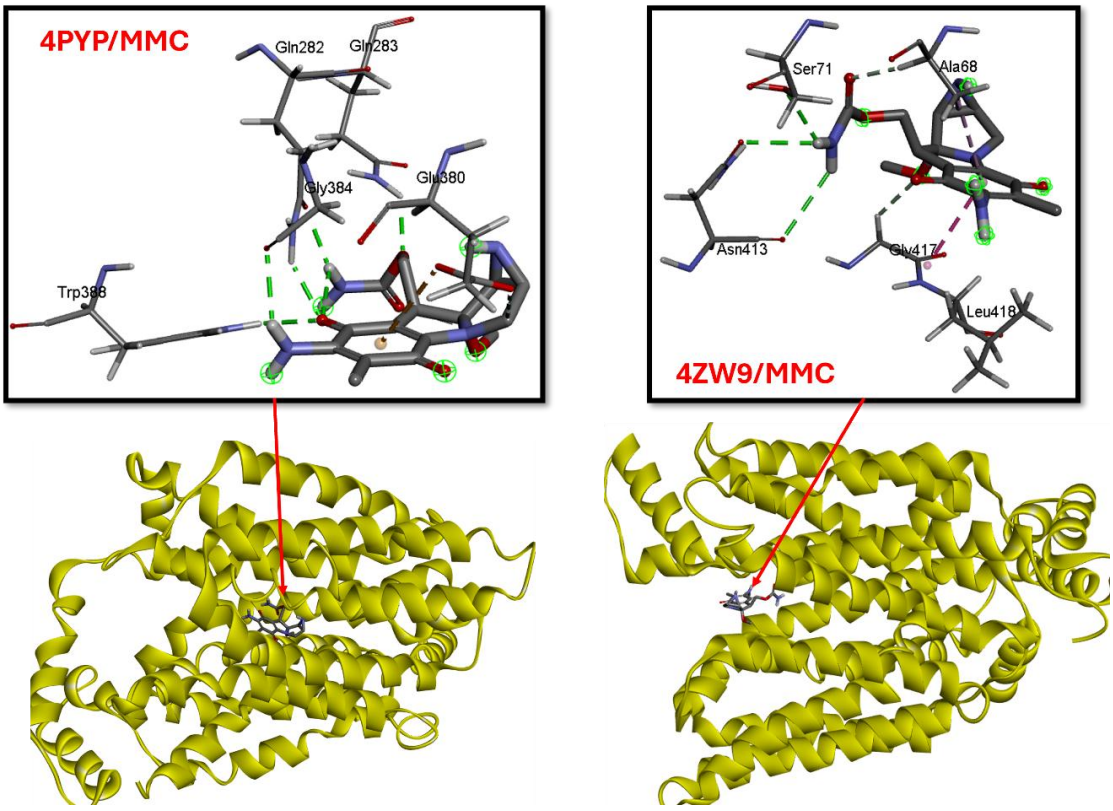
Şekil 3: 1 ve 2 numaralı görselde Glikoz, MMC, ve redoks duyarlı kombine ilacımız yukarda gösterilen koordinatlarda analiz edilmiş olup, 3 numaralı görselde ise hacimli yapısı nedeniyle redoks-duyarlı kombine ilaç için genişletilmiş 4ZW9 grid box boyutları kullanılmıştır.

Tablo 1: D-Glikoz, Mitomisin C ve tasarlanan konjugatın GLUT1/GLUT3 proteinlerine karşı bağlanma enerjileri ve etkileşim profillerinin karşılaştırılması.

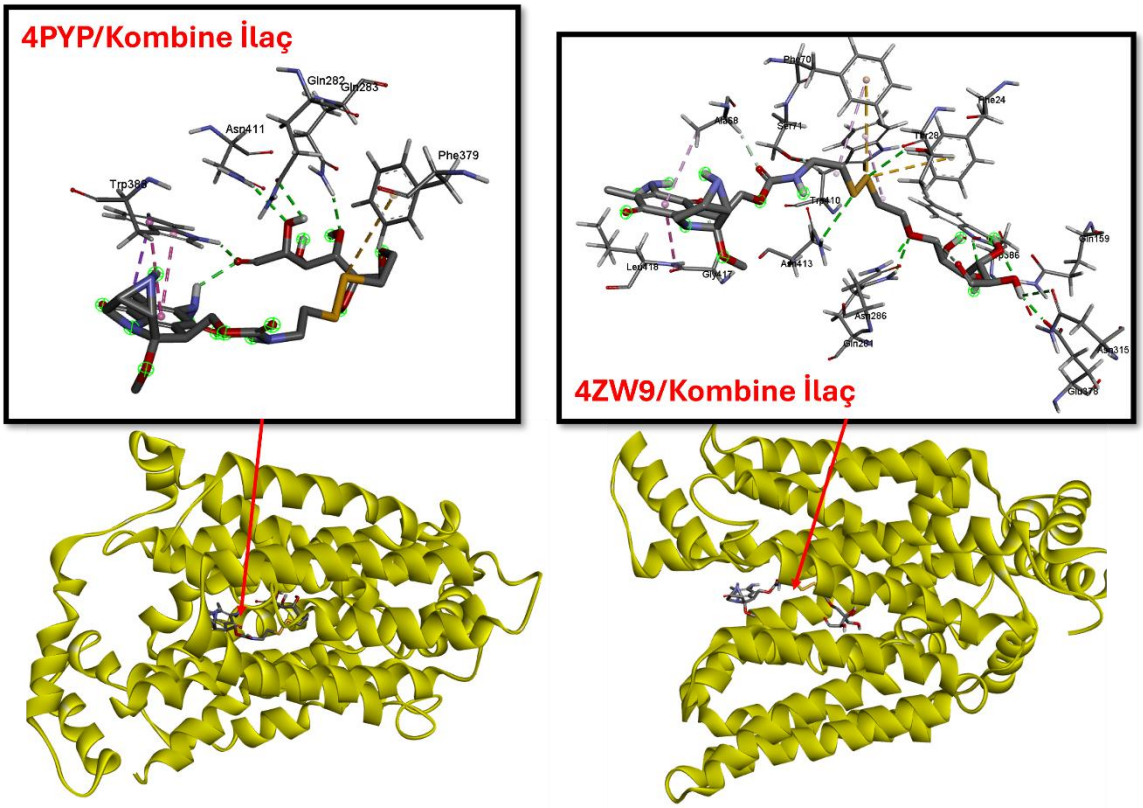
Ligand Adı	Protein Adı	En Düşük Bağlanma Enerjisi (kcal/mol)	Hidrojen Bağı Sayısı	Kritik Aminoasit Etkileşimleri (Polar/Aromatik)
D-Glikoz	GLUT1	-5.278	6	ASN288(4), ASN411(2), ASN415
D-Glikoz	GLUT3	-5.792	8	ASN286(3), GLU378(2), GLN159(2), GLN281
Mitomisin-C	GLUT1	-7.927	5	GLY384, TRP388, GLN283, GLN282(2), GLU380(Pi)
Mitomisin-C	GLUT3	-8.272	3	ASN413(2), SER71, GLY417(2), ALA68(2)
Redoks Duyarlı Kombine İlaç	GLUT1	-8.118	4	GLN283, ASN411, GLN282, TRP388(3), PHE379
Redoks Duyarlı Kombine İlaç	GLUT3	**-9.350**	9	ASN286, GLU378, GLN159(2), GLN281, ASN315, ASN413, TRP386, THR28, TRP410, PHE70, PHE24, SER71, ALA68, GLY417



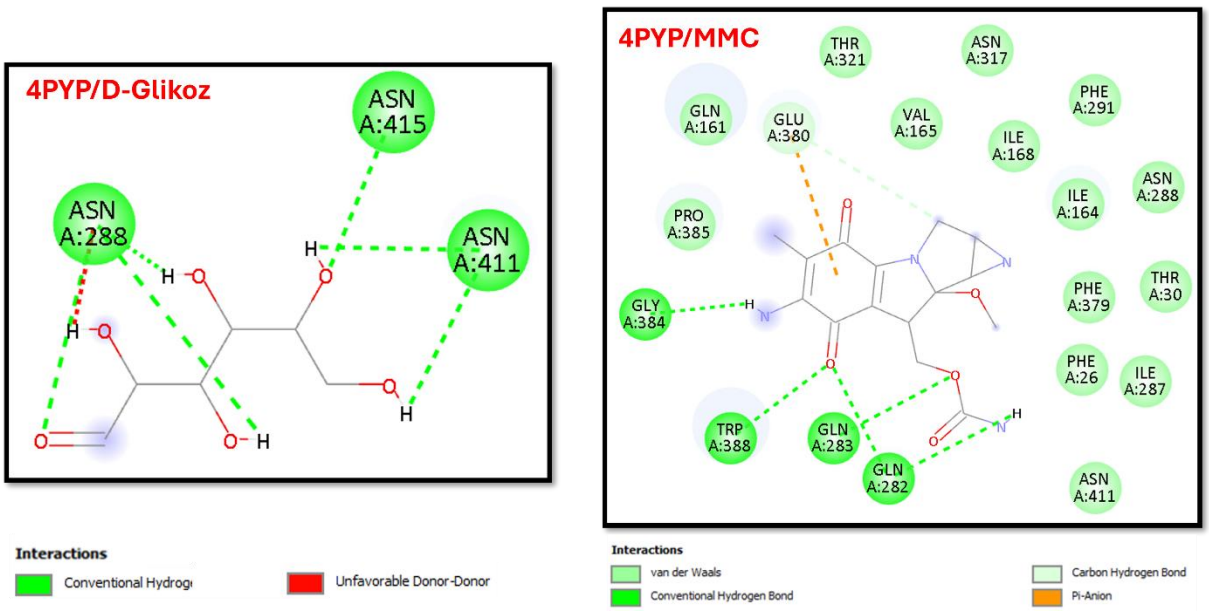
Şekil 4: D-Glikozun GLUT1 (4PYP) ve GLUT3 (4ZW9) taşıyıcı proteinlerinin aktif bölgelerindeki 3 boyutlu bağlanma konformasyonları.



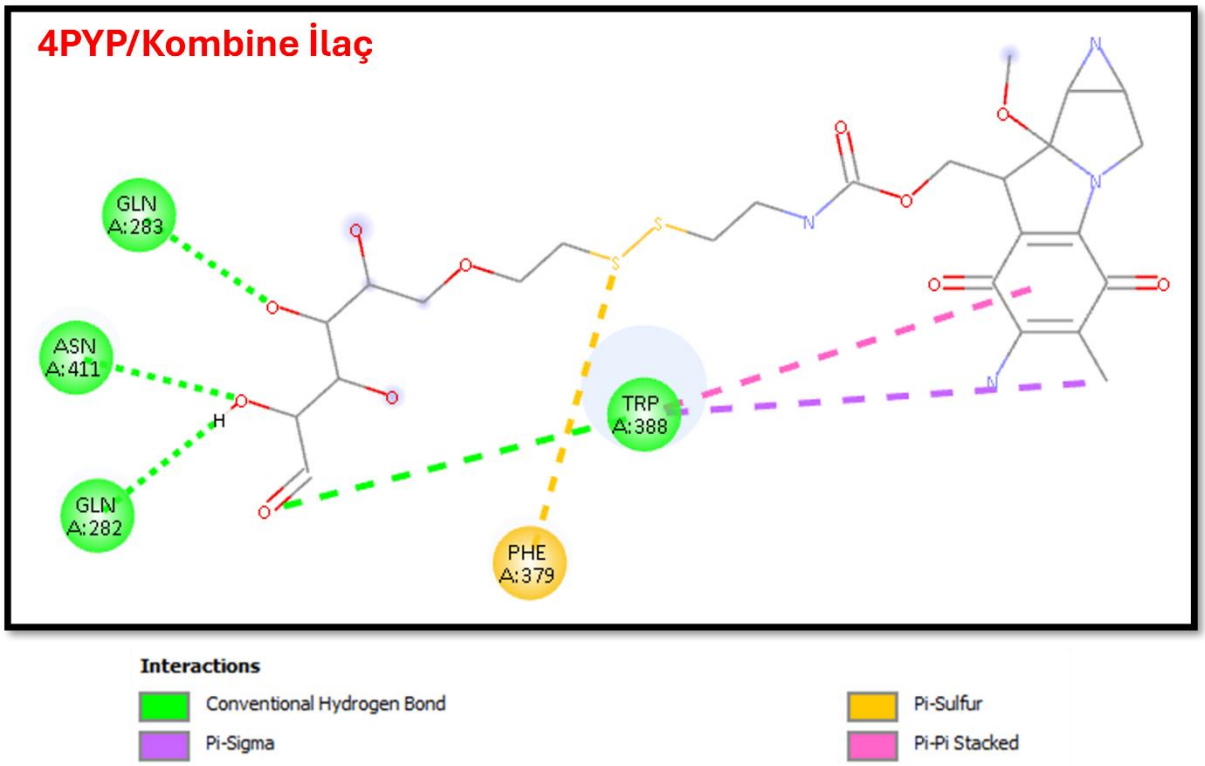
Şekil 5: Mitomisin C 'nin GLUT1 (4PYP) ve GLUT3 (4ZW9) taşıyıcı proteinlerinin aktif bölgelerindeki 3 boyutlu bağlanma konformasyonları.



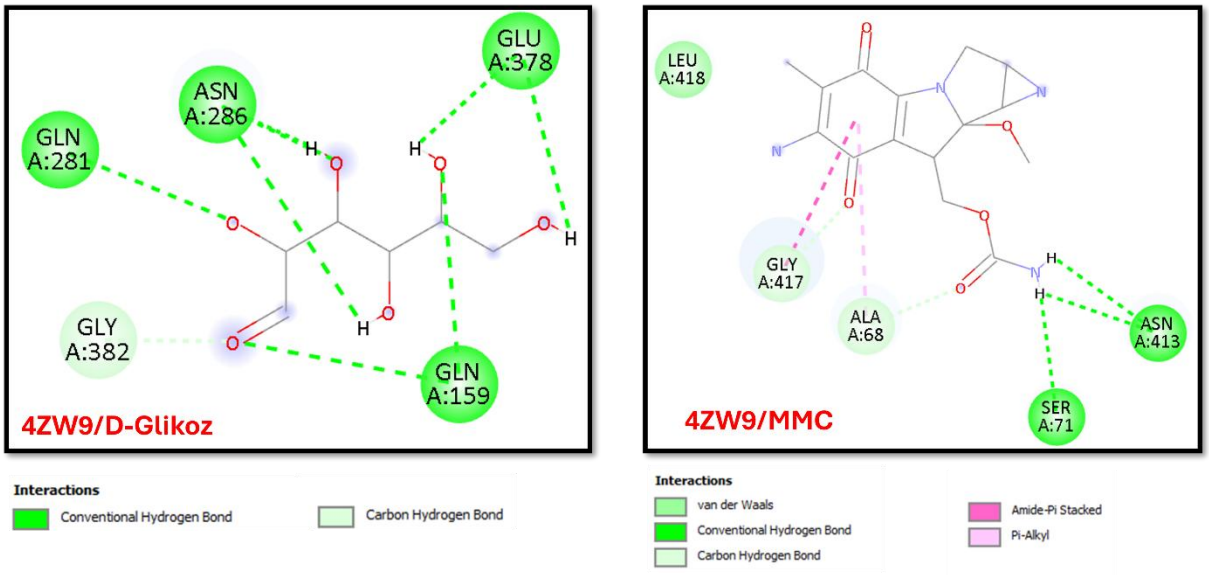
Şekil 6: Redoks duyarlı kombine ilacın GLUT1 (4PYP) ve GLUT3 (4ZW9) taşıyıcı proteinlerinin aktif bölgelerindeki 3 boyutlu bağlanma konformasyonları.



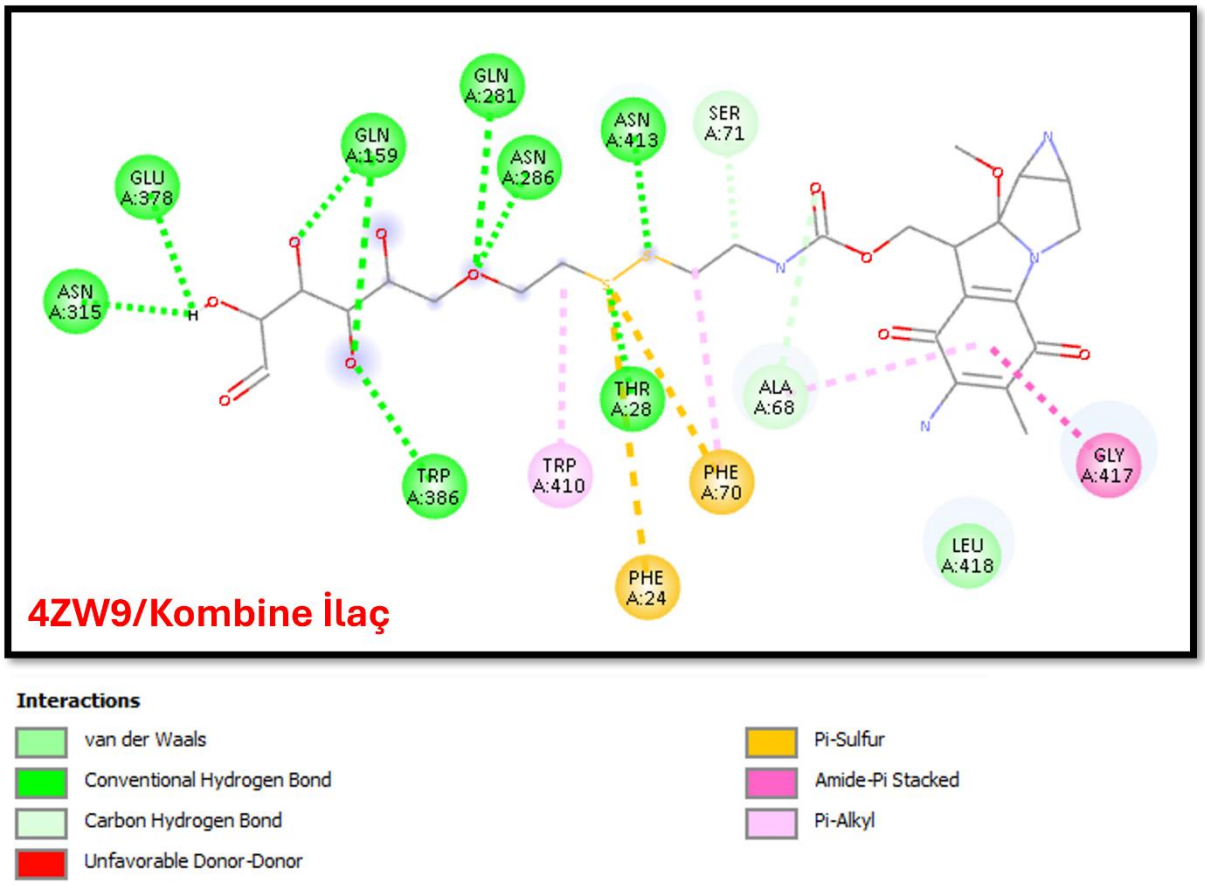
Şekil 7: D-Glikozun ve MMC'nin GLUT1 (4PYP) taşıyıcı proteini içerisindeki 2 boyutlu bağlanma konformasyonları ve amino asit etkileşimleri.



Şekil 8: Redoks duyarlı kombine ilacın GLUT1 (4PYP) taşıyıcı proteini içerisindeki 2 boyutlu bağlanma konformasyonları ve amino asit etkileşimleri.



Şekil 9: D-Glikozun ve MMC'nin GLUT3 (4ZW9) taşıyıcı proteini içerisindeki 2 boyutlu bağlanma konformasyonları ve amino asit etkileşimleri.



Şekil 10: Redoks duyarlı kombine ilacın GLUT3 (4ZW9) taşıyıcı proteini içerisindeki 2 boyutlu bağlanma konformasyonları ve amino asit etkileşimleri.

Bu çalışmada, kanser hücrelerinin yüksek glikoz ihtiyacını hedefleyen redoks-duyarlı bir glikoz-MMC konjugatı tasarlanmış ve bu modelin GLUT1/GLUT3 taşıyıcıları üzerindeki etkinliği *in silico* olarak doğrulanmıştır. Elde edilen -9,35 kcal/mol gibi yüksek bağlanma afinitesi, tasarlanan konjugatın doğal ligand olan glikozdan daha kararlı bir kompleks oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, modifiye edilmiş ilacın taşıyıcı protein tarafından sadece tanınmakla kalmayıp, aktif bölgeye yüksek seçicilikle yerleşebileceğini kanıtlamaktadır. Literatürde GLUT taşıyıcılarının glikoz transportu sırasında geçirdiği konformasyonel değişikliklerde W386 (GLUT3) ve W388 (GLUT1) kalıntılarının "aromatik kapı" görevi gördüğü bildirilmektedir. Çalışmamızda konjugat yapısının bu kritik triptofan kalıntıları ve N286/N288 gibi polar amino asitlerle güçlü etkileşimler kurması, ilacın doğal taşıma mekanizmasını taklit ettiğine işaret etmektedir. Özellikle GLUT3 proteininde gözlemlenen 9 adet hidrojen bağı, konjugatın bu taşıyıcıya karşı olan afinitesinin GLUT1'den daha baskın olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, GLUT3 ekspresyonunun daha yoğun olduğu tümörlerde ilacın daha etkin olabileceğini düşündürmektedir. Tasarlanan sistemin redoks-duyarlı disülfit bağı içermesi, ilacın sistemik dolaşımda stabil kalmasını sağlarken, kanser hücrelerindeki yüksek glutatyon seviyeleri sayesinde hücre içinde aktif MMC formuna dönüşmesine olanak tanıyacaktır. Bu tasarım, literatürdeki glikoz-paklitaksel modellerinde olduğu gibi, ilacın sağlıklı dokulara olan toksisitesini azaltma ve periferik nöropati gibi sistemik yan etkileri minimize etme potansiyeline sahiptir. Sonuç olarak, bu *in silico* model, MMC'nin terapötik indeksini artırmak için umut verici bir adaydır ve deneysel çalışmalar için bir teorik zemin oluşturmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmanın *in silico* analizleri sonucunda, tasarlanan redoks-duyarlı glikoz-MMC konjugat sisteminin, kontrol gruplarına kıyasla belirgin şekilde daha yüksek afinite sergilediği saptanmıştır. Tasarlanan modelin, hedef proteinler ve özellikle **GLUT3** tarafından bir glikoz birimi gibi yüksek seçicilikle tanınabileceği ve stabil

etkileşimler kurabileceği moleküler düzeyde doğrulanmıştır. Bununla birlikte, konjugatın aktif bölgedeki güçlü bağlanma kararlılığı; molekülün hücre içine translokasyonu gerçekleşmese dahi taşıyıcı kanalı fiziksel olarak işgal ederek glikoz transportunu inhibe edebileceği ve böylece tümör hücresini metabolik olarak baskılayabileceği potansiyelini de ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, GLUT3 ekspresyonunun yoğun olduğu kanser türlerinde, sistemik yan etkileri minimize edilmiş, yüksek etkinliğe sahip hedefli bir terapötik strateji geliştirilmesi yolunda bu çalışmanın önemli bir öncü veri sunduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Barba, I., Carrillo-Bosch, L., & Seoane, J. (2024). Targeting the Warburg Effect in Cancer: Where Do We Stand? *Int J Mol Sci*, *25*(6). https://doi.org/10.3390/ijms25063142

Bashir, M. A., Abdalla, M., Shao, C. S., Wang, H., Bondzie-Quaye, P., Almahi, W. A., Swallah, M. S., & Huang, Q. (2024). Dual inhibitory potential of ganoderic acid A on GLUT1/3: computational and in vitro insights into targeting glucose metabolism in human lung cancer. *RSC Adv*, *14*(39), 28569–28584. https://doi.org/10.1039/d4ra04454a

Deng, D., Xu, C., Sun, P., Wu, J., Yan, C., Hu, M., & Yan, N. (2014). Crystal structure of the human glucose transporter GLUT1. *Nature*, *510*(7503), 121–125. https://doi.org/10.1038/nature13306

Iancu, C. V., Bocci, G., Ishtikhar, M., Khamrai, M., Oreb, M., Oprea, T. I., & Choe, J. Y. (2022). GLUT3 inhibitor discovery through in silico ligand screening and in vivo validation in eukaryotic expression systems. *Sci Rep*, *12*(1), 1429. https://doi.org/10.1038/s41598-022-05383-9

Kawatani, M., & Osada, H. (2025). Small-molecule inhibitors of glucose transporters. *Vitam Horm*, *128*, 213–242. https://doi.org/10.1016/bs.vh.2024.06.001

Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009). AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. *J Comput Chem*, *30*(16), 2785–2791. https://doi.org/10.1002/jcc.21256

Sheyi, R., de la Torre, B. G., & Albericio, F. (2022). Linkers: An Assurance for Controlled Delivery of Antibody-Drug Conjugate. *Pharmaceutics*, *14*(2). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14020396

Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *J Comput Chem*, *31*(2), 455–461. https://doi.org/10.1002/jcc.21334

Vaupel, P., & Multhoff, G. (2021). Revisiting the Warburg effect: historical dogma versus current understanding. *J Physiol*, *599*(6), 1745–1757. https://doi.org/10.1113/JP278810

Wang, Q., Guan, J., Wan, J., & Li, Z. (2020). Disulfide based prodrugs for cancer therapy. *RSC Adv*, *10*(41), 24397–24409. https://doi.org/10.1039/d0ra04155f

Xie, L., Cheng, L., & Wei, Y. (2023). Mitomycin C enhanced the antitumor efficacy of Rocaglamide in colorectal cancer. *Pathol Res Pract*, *243*, 154350. https://doi.org/10.1016/j.prp.2023.154350

Yan, D., Ma, X., Hu, Y., Zhang, G., Hu, B., Xiang, B., Cheng, X., Jing, Y., & Chen, X. (2025). Nanomicellar Prodrug Delivery of Glucose-Paclitaxel: A Strategy to Mitigate Paclitaxel Toxicity. *Int J Nanomedicine*, *20*, 2087–2101. https://doi.org/10.2147/IJN.S500999

DİJİTAL HABER MEDYASINDA AKRAN ZORBALIĞININ TEMSİLİ

Selin KİRAZ DEMİR

Doç.Dr, Amasya Üniversitesi Merzifon Meslek Yüksekokulu Basım ve Yayım Teknolojileri, Amasya-Türkiye
(Responsible Author) ORCID: 0000-0001-5901-857

Akın AY

Dr.Öğr.Üyesi Amasya Üniversitesi Merzifon Meslek Yüksekokulu Basım ve Yayım Teknolojileri, Amasya-Türkiye
ORCID: 0000-0002-5936-2722

Özet

Akran zorbalığı çocuklar ve ergenler arasında olumsuz bir şekilde gelişen toplumsal bir sorunu temsil etmektedir. Günümüzde bu kavram, yeni iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle okul ortamlarında kalmayıp, çevrimiçi platformlarda yer almaktadır. Bu döngünün aynı şekilde devam etmesi akran zorbalığı kavramının görünürlüğünü artırırken, medyadaki temsilinin nasıl sunulduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Akran zorbalığının sürekli gündemde olması bu kavramın psikolojik ve sosyal boyutunu öne çıkarmaktadır. Bu kapsamda medya kitlelerin sesi ve vicdanı olmak zorundadır. Medya, bu kavramı gündeme taşıyarak problemin odak noktasına yönelmesine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, dijital haber medyasında akran zorbalığının nasıl temsil edildiğini incelemektir. Araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak (akran-siber zorbalık, okul içi şiddet) en çok ziyaret edilen iki web sitesindeki haberler içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Ayrıca çalışma, haber metinlerinin hangi söylemler ve temalar etrafında kurgulandığını analiz etmektedir. Yapılan inceleme sonucunda haberlerde çoğunlukla olayın dramatik ve çarpıcı yönlerinin öne çıkarıldığı; buna karşılık zorbalığın nedenleri, önleyici-müdahale stratejileri ve mağdurlar üzerindeki psikolojik etkilerinin sınırlı düzeyde ele alındığı saptanmıştır. İncelenen haberlerde, üretilen içeriklerin kitleler üzerinde toplumsal farkındalık oluştururken, bazı durumlarda sansasyonel olgu olarak ortaya çıkmaktadır. Akran zorbalığı, medyada daha çözüm odaklı ele alınmalıdır. Medya, akran zorbalığı sorununu ele alırken, çözüm önerilerini sunmaktadır. Bu çalışma, akran zorbalığının temsil pratiklerini ortaya çıkarmaktadır

Anahtar Kelimeler: Medya, Akran Zorbalığı, Gündem Belirleme, İçerik Oluşturma

ABSTRACT

Peer bullying represents a social problem that develops negatively among children and adolescents. With the advancement of new communication technologies, this phenomenon is no longer confined to school environments but has also extended to online platforms. The continuation of this cycle increases the visibility of peer bullying while raising questions about how it is represented in the media. The persistent presence of peer bullying in public discourse highlights its psychological and social dimensions. In this context, the media is expected to function as the voice and conscience of society. By bringing this issue to the agenda, the media contributes to directing attention toward the core of the problem.

The aim of this study is to examine how peer bullying is represented in digital news media. In the research, content analysis, one of the qualitative research methods, was employed. Using predetermined keywords (peer-cyberbullying, school violence), news articles from the two most visited websites were analyzed through content analysis. Additionally, the study investigates the discourses and themes around which news texts are constructed. The findings reveal that news reports predominantly emphasize the dramatic and striking aspects of incidents; however, the causes of bullying, preventive-intervention strategies, and the psychological effects on victims are addressed to a limited extent. While the analyzed content contributes to raising social awareness, in some cases it also presents bullying as a sensational phenomenon. Peer bullying should be addressed in a more solution-oriented manner in the media. The media is expected to offer solution-oriented approaches when covering peer bullying. This study reveals the representation practices of peer bullying.

Keywords: Media, Peer Bullying, Agenda Setting, Content Creation

Giriş

Akran zorbalığı, günümüzde devam eden en önemli sorunlardan birisidir. Bu zorbalık fiziksel ve psikolojik olmak üzere toplumları olumsuz yönde etkileyen bir zorbalık türüdür. Akran zorbalığı, fiziksel olarak sınırlı kalmamaktadır. Sözlü taciz, dışlama, tehdit, aşağılama, yıldırma, psikolojik baskı ve dijital mecralar aracılığıyla gerçekleşen siber zorbalık gibi farklı biçimlerde gerçekleşmektedir. Bu bağlamda akran zorbalığı, bireysel çatışma olarak kalmamakta, sosyal çevre ile gerçekleşen bir problem olarak değerlendirilmektedir.

Yeni iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle kullanıcıların dijital kanallara ulaşması kolay olmuştur. İçeriklere kolay ulaşan bireyler toplu yaşamda var olan kurallara uymamaktadır. Bu bağlamda zorbalık sadece fiziksel güçle gerçekleşmemekte, çevrim içi oyun alanları, mesajlaşma uygulamaları ve dijital paylaşım ağları üzerinden de uygulanabilmektedir. Medyanın bu olay örgüsündeki rolü ve önemi büyüktür. Bu nedenle, medyada yer alan olay ve olgular çözüm önerisi sunarak gerçekleşirse, travmatik aşamalar sakin şekilde gerçekleşebilir. Akran zorbalığının medyada yer alan temsili ve bu toplumsal olaylara nasıl yaklaştığı araştırılması gereken hususlar arasında yer almaktadır. Medya üretmiş olduğu haber içeriklerine hassasiyetle yaklaşırsa, toplumun bu olaylardan daha sakin şekilde kaçmasına katkı sunabilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, akran zorbalığı haberlerinin dijital medyadaki temsili incelenmiştir. Araştırma kapsamında, Sabah ve Hürriyet gazetelerinin dijital haber platformlarında "akran zorbalığı" anahtar kelimesiyle ulaşılan haberler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmada haberlerin başlıkları, görselleri, tematik vurguları, aktör temsilleri ve haber dili analiz edilerek akran zorbalığının hangi söylemsel çerçeveler içinde sunulduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda çalışma, dijital haber medyasının akran zorbalığına ilişkin toplumsal sorunu ele alma biçimini ve soruna çözüm üretme işlevini sunmayı hedeflemektedir.

Akran Zorbalığı Kavramına Genel Bir Bakış

Akran zorbalığı günümüzde sıkça görülen kavramlar arasında yer almaktadır. Bu kavram 1970'li yıllardan 1980'li yıllara kadar araştırma konusu haline gelmiştir (Yurtal ve Cenkseven, 2007). Okulda zorbalık bir çocuğun diğer çocuklar tarafından mağdur edilmesi olarak tanımlanabilir. Sistematik ve sürekli olarak uygulanan bu zorbalık çocukları travmatik boyutlara itebilmektedir. Bu bağlamda akran zorbalığını tek başına ele almak imkânsızdır. Akran zorbalığı topluluk halinde oluşabilecek bir kavram olarak yer alabilmektedir.

Pikas (1975), zorbalığı grup olarak gerçekleşen bir şiddet biçimi olarak tanımlayarak, bu sürecin çocukların karşılıklı etkileşimleri yoluyla gerçekleşen bir eylem olarak açıklamaktadır. DeRosier ve arkadaşları (1994) akran zorbalığını kişilerarası etkileşimden kaynaklandığına dayandırmaktadır. Bu kapsamda grup bağlamı akran zorbalığı üzerinde önemli bir etkendir. Birey gruptan almış olduğu güçle akran zorbalığını gerçekleştirebilmektedir. Salmivalli ve arkadaşları (1996), çocukların zorbalık süreçlerinde katılımcı rollerini üstlendiği görülmektedir. Grup üyelerinin bu süreçte yer alması, zorbalığa doğrudan değil, dolaylı şekilde katılabilmektedir.

Kuzey Amerika'da 1974-2000 yılları arasında gerçekleşen 37 okul saldırısını inceleyen araştırmada, saldırganların büyük çoğunluğunun saldırıları gerçekleştirmeden önce zorbalığa uğradıkları belirlenmiştir (Secret Service & U.S. Department of Education, 2002, aktaran Lodge & Frydenberg, 2005). Avustralya'da yapılan bir analizde ise,her altı gençten birinin okulda mağduriyet yaşadığı belirtilmektedir (Rigby, 1997, aktaran Lodge & Frydenberg, 2005). Zorbalığa maruz kalan bireylerin olumsuz durumlarını şu şekilde sıralayabiliriz (Neary & Joseph, 1994, aktaran Lodge & Frydenberg, 2005).

- Zorbalığa maruz kalan birey psikolojik olarak içe kapanık şekilde hareket etmektedir
- Birey kendisini sürekli kaygılı hissetmektedir.
- Zorbalığa maruz kalan bireyler sürekli korku ve endişe halindedir

Okul zorbalığı kavramı yalnızca fiziksel saldırıya uğramakla gerçekleşmemektedir. Sözlü taciz, dışlama, tehdit, yıldırma ve psikolojik baskı gibi farklı davranış biçimlerini kapsamaktadır. Zorbalığa maruz kalan bireyin kendini savunmakta güçlük çekmesi akran çatışmasında önemli olan temel unsurlardan birisidir.

Zorbalık sadece tek başına değil, okul ilişkileri ve sosyal güç dengeleri içerisinde değerlendirilmesi gereken bir unsurdur. Zorbalığın psikolojik boyutu çok büyüktür. Bu psikolojik boyutun aşılması zordur. Öğrenciler bu dönemde destek almak zorunda kalmaktadır. Zorbalığa maruz kalan insanlar, güvensizlik, düşük benlik gibi

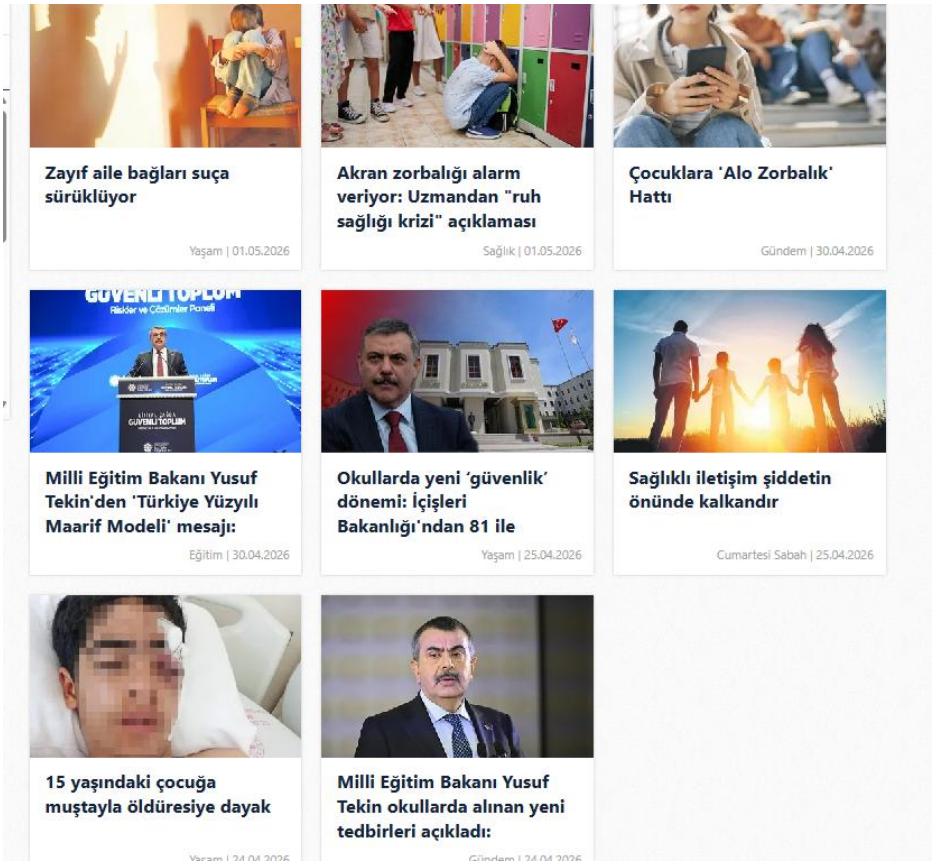
psikolojik boyutlarla baş başa kalabilmektedirler. Zorbalığı gerçekleştiren bireylerin ise, saldırganlık, kuralları ihlal etme, empati eksikliği ve antisosyal davranışlara yönelme gibi özelliklerin daha belirgin olduğu ifade edilmektedir (Olweus, 2010). Bu bağlamda, zorbalık kavramı; okul, öğretmen, aile olarak bir bütün olarak ele alınmalıdır.

Avustralya'daki öğrencilerin okul zorbalığına tanık olduklarında sergileyebilecekleri akran tepkileri analiz edilmiştir. Varsayımlardan hareketle öğrencilerin akran zorbalığı hareketlerine nasıl tepki verdikleri ölçülmüştür. Gerçekleştirilen çalışma, öğrencilerin zorbalık sürecine katılma olasılıklarının cinsiyet değişkeniyle anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu zorbalık durumunda ya sürece dâhil olmayacaklarını, yani pasif biçimde izleyeceklerini, ya da zorbalığa maruz kalan öğrenciyi destekleyeceklerini belirtmiştir. Bununla birlikte, kız öğrencilerin mağduru destekleme eğilimlerinin erkek öğrencilere kıyasla anlamlı biçimde daha yüksek olduğu; erkek öğrencilerin ise zorbaya destek verme eğilimini daha fazla gösterdikleri saptanmıştır. (Lodge & Frydenberg, 2005).

Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın kaynağını Sabah ve Hürriyet gazetelerinin dijital haber platformlarında yer alan haber içerikleri oluşturmaktadır. Verilere ulaşmak amacıyla 11-12 Mayıs 2026 tarihinde Sabah gazetesi ve Hürriyet gazetelerinin internet sitelerinde bulunan arama butonları kullanılmış ve arama alanlarına "akran zorbalık" anahtar kelimesi yazılmıştır. Arama sonucunda ulaşılan haberler araştırmanın inceleme alanını oluşturmuştur. Çalışmada, amaçlı örnekleme tekniği tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, arama sonucunda listelenen haberler arasından başlığında, görselinde ya da içerik çerçevesinde akran zorbalığı, çocuk güvenliği, okul ortamında şiddet, aile ilişkileri, dijital riskler ve kriz yönetimi temalarına yer veren haberler incelemeye dâhil edilmiştir.

Bulgular



Görsel 1: Sabah Gazetesi Akran Zorbalığı Haberi Ara Yüzü

Yukarıda yer alan görselde Sabah.com.tr adresinde "akran zorbalığı" ile ilgili haberler sıralanmaktadır. Haberlerin başlıkları analiz edildiğinde çocuk güvenliği, akran zorbalığı, okul güvenliği, aile şiddeti, şiddet, eğitim politikaları ve toplumsal riskler etrafında yapılandığı görülmektedir.

Araştırma analizinde haberlerin başlıkları, haber görselleri, kategori bilgileri, tarihleri ve haberlerde öne çıkan tematik vurgular esas alınmıştır. Haber içerikleri; kullanılan dil, oluşturulan haber çerçevesi, aktörlerin temsili, mağduriyet söylemi, risk ve güvenlik vurgusu açısından değerlendirilmiştir

Tematik Analiz

"Akran zorbalığı alarm veriyor", "Çocuklara 'Alo Zorbalık' Hattı", "Okullarda yeni 'güvenlik' dönemi" ve "15 yaşındaki çocuğa muştayla öldüresiye dayak" başlıkları, haberin çerçevesini güvenlik teması üzerine inşa etmektedir. Haberlerde çocuk ve genç bireyler, şiddete maruz kalan ve risk altındaki kişiler olarak konumlandırılmaktadır. Haberler, kriz odaklı bir söylem üzerinden kurgulanmaktadır. Örneğin, "Alarm veriyor", "güvenlik dönemi", "suça sürüklüyor", "öldüresiye dayak" gibi ifadeler, akran zorbalığının şiddet boyutunu gözler önüne sermektedir. Bu kapsamda değerlendirilecek olunursa, medya söyleminin uyarıcı nitelikte olduğu saptanmaktadır.

Görselde eğitim, sağlık, yaşam ve gündem kategorilerinin birlikte yer alması, çocuk güvenliği meselesinin yalnızca pedagojik değil; birçok kapsamda ele alınması gerektiği (psikolojik, ailevi, toplumsal ve yönetsel boyutları) olan çok katmanlı bir sorun olarak ele alınmaktadır.

Habere Konu olan Kişilerin Temsili

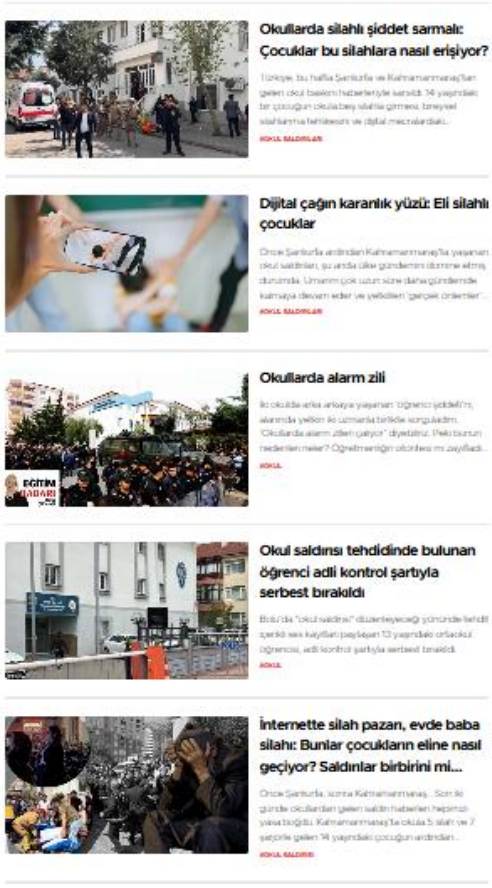
"Zayıf aile bağları suça sürüklüyor" ve "Sağlıklı iletişim şiddetin önünde kalkandır" haber başlıkları aile kurumuna yönelik önleyici bir yapı yüklemektedir. "Okullarda yeni güvenlik dönemi" haberi ise, güvenlik önlemlerinin önemine işaret etmektedir. Haber kişileri devlet kurumları ile birleştirilerek ele alınmaktadır.

Görsel Unsurların Analizi

Görseller başlıkların üretmiş oldukları anlamları desteklemek amacıyla oluşturulmuştur. Yalnız oturan çocuk, okul koridorunda dışlanmış ya da zorbalığa uğramış çocuk imgesi, telefon kullanan genç figürü ve aile silüeti gibi görseller; yalnızlık, kırılganlık, dijital risk, aile desteği ve toplumsal koruma temalarını görsel düzeyde yeniden üretmektedir. Bu kapsamda görseller okuyucuda duygusal bir tepki oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda, konu bir bütün olarak değerlendirilecek olunursa, başlıkların kısa olması haberi okuyan kişiyi etkilemesi haberin dramatik etkisini artırmaktadır. Haberin içeriğinde çocukların dijital, fiziksel ve sosyal çevrelerde artan tehditlerle karşı karşıya olduğu ve bunlara yönelik çözüm önlemleri yer almaktadır. Risk, mağduriyet ve devlet mekanizmasının işlemesiyle bunlara duyulan güven ve çözüm önerileri haberlerde yer almaktadır.

Görsel 2: Akran Zorbalığı Haberi



Görsel 3: Akran Zorbalığı Haberi

Tematik Analiz

Yukarıda yer alan görsellerde akran zorbalığı haberlerinde çocuk güvenliği, okullarda şiddet ve akran zorbalığı, dijital zorbalık ve kamu politikalarından bahsedilmiştir. Bu haberler olayı toplumsal bir sorun olarak kurgulamaktadır. *"Anne-babalar dikkat! Çocuğunuzda bu belirti varsa göz ardı etmeyin*" başlıklı içerik ailelere yönelik bir uyarıyı ele almaktadır. Aileleri haberde uyararak onların yapması gereken davranış şekillerini işaret etmektedir. Haberde aileye yönelik uyarıcı bir dil kullanılması, ailenin çocuğun davranış

şekillerinden kaynaklanmaktadır. Haberin dili, uyarıcı ve yönlendirici bir çerçevede kurulmaktadır. Haber dili, şiddetin erken müdahale yöntemi ile önlenebileceği varsayımına dayandırmaktadır. "*Bakan Tekin: Bize düşen bütün kırılmaları dikkatle okumaktır"* başlıklı haber, Millî Eğitim Bakanlığı'nın eğitim sistemine ilişkin yaklaşımını yansıtmaktadır. Haberde bakanlık, olayın ardından yalnızca müdahale eden bir kurum olarak değil, aynı zamanda çocukların güvenliğini sağlamaya yönelik koruyucu, önleyici ve düzenleyici işlev üstlenen bir kamu aktörü olarak temsil edilmektedir. "*Okullarda 7 basamaklı eylem planı", "7 basamaklı çerçeve" ve "okullarda alınacak önlemler"* gibi ifadeler güvenlik önleminin toplumsal çerçevesini yansıtmaktadır. "*Göz ardı etmeyin", "alarm zili", "silahlı şiddet", "tehdit", "karanlık yüz"* gibi ifadeler durumun ciddiyetini öne çıkarmaktadır.

Habere Konu olan Kişilerin Temsili

"*Okullarda silahlı şiddet sarmalı", "Okul saldırısı tehdidinde bulunan öğrenci…" ve "İnternetten silah pazarı…*Okul ortamında şiddetin ağırlaşması teması üzerine kurulmaktadır. Çocuk haberlerde korunması gereken özne ya da risk altında kalan birey olarak konumlanmaktadır. Ayrıca çocuklar üzerinde denetim mekanizmalarının olması gerekliliği üzerine haber inşa edilmiştir. Haber içeriğinde özellikle okulda eğitim görülen bir yer değil, güvenlik politikalarının uygulanması gereken bir alan olarak görülmektedir. Medya ve dijital platformlar, haberde şiddeti tetikleyen temel unsurlar olarak yansıtılmaktadır.

Görsel analiz

Haberlerde kullanılan görseller içeriklerin duygusal boyutunu artırmaktadır. Ağlayan çocuk görseli, çocuk kırılganlığını ve ebeveyn hassasiyetini öne çıkarırken; bakanların basın toplantısı görselleri devlet otoritesinin sorunu çözmedeki kararlılığını temsil etmektedir. Polis, ambulans, güvenlik güçleri okul güvenliği meselesini kriz ve tehdit bağlamına yerleştirmektedir. Haber güvenlikçi bir söylem geliştirme perspektifini yansıtmaktadır.

Sonuç

Gerçekleştirilen bu çalışmada akran zorbalığının çevrimiçi platformlarda (Sabah ve Hürriyet gazeteleri) ele alış biçimleri incelenmiştir. Akran zorbalığı kapsamında incelenen haberlerin büyük çoğunluğunun güvenlik, risk, mağduriyet, aile sorumluluğu, okul ortamında şiddet, dijital tehditler ve kamu politikaları etrafında yapılandırıldığını göstermektedir. Haberlerde akran zorbalığı sadece fiziksel bir eylem olarak değerlendirilmemesi gereken bir unsur olarak ele alınmaktadır.

İncelenen haberlerde akran zorbalığının giderek büyüyen bir toplumsal sorun olarak görülen risk türlerinden birisi olduğu belirlenmiştir. Başlıkların çoğunda uyarıcı bir söylem kullanılmıştır. *"Alarm veriyor", "göz ardı etmeyin", "okullarda şiddet", "tehdit", "öldüresiye dayak"* gibi ifadelerin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca akran zorbalığının bireysel bir davranış biçiminin sonucu olarak değil, toplumsal bir risk bağlamında ele alınması gereken unsur olarak değerlendirilmektedir.

Haberlerde çocuk mağduriyete uğrayan özne olarak değerlendirilmektedir. Aileler ise çocuğun davranışlarını izlemek, erken belirtileri fark etmek ve önleyici rol üstlenmekle sorumlu aktörler olarak konumlandırılmaktadır. Okulların eğitim verilen bir kurum olarak değil, güvenlik unsurlarının yerine getirilmesi gereken bir alan olarak yansıtılmaktadır. Görsel unsurlar açısından değerlendirildiğinde, haberlerde kullanılan çocuk, okul, güvenlik gücü, aile ve dijital teknoloji imgelerinin haber metinlerindeki anlamı desteklediği görülmektedir. Yalnız oturan çocuk, ağlayan öğrenci, okul koridoru, telefon kullanan genç ya da güvenlik güçlerini gösteren görseller, akran zorbalığını duygusal ve güvenlikçi bir çerçevede yeniden üretmektedir. Bu görseller, okuyucuda empati ve kaygı oluştururken aynı zamanda sorunun kriz ve tehdit boyutunu öne çıkarmaktadır.

Bir bütün olarak akran zorbalığı kavramı ele alınırsa, medyanın bu zorbalığın önlenmesindeki rolü büyüktür. Medya bu sorunun çözülmesindeki etkenleri sıralaması gerekmektedir. Ayrıca medya akran zorbalığı hakkında bilgilendirici ve önleyici bir aktör haline gelmesi gerekmektedir.

Kaynakça

DeRosier, M., Cillessen, A., Coie, J., & Dodge, K. (1994). Group social context and children's aggressive behavior. *Child Development, 65*, 1068–1079.

Lodge, J., & Frydenberg, E. (2005). The role of peer bystanders in school bullying: Positive steps toward promoting peaceful schools. *Theory Into Practice, 44*(4), 329–336.

Neary, A., & Joseph, S. (1994). Peer victimization and its relationship to self-concept and depression among schoolgirls. *Personality and Individual Differences, 16*, 183–186.

Olweus, D. (2010). *Bullying at school* [Conference presentation]. European Congress on School Violence Prevention, "School Without Violence", University of Bergen.

Pikas, A. (1975). *Så stoppar vi mobbning*. Prisma.

Rigby, K. (1997). What children tell us about bullying in schools. *Children Australia, 22*, 28–34.

Salmivalli, C., Lagerspetz, K. M. J., Björkqvist, K., Österman, K., & Kaukiainen, A. (1996). Bullying as a group process: Participant roles and their relations to social status within the group. *Aggressive Behavior, 22*, 1–15.

Secret Service & United States Department of Education. (2002). *The final report and findings of the Safe School Initiative: Implications for the prevention of school attacks in the United States*. Washington, DC. http://www.secretservice.gov

Yurtal, F., & Cenkseven, F. (2007). İlköğretim okullarında zorbalığın yaygınlığı ve doğası. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi, 28*, 1–13.

https://www.hurriyet.com.tr/haberleri/akran-zorbaligi Erişim Tarihi:12.05.2026

https://www.sabah.com.tr/arama?query=akran%20zorbal%C4%B1%C4%9F%C4%B1Erişim Tarihi:12.05.2026

ÜTOPYACI SOSYALİZM VE ÖNEMLİ DÜŞÜNÜRLERİ

Nisanur KARACA

Master's Student, Karabük University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, Karabük, Türkiye, (Responsible Author) ORCID:0009-0003-7690-5850

Özet

Bu çalışma, 19. yüzyılın başında Sanayi Devrimi ve Fransız Devrimi'nin yarattığı köklü dönüşümler neticesinde, sanayi kapitalizminin doğurduğu sosyo-ekonomik yıkımlara ve yoğunlaşan sınıfsal çatışmalara bir tepki olarak ortaya çıkan ütopyacı sosyalizm kavramını tarihsel bağlamı içerisinde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde; dönemin henüz olgunlaşmamış maddi koşullarına paralel olarak gelişen 'olgunlaşmamış teoriler' ve bu doğrultuda toplumsal sorunların zihinsel olarak çözülme çabası ele alınmaktadır. Ütopyacı sosyalizmin devrimci sınıf mücadelesini dışlayarak ahlaki, reformist ve barışçıl çözümler geliştirdiği bu süreçte, toplumsal düzeni yeniden kurmaya yönelik arayışların, propaganda, örnek uygulamalar ve ahlaki reformlar yoluyla topluma dışarıdan sunulması analiz edilmektedir. Çalışmanın İkinci bölümünde ise bu akımın kurucu figürleri olan Robert Owen, Henri de Saint-Simon ve Charles Fourier'nin fikirleri ve pratik deneyimleri ele alınmaktadır. Bu kapsamda çalışmada Owen'ın insan karakterinin çevre tarafından şekillendirildiği yönündeki materyalist tezi, New Lanark deneyimi ve modern kooperatifçilik girişimleri, Saint-Simon'un "üretenler" ile "boş gezenler" ayrımına dayanan sanayi toplumu tahayyülü ve toplumsal tabakalaşmanın bilim ile liyakate dayanması gerektiği fikri ve son olarak Fourier'nin insan tutkularını merkeze alan falanster modeli, kadın özgürleşmesini temele alan vizyonu ve radikal uygarlık eleştirisi analiz edilmektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın amacı ütopyacı düşünürlerin kapitalizme yönelttikleri eleştirilerin izlediği yolu, bu düşüncelerin modern sosyalizme kalan mirasını ve bu yaklaşımlara karşı ortaya çıkan pratik gelişmeleri bütüncül bir perspektifle değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ütopyacı Sosyalizm, Robert Owen, Henri de Saint-Simon, Charles Fourier, Sanayi Devrimi, Siyasal Teoriler.

ABSTRACT

This study aims to examine the concept of utopian socialism within its historical context, as it emerged in the early nineteenth century as a response to the profound transformations brought about by the Industrial Revolution and the French Revolution, as well as to the socio-economic devastation and intensifying class conflicts generated by industrial capitalism. The first section of the study addresses the development of "immature theories" parallel to the not-yet-mature material conditions of the period, and the corresponding tendency to resolve social problems at a mental or conceptual level. In this context, utopian socialism by excluding revolutionary class struggle developed moral, reformist, and peaceful solutions, while attempts to reconstruct the social order were presented to society from the outside through propaganda, model practices, and ethical reforms, which are analyzed in this study.The second section focuses on the founding figures of this movement Robert Owen, Henri de Saint-Simon, and Charles Fourier by analyzing both their ideas and practical experiments. In this framework, the study examines Owen's materialist thesis that human character is shaped by the environment, his New Lanark experiment, and his pioneering role in modern cooperative movements; Saint-Simon's vision of an industrial society based on the distinction between "producers" and "idlers," along with his advocacy for a social order grounded in science and merit; and finally, Fourier's phalanstère model centered on human passions, his emphasis on women's emancipation, and his radical critique of civilization. In conclusion, this study seeks to provide a comprehensive evaluation of the trajectory of utopian socialist critiques of capitalism, their intellectual legacy for modern socialism, and the practical developments that emerged in response to these approaches.

Keywords: Utopian Socialism, Robert Owen, Henri de Saint-Simon, Charles Fourier, Industrial Revolution, Political Theories

1.Giriş

1.1. Ütopyacı Sosyalizm Kavramı

İngiltere'de gelişen büyük sanayi, üretim tarzında köklü bir dönüşümü zorunlu kılmış ve kapitalist yapının yarattığı sınıflar kadar, üretici güçlerle değişim biçimleri arasındaki çelişkileri de derinleştirmiştir (Engels, 1999, s. 50). Sanayi Devrimi ve Fransız Devrimi bağlamında gerçekleşen bu gelişmeler, sermaye sahiplerinin olası işçi örgütlenmelerine karşı önlem almaları sonucunu doğurdu. Nitekim Büyük Britanya'da 1799'da kabul edilen bir kanunla, ulusal düzlemde siyasal örgütlerin ya da ulusal bir derneğin yerel kollarının kurulması yasaklandı. Bu düzenlemeyle işçilerin örgütlenmesi önünde önemli bir engel oluşturuluyordu (Uslu, 2015, s. 39).

Sanayi kapitalizminin henüz erken bir evrede olmasına rağmen, özellikle büyük kentlerde yarattığı toplumsal sonuçlar derin bir çözülmeye işaret ediyordu. Engels'in aktardığı üzere, kırdan kente ani göç, barınma sorunu yaşayan geniş bir nüfusun oluşmasına yol açarken, geleneksel aile ilişkilerinin zayıflaması ve kadınlar ile çocukların yoğun biçimde emek sürecine dahil edilmesi, işçi sınıfının yaşam koşullarını daha da güvencesiz hale getirdi (Engels, 1974, s. 60–61). Benzer dinamikler Fransa'da da gözlemlenmiş ve devrim sonrasında burjuvazinin toprak spekülasyonları ve devletle kurduğu çıkar ilişkileri, toplumsal yıkımı derinleştirerek siyasal istikrarsızlığı artırmış ve bu süreç Napolyon'un iktidara gelişine zemin hazırlamıştır (Engels, 1974, s. 56–57).

Toplumsal ve ekonomik çalkantıların ortasında, bu sorunlara çözüm arayan yeni bir düşünsel zemin de şekillenmeye başlamıştır. Kapitalist üretimin bu olgunlaşmamış durumuna ve olgunlaşmamış sınıf konumuna, olgunlaşmamış teoriler denk düşüyordu. Henüz gelişmemiş ekonomik ilişkilerde gizli yatan toplumsal görevlerin çözümü, zihinsel olarak üretilmeliydi (Engels, 1999, s. 50). Ütopyacı sosyalizm, toplumsal sorunlara çözüm arayışında devrimci sınıf mücadelesini merkeze almayan, daha çok ahlaki ve reformist öneriler geliştiren bir düşünce geleneği olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımda toplumsal dönüşümün, özel mülkiyetin ve rekabetin ortadan kaldırılmasıyla barışçıl yollarla sağlanabileceği varsayılmaktadır. (Sarıaslan, 2022, s. 6).

Bundan dolayı söz konusu olan, toplumsal düzenin yeni ve yetkin bir sistemini bulma ve bunu topluma dışarıdan, propaganda yoluyla, belki de örnek deneyimlerle dayatmaktı (Engels, 1999, s. 50-51). Ütopik sosyalistlerin temel ilkesi kapitalizmin ortadan kaldırılmasıdır. Bu üç düşünür de kapitalist sistemde sadece kötülük bulmakta ve bu sistemi adaletsiz, israfçı ve plansız olarak nitelendirmektedirler (Sarıaslan, 2022, s. 3). Bu düşünce sistemleri ayrıntılı toplumsal modeller ortaya çıkarmalarına rağmen, mevcut tarihsel ve ekonomik koşulları yeterince dikkate almadıkları için pratikte uygulanabilirlikten uzak kalmıştır. Bu nedenle ütopyacı yaklaşımlar, bilimsel bir toplumsal çözüm üretmekte yetersiz görülmüştür. (Engels, 1999, s. 51).

Döneme genel olarak bakıldığında, ütopik sosyalistler çalışmanın kutsallığına inanmaktadırlar. Çalışma hakkı devredilemez bir haktır ve devlet tarafından düzgün bir örgütlenme yoluyla garanti altına alınmak zorundadır (Bıçakçı, 2019, s. 407). Sınıf karşıtlığının gelişmesi sanayinin gelişmesiyle uygun adım yürüdüğünden, bu düşünürler ekonomik durumun henüz proletaryanın kurtuluşunun maddi koşullarını sunmadığı sonucuna varırlar (Marx ve Engels, 2015, s. 87).

Dönemin düşünürleri ileride kapsamlı bir şekilde ele alınacak olsa da Ütopik Sosyalizmin kurucu figürlerini ve tarihsel sahneye çıkışlarını kısaca belirtmekte fayda vardır. Bu akımın Fransa'daki öncüleri Saint Simon ve Charles Fourier iken, İngiltere'deki temsilcisi Robert Owen'dır (Sarıaslan, 2022, s. 6). Düşünürlerin temel eserlerini verdiği 1800-1830 arası dönem (Uslu, 2014, s. 3), tarihsel bir sırayla incelendiğinde hareketli bir tablo ortaya koyar: İlk olarak 1 Ocak 1800'de Robert Owen, New Lanark'ın yönetimini devralarak sosyal reformlarını uygulamaya başlamıştır. Ardından 1802 yılında Saint Simon'un *Cenevre Mektupları* yayımlanmış ve Charles Fourier'in teorik temelleri 1799'a dayanan ilk yapıtı ise 1808 yılında literatüre kazandırılmıştır (Engels, 1999, s. 49).

Bu yayınlarda önerilen pratik önlemler kent ile köy arasındaki ayrımın, ailenin, özel işletmeciliğin ve ücretli emeğin ortadan kaldırılması, o sıralar henüz boy atmakta olan sınıf karşıtlıklarının ortadan kalkmasından öte bir anlama gelmezler (Marx ve Engels, 2015, s. 88). Sosyalist düşünceye geçiş sürecinde, yeni toplum düzenini hayata geçirecek aktör olarak işçi sınıfı belirlenmiş ve burjuva ütopyalarının yerini, sanayileşme sonrasında gelişen proleter ütopyalar almıştır (Bıçakçı, 2019, s. 407). Dolayısıyla, her türlü siyasal eylemi, özellikle de her türlü devrimci eylemi yadsırlar; hedeflerine barışçı yollardan varmak isterler, başarısızlığa uğraması

kaçınılmaz olan küçük deneyler ve zorlama örneklerle yeni toplumsal İncil'in yolunu açmaya çabalarlar (Marx ve Engels, 2015, s. 88).

Ayrıca sınıfsal gerçeklik bu dönemde kendi kendine şekillenmiştir. Sanayi Devrimi, büyük bir sanayi kapitalistleri sınıfı yaratmıştı fakat aynı zamanda çok daha kalabalık bir sanayi işçileri sınıfını da yaratmıştı (Engels, 1999, s. 33). İşçilerin ilk tepkilerinden biri olan Luddist (Luddite) hareket ile işçiler hayat pahalılığına ve yüksek düzeylerde seyreden işsizlik oranına karşı mücadele yürütüyorlardı. Dolayısıyla makinelere yöneltilen öfke simgesel nitelikteydi (Uslu, 2015, s. 39). Daha sonra Büyük Britanya'da 1830'lu yıllarda ortaya çıkan en önemli kitle hareketi, 1837-1838'de başlayan Chartist harekettir. Hareketin temeli *"People's Charter"* (Halkın Şartı) metnidir (Uslu, 2014, s. 6). Halk Şartı etrafında örgütlenen işçiler, büyük burjuvazinin Tahıl Yasaları Karşıtı Partisi'ne karşı bağımsız bir Çartist Parti olarak birleşmişlerdir. Bu oluşum, modern dönemin ilk işçi partisi olarak kabul edilmektedir (Engels, 1999, s. 34).

Mayıs 1838'de yayınlanan Halkın Şartı metninin başlangıcında, işçilerin varlık içinde sefalet çektikleri anlatılıyor ve 1832 Reform Kanunu'nun yetersizlikleri eleştiriye tabi tutuluyordu (Uslu, 2014, s. 7). Çartist hareketin destekçileri arasında fabrika işçilerinin yanında alt orta sınıftan kişiler ve zanaatkârlar da bulunuyordu. Dolayısıyla Çartizm bir işçi sınıfı hareketi olarak nitelenebilir ancak sosyalist bir hareket olmaktan uzaktır (Uslu, 2014, s. 7).

Buradan hareketle ütopyacı sosyalizm, işçi sınıfını tarihsel bir özne olarak teorik düzlemde merkeze almamış ve buna karşılık aynı dönemde ortaya çıkan Luddist ve Çartist hareketler, henüz bütünlüklü bir sosyalist düşünce oluşmaksızın, sanayi toplumunun yarattığı eşitsizliklere verilen pratik tepkiler olarak gelişmiştir.

2.Materyal ve Yöntemler

Bu çalışma, tarihsel ve betimsel bir yaklaşımla ele alınmış olup, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi ve literatür taraması modeli kullanılarak kurgulanmıştır. Çalışmanın temel materyallerini; tarihsel süreçte ütopyacı sosyalizmin gelişimini inceleyen akademik makaleler, Karl Marx ve Friedrich Engels gibi düşünürlerin konuyla ilgili temel eserleri ve dönemin sosyo-ekonomik yapısını yansıtan tarihsel kaynaklar oluşturmaktadır. Toplanan veriler, tarihsel bağlamları içerisinde tematik olarak analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

3.1. Ütopyacı Sosyalizmin Önemli Temsilcileri

3.1.1. Robert Owen

Robert Owen, Galler'de mütevazı bir ailenin çocuğu olarak doğdu. Babası, at eyeri imalatı yapan bir zanaatkârdı. Pek çok zanaatkâr ailenin çocuğu gibi Owen da küçüklüğünde çırak olarak çalıştı. Bir çarşaf atölyesinde kazandığı çıraklık deneyimi, onu Sanayi Devrimi'nin gelişen tekstil imalatında faaliyetlerini yoğunlaştırmaya itti (Uslu, 2015, s. 39). O, 29 yaşında bir fabrikatör, yüce denebilecek çocuksu yalınlıkta kişiliğiyle bir adam, aynı zamanda insan soyunun dünyaya pek seyrek gelmiş önderlerinden biri ve bir reformcu olarak ortaya çıktı (Engels, 1974, s. 61).

Owen; insan karakterinin, bir yandan doğuştan örgütlenmenin diğer taraftan ise insanın yaşamı sırasında onu çevreleyen koşulların ürünü olduğu şeklindeki materyalist aydınlanmacıların öğretisini benimsedi (Engels, 1999, s. 55). On dokuz yaşında, üç işçi çalıştıran küçük bir pamuk işleme atölyesinin başına geçti. İskoçya'da, Glasgow şehri yakınlarındaki New Lanark'ta bulunan pamuk fabrikasının sahibinin kızıyla yaptığı evlilik Owen'ın kaderini değiştirdi (Uslu, 2015, s. 39). Owen, *Yeni Bir Toplum Görüşü* ya da *İnsan Karakterinin Teşekkülü İlkesi Üzerine Denemeler* adlı eserinde New Lanark deneyimini teorize ederek bireysel mutluluğun toplumsal mutlulukla bağlı olduğunu savunur; insan karakterinin değişmez olmadığını, eğitimle dönüştürülebileceğini ileri sürer ve hükümetin amacını, toplumu incitmeden genel mutluluğu sağlamak olarak tanımlar (Uslu, 2015, s. 40).

Bu düşünsel çerçeve, Owen'ın New Lanark'taki yöneticiliğini somut bir toplumsal deneyime dönüştürmüştür. 1800'den 1829'a kadar İskoçya'da, New Lanark'taki büyük pamuklu dokuma fabrikasını yönetici ortak olarak aynı yolda ama daha büyük eylem özgürlüğüyle ve kendine Avrupa çapında ün kazandıran bir başarıyla yönetti

(Engels, 1974, s. 61). Pek çok burjuva, Sanayi Devrimi'nde yalnızca karmaşa ve hızlı kazanç fırsatı görürken o, bunu kendi teorisini uygulayarak bu düzensizliğe bir düzen kazandırma imkânı olarak değerlendirdi (Engels, 1974, s. 61).

Bu kapsamda Owen, çalışma verimliliğini geliştirmek için her işçinin çalıştığı yerin üzerine küp şeklinde bir işaret yerleştirdi. En iyi işçilerin üzerinde beyaz, iyi işçilerin üzerinde sarı, daha kötü çalışan işçilerin üzerinde ise mavi ve siyah küpler yer alıyordu (Uslu, 2015, s. 39). Rakipleri işçilerini günde on üç ya da on dört saat çalıştırırlarken New Lanark'taki işgünü on buçuk saatti. İşleri dört ay durduran bir pamuk bunalımında, onun işçileri ücretlerini her zaman tam olarak aldılar. Bütün bunlara rağmen işletmenin değeri, ortaklara dağıtılan son büyük kazanca göre iki katının üstüne çıktı (Engels, 1974, s. 62). 1812 Savaşı sırasında uygulanan ambargo döneminde fabrikalar kapalıyken işçilere ücret ödemesi yapması, Owen'a halkın güvenini kazandırdı ancak yüksek maliyetli reform planları ortaklarıyla çatışmasına yol açtı ve 1813'te yeni bir şirket kurmasına neden oldu (Britannica, 2025).

Owen'ın reformları yalnızca çalışma yaşamıyla sınırlı kalmamış, işçilerin sosyal hayatını da kapsamıştır. Bu çerçevede her işçiye iki odalı konut tahsis edilmiş ve çocukların laik okullarda eğitim görmesi sağlanmıştır. Owen, bu uygulamalarıyla 19. yüzyılın ilk on beş yılında New Lanark'taki yaşam koşullarını iyileştirmeye çabalayan iyi niyetli bir işveren olarak ün kazanmıştır (Uslu, 2015, s. 39). Engels'in aktarımıyla Owen; 2.500 kişiye ulaşan bu nüfusu sarhoşluğun, polisin, yargıçların, davaların ve yoksulluk yasalarının bilinmediği örnek bir koloni hâline getirmiştir (Engels, 1974, s. 61). Bu dönüşümü ise insanları insana yaraşır koşullara kavuşturarak ve bilhassa gelecek kuşakların eğitimine önem vererek başarmıştır (Engels, 1999, s. 56).

Eğitim alanında da öncü olan Owen, anaokullarının kurucusudur ve ilk anaokulunu New Lanark'ta açmıştır (Engels, 1974, s. 62). Büyük Britanya'daki bu ilk anaokulunun açılışını yaptı ve kişisel denetimini sağladı. Fiziksel cezadan ve diğer geleneksel yöntemlerden kaçınan okullar, karakter gelişimini vurguladı; müfredata dans ve müziği dâhil etti (Britannica, 2025).

Ne var ki eğitim ve yaşam koşullarında sağlanan bu ilerlemelere rağmen Owen, yürüttüğü reformların insanın özgür gelişimi açısından sınırlarını fark etmeye başlamıştır. Nitekim Owen durumu, ‘’Bu insanlar, benim insafıma kalmış kölelerdi,’’ sözleriyle ifade ediyordu. Ona göre başka işçilere oranla kendi işçilerine sağladığı elverişli koşullar, kişiliğin ve zihnin her yönde akla uygun bir gelişimine elvermek şöyle dursun, onların bütün yatkınlıklarını engelsiz kullanmaya bile elvermiyordu (Engels, 1974, s. 62). Owen, sağladığı bu iyileştirmelerin hiçbiriyle yetinmiyor, durumu daha derin bir eleştiriye tabi tutuyordu. İşçileri için yarattığı yaşam, onun gözlerinde insana yaraşır olmaktan çok uzaktı. Bu bağlamda insanları içine soktuğu görece uygun koşulların, özgür bir yaşam faaliyeti bir yana, karakterin ve zekânın çok yönlü akılcı bir gelişmesine bile izin vermekten henüz çok uzak olduğunu vurguluyordu (Engels, 1999, s. 56).

Owen, insan emeğinin makinelerle rekabetinin sürekli bir sıkıntı kaynağı olduğunu, tek etkili çözümün birleşik eylem ve makinelerin insanlara tabi kılınması olduğunu savundu. Yoksulluğun tedavisine yönelik önerileri bu ilkelere dayanıyordu (Britannica, 2025). Makinelerin yarattığı yeni zenginlik, savaşların sürdürülmesini mümkün kılmış ve bu güç işçi sınıfının ürünü olmuştur; dolayısıyla meyveleri de ona aittir. Owen'a göre üretici güçler, bireysel zenginleşme yerine ortak mülkiyet ve genel refahın temeli olmalıdır (Engels, 1999, s. 57).

Owencı komünizm, mekanik ve hesapçı bir yaklaşımla oluşmuş, pratik yönünü korumuştur; Owen, İrlanda'daki sefaletin komünist kolonilerle giderilmesini ayrıntılı mali hesaplarla önermiştir (Engels, 1999, s. 57). Ama komünist teorileri ile ortaya çıkması bambaşka bir şeydi. Şu üç büyük engel, ona toplumsal reforma çıkan yolu özellikle kapatmış görünüyordu. Özel mülkiyet, din ve evliliğin yürürlükteki biçimi. Bunlara saldırırsa başına neler geleceğini biliyordu (Engels, 1974, s. 63-64). Bu tutum, Owen'ın dönemin egemen çevreleri tarafından hızla dışlanmasına yol açmıştır.

Resmi sosyeteden çıkarıldı, basında ona karşı bir sessizlik kampanyası açıldı, Amerika'da bütün servetini feda ederek yaptığı başarısız komünist denemeler onu iflas ettirdi (Engels, 1974, s. 64). Büyük Britanya'da erken dönem sosyalist düşüncenin en önemli temsilcisi olan Robert Owen, 1820'li yılların sonunda ABD'de New Harmony çiftliğinde ütopik bir topluluk kurmaya çabalamış ancak başarısız olmuştu (Uslu, 2014, s. 8). Buna rağmen Owen'ın etkisi kişisel başarısızlıklarıyla sınırlı kalmamış, özellikle işçi sınıfı hareketi içinde farklı biçimlerde varlığını sürdürmüştür.

Amerika dönüşünden sonra Owen, 1820'li yıllarda olduğu gibi 1830'larda da işçilerin desteğini almaya devam ediyordu. 1830'ların başında "Emek Borsası" sistemini geliştirdi (Uslu, 2014, s. 8). Sendikalarda teşvik edilen

kendi kendini yöneten atölyeler, 1832'de Ulusal Eşitlikçi İşgücü Borsası'nın kurulmasına zemin hazırlamış; bu yapı, emeği tüm zenginliğin kaynağı olarak gören bir anlayışı yansıtmıştır (Britannica, 2025). Bu sistemde zanaatkârlar, ürettikleri ürünleri borsaya getiriyor, üretime harcadıkları saat miktarı karşılığında bir bono alıyor ve bunu başka ürünlerle değiştiriyorlardı. Owen, Emek Borsası girişimiyle birlikte modern tüketici kooperatifleri hareketlerinin de temelini atmış oldu (Uslu, 2014, s. 8).

Siyasi alanda da etkili olan Owen, 1819'da fabrikalardaki kadınların ve çocukların çalışma saatlerini sınırlayan ilk yasayı çıkarttırdı. İngiltere'deki bütün sendikaların tek bir büyük sendika birliğinde birleştiği ilk büyük kongrenin başkanıydı (Engels, 1974, s. 64). Owen'a göre, ''eğer çalışanların koşullarını iyileştirmek için iyi düşünülmüş yasal önlemler uygulamaya konulmazsa, işçiler ülkeyi er ya da geç korkunç ve belki de içinden çıkılmayacak bir tehlike içine sürükleyecek kaba ve vahşi bir karakter edinirken, işveren de onları önemsiz kazanç aygıtları olarak görmeye devam edecektir'' (Sarıaslan, 2022, s. 4). Ayrıca Owen'ın 1830'lardaki çalışmalarındaki en önemli temalardan biri kadın özgürleşmesidir. Bu dönemde boşanmanın kolaylaştırılması gibi çok çeşitli alanlarda mücadele vermeye başlayan kadın hareketlerinin ortaya koyduğu pek çok talep, Owencı sosyalist hareket tarafından da savunulmuştur (Uslu, 2014, s. 9).

Sonuç olarak Owen'ın sergilediği sosyalist düşünceler İngiltere'de 1830'larda ilk işçi sendikalarının kurulmasını çok etkilemiştir. İşçi sendikaları, Owenizm olarak bilinen düşüncelerini bir bayrak olarak yıllarca yükseltmiştir. Owen'ın amacı sömürüsüz bir dünya yaratmaktı. Çalışanların sevgi ile yoğrulmuş, sömürüsüz bir dünyada yaşamasını istiyordu. İngiltere'de işçi sınıfı adına gerçekleşen toplumsal hareketler ve bütün gerçek ilerlemeler, Owen'ın adına bağlanmaktadır (Engels, 1999, s. 58).

3.1.2. Saint Simon

Saint Simon, Büyük Fransız Devrimi'nin oğullarından biriydi ve devrim patladığında, henüz otuzunda değildi (Engels, 1974, s.56). Aristokrat kökenli Saint Simon (1760-1825) Fransız ve Endüstri devrimlerinin ikisine de tanıklık etmiş, bu süreçlerin yarattığı toplumsal dönüşümü ve karmaşayı çözümlemeye çalışmıştır (Sarıaslan, 2022, s.5). Amerikan Bağımsızlık Savaşı'nda bağımsızlıkçılarla beraber savaşmış, Fransız Devrimi sırasında ise asalet unvanlarından vazgeçmişti. Örneğin kendi topraklarını köylülere dağıtmış, daha sonra tekrar satın almıştı (Uslu, 2015, s.49). Fransız Devrimi sırasında Fransa'da kaldı ve bir arkadaşının sağladığı fonlarla yeni millileştirilmiş topraklar satın aldı; ancak Terör Dönemi'nde Lüksemburg Sarayı'nda hapsedildi (Britannica, 2025).

Saint Simon da öncü çalışmalarında daha ziyade insan üzerine odaklanmış ve özcü bir yaklaşımla ele aldığı insanı bilimsel bir perspektiften incelemeye, anlamaya ve değerlendirmeye çalışmıştır (Sarıaslan, 2022, s.5). İlk olarak Saint Simon'a bakıldığında 'Bir *Cenevreli'ye Mektuplar'*, '*Endüstri Sistemi'*, '*Endüstricilerin El Kitabı'* ve '*Yeni Hristiyanlık'* gibi yapıtları 1800'lü yılların ilk yarısında yayımlanmış olan düşünürün, sosyalizm, teknokrasi ve enternasyonalizm gibi çağdaş düşüncenin birçok eğilimine ilk kez değinen kişi olarak nitelendirilebileceği ifade edilmektedir (Bıçakçı 2019 s.408).

Fransa'da sanayileşme 18. yüzyıl ortasında başlamış, ancak Britanya'daki gibi nüfus artışı ve şehirleşme eşlik etmemiştir; bu nedenle Fransız işçi sınıfının önemli bir kısmı zanaatkârlardan oluşmuştur (Uslu, 2015, s.48). Bu bağlamda Saint Simon'un düşüncesinde, endüstrinin toplumsal gelişmeye olumlu bir etki yaptığı teması egemendir. Endüstri öncesi dünyada kast sistemi hâkimken, endüstrileşme ve sınaî emek özgürleşmeyi ve çoğunluğun mutluluğunu sağlar (Uslu, 2015, s.49).

Saint Simon Fransız Devrimi'ni, hem de ''yalnızca soylularla burjuvazi arasında değil, aynı zamanda soylular, burjuvazi ve mülksüzler arasında da bir sınıf mücadelesi'' olarak kavramış ve 1802 yılında dahice bir buluş gerçekleştirmiştir (Engels, 1999, s.52-53). Devrim, Engels'e göre üçüncü zümrenin, yani ulusun üretimde ve ticarette faal olan büyük kitlesinin, şimdiye kadar ayrıcalıklı tutulan aylak zümreler soylular ve ruhbanlar üzerindeki zaferiydi (Engels, 1999, s.51).

Saint Simon, daha Cenevre Mektupları'nda, şunu önerir: ''Herkes çalışmalıdır.'' Aynı eserinde tedhiş (Terör) çağını, malsız-mülksüz yığınların egemenliği olarak tanır. ''Bakın,'' der onlara, ''yoldaşlarınızın yönetiminde Fransa'da olana; yoldaşlarınız kıtlık getirdiler'' (Engels, 1974, s.58). Kitapta mülk sahiplerine karşı bir tavır takınmaz; mülk sahiplerinin mülksüzlere kıyasla daha çok "ışık" sahibi olduğunun altını çizer ve Fransa'da mülksüzlerin hüküm sürdüğü dönemde açlığın kol gezdiğine dikkat çeker (Uslu, 2015, s.49-50). Saint Simon'a göre sınıf karşıtlığı, üretime katılmayan ''boş gezenler'' ile işçilerin yanı sıra fabrikatör ve bankerleri de

kapsayan ‘’çalışanlar’’ arasındadır. Burjuvalar bir tür kamu görevlisi olmayı amaçlasa da işçiler karşısında ekonomik ayrıcalıklarını ve yönetici konumlarını korumuşlardır (Engels, 1974, s.57). Bu sınıfsal durum karşısında Saint Simon siyaseti yeniden tanımlamıştır.

Saint Simon için siyaset üretimin bilimidir. Dolayısıyla, onun için gerçek üreticiler, imalatçılar, yatırımcılar, mühendisler ve işçilerdir (Bıçakçı 2019 s.408). 1816 yılında politikayı üretimin bilimi olarak ilan ediyor ve politikanın ekonomi içinde tümüyle erimesini önceden görüyordu (Engels, 1999, s.52-53). İktisadi koşulların siyasi kurumların temeli olduğu bilgisi, burada ancak embriyon halinde belirmektedir ve Saint Simon iktisadın siyaseti bütünüyle savuracağını öngörmüştür (Engels, 1974, s.58).

Bu perspektifte Saint Simon ekonominin merkezi bir idare yoluyla örgütlendiği bir sistemi tercih etmiştir (Uslu, 2015, s.49). Endüstrileşme ile bilime ve sanayiye dayalı bir toplum inşa edilebilirdi. Saint Simon’a göre toplumun asıl gücü üretim ve sanayide yatıyordu; tarımdan sanayi toplumuna geçiş, felsefi ve siyasal sistemlerde değişimleri de beraberinde getiriyordu (Sarıaslan, 2022, s.6). Feodalizme ve militarizme karşı, iş adamlarının ve diğer sanayi liderlerinin toplumu kontrol edeceği bir düzenlemeyi savundu (Britannica, 2025).

Toplumsal tabakalaşma doğuştan gelen imtiyazlara değil, bilim ve dehaya dayanmalıdır (Uslu 2015 s.49-50). Saint Simon’a göre sosyal hayatta kaçınılmaz olarak ortaya çıkacak olan ayrışma ve tabakalaşma bireylerin doğuştan getirdikleri imtiyazlar yerine bilim ve dehaya dayanmalıdır (Sarıaslan, 2022, s.7). Bu nedenle Saint Simon'un toplumsal düşüncesinin merkezinde yoksulluk sorunu yer almaktadır. Onun özellikle önemli bulduğu şey şudur: Onu önce ve bütün öbür şeylerden çok ilgilendiren, en kalabalık ve en yoksul kaderidir (Engels, 1974, s.57-58).

Devletin ilk ve öncelikli görevi en yoksul ve en kalabalık olan sınıfın hayat şartlarının düzeltilmesidir. Bunu gerçekleştirmek için toplumdaki en önce gelen faaliyet olarak üretim, merkezi bir şekilde örgütlenecek, iş ordusundaki işçi mangaları, mühendis ve politekniklilerin emirleri altında bulunacaktır (Bıçakçı, 2019, s.409). Saint Simon’un düşüncesinde toplumsal düzenin merkezinde, sayıca en kalabalık ve en yoksul sınıfın kaderinin iyileştirilmesi yer alır; bu hedef, onun için her yerde ve her zaman öncelikli bir görev olarak tanımlanır. Bu çerçevede Saint Simon, daha *Cenevre Mektupları*’nda, toplumun bütün üyelerinin çalışmasını zorunlu bir ilke olarak ortaya koyar. Çalışma, yalnızca ekonomik bir zorunluluk değil, aynı zamanda toplumsal ahlâkın ve dayanışmanın temel dayanağıdır; bu nedenle çalışma koşulları ve dinsel ilişkiler de bu bütüncül yaklaşım içinde ele alınmalıdır (Engels, 1999, s.52).

Endüstri toplumunda herkesin çalışması elzemdir ve her birey çalışmasının karşılığını liyakatine göre almalıdır. Bu temel ilkelerin ahlaki bir dayanışmayı beraberinde getireceğini öngören Saint Simon, endüstri toplumunun işçi ve işveren arasında bir iş birliği yaratacağını savunmaktadır (Sarıaslan, 2022, s.7). Toplumdaki sınıf bilincinin tesis edilmesindeki gereken temel unsurun ‘’sınıf ahlakı’’ olduğunu ileri sürer. Bu bilinç seviyesine ulaşan çalışanlar, aynı sınıf içerisinde konumlandıklarının farkında olacak ve kendi sınıflarına ilişkin hayati önem taşıyan görevlerini içtenlikle yerine getireceklerdi (Sarıaslan, 2022, s.7). Saint Simon'un bu durumu sadece siyasal ve ekonomik değil, aynı zamanda dinsel bir durum olarak da ele alınmaktadır.

Saint Simon’un Hristiyanlık vurgusu, klasik anlamda dinsel bir yönelimden çok, toplumsal bütünlüğü sağlayacak ahlaki bir çerçeve arayışı olarak okunmalıdır. Fransız Devrimi’nin yarattığı siyasal kopuş ve şiddet ortamına karşı geliştirilen bu yaklaşım, yoksulluk sorununu merkezine alan bir toplumsal reform düşüncesine dayanır. ‘’Yeni Hristiyanlık’’ adlı eserinde Saint Simon, sanayi toplumunun yalnızca bilimsel ve teknik ilkelerle değil, aynı zamanda insan kardeşliğini esas alan bir etik anlayışla örgütlenmesi gerektiğini ileri sürer (Britannica, 2025).

Uluslararası alanda ise Saint Simon, 1814 ve 1815’te, Avrupa’nın barış ve gelişmesinin Fransa-İngiltere-Almanya birlikteliğine bağlı olduğunu vurgulayarak çağdaşlarından üstünlüğünü gösterdi (Engels, 1974, s.58). 'Avrupa Toplumunun Yeniden Örgütlenmesi Üzerine' başlıklı 1814 tarihli çalışmasında Avrupa devletleri arasındaki mücadeleleri sona erdirmek için liberal ve parlamenter ilkeler ve “Avrupa yurtseverliği” üzerine kurulu bir konfederasyonun kurulmasının gerektiğini öne sürer (Uslu, 2015, s.50).

Bu çerçevede Saint Simon’un düşüncesi, Fransız Devrimi’nin siyasal eşitlik idealini sanayi toplumunun maddi ve toplumsal koşullarıyla birlikte ele alma çabasına dayanır. Saint Simon, üretimi toplumsal düzenin merkezine yerleştirir ve sınıfsal ayrımı çalışanlar ile boş gezenler arasındaki karşıtlık üzerinden kurar. Bilim ve liyakate dayalı bir toplumsal örgütlenme anlayışını savunurken, yoksulluk sorununu yalnızca ekonomik bir mesele

olarak değil, aynı zamanda ahlaki ve dinsel bir sorun olarak da ele alması, onu erken dönem sosyalist düşünürler arasında özgün bir konuma yerleştirir.

3.1.3. Charles Fourier

Kıyafet tüccarının oğlu olan Charles Fourier, Fransız Devrimi sırasında ailesinin servetini kaybetmiş ve 1790'larda Lyon'da bakkal olarak çalışmıştır. Bu dönemde spekülasyon suçlamasıyla giyotine gönderilmekten son anda kurtulmuştur. Genç yaşlarından itibaren Newton fiziğinden etkilenen Fourier, özellikle çekim yasasını toplumsal alana genelleştirmeye yönelmiş ve 1799'da ''tutkulu çekim'' ilkesini geliştirmiştir. Siyasal düşünce alanındaki eserlerini 1800'lerin başında yayımlamaya başlayan Fourier, bu yaklaşımını *Théorie des Quatre Mouvements* (1808) adlı çalışmasında sistematik hâle getirmiş; burada ve sonraki eserlerinde, insan tutkularının baskıdan kurtarıldığı uyumlu bir toplumsal düzen tasavvur etmiştir (Uslu, 2015, s. 50).

Bir Fransız sosyalist olarak Fourier, burjuvaları, onların devrimden önceki peygamberlerini ve devrimden sonraki övgücülerini sert bir dille eleştirir. Burjuva dünyasının maddi ve manevi sefaletini hiç acımadan ortaya koyar (Engels, 1974, s. 59). Modern burjuvazinin vaatlerinin boş olduğunu vurgulayan Fourier (Bıçakçı, 2019, s. 409), uygarlığın çözemediği çelişkileri sürekli yeniden ürettiğini, bu sebeple yoksulluğun bolluktan doğduğunu savunur (Engels, 1974, s. 59-60). *Dört Hareket Teorisi*'nde mevcut düzenin Tanrı'nın değil, insanların eseri olduğunu ve düzeltilmesi gerektiğini belirtir. Ona göre insanlar, doğaya en yakın ve baskıdan kurtulmuş bir şekilde yaşamalı, tutkularını özgürleştirmelidir (Uslu, 2015, s. 51).

Ekonomik düzlemde ise üretim toplumsallaşmış olsa da bu üretimin yarattığı zenginlik henüz toplumsallaştırılamamıştır. Toplumsallaşmış üretim karşısında duran kapitalist sahiplenme biçimi, üretimin kitleselleştiği dönemlerden itibaren sürekli kriz ve bunalımlarla sonuçlanmıştır (Bıçakçı, 2019, s. 409). Fourier'nin düşüncesinin en özgün yönü, belki de tarihsel gelişim şemasında yatmaktadır. Engels'in aktardığı üzere Fourier; toplumun tarihsel gelişimini yabanıllık, barbarlık, ataerkillik ve uygarlık olmak üzere dört aşamada ele alır. Bu şema içinde özellikle burjuva toplumundaki kadın-erkek ilişkilerine yönelttiği eleştiriler devrim niteliğindedir. Fourier, bir toplumda kadına tanınan özgürlüğün, o toplumun genel özgürlük düzeyinin doğal ölçütü olduğunu açıkça dile getiren ilk düşünürdür (Engels, 1974, s. 59).

Fourier'nin önerdiği toplumsal tasarımın temelinde ise "çalışanların toplumu" olarak adlandırılabilecek koloniler, yani ''falansterler'' (*phalanstère*) bulunmaktadır. Sanayinin yerine tarıma ağırlık verilen bu üretim modelinde (Sarıaslan, 2022, s. 4), falanks bireyin sosyal refahından sorumludur ve üyeler arasında sürekli iş/rol değişimi yaşanır. Bu kooperatif tarım topluluklarının, serveti kapitalizme kıyasla daha adil dağıtacağı ve monarşi dahil herhangi bir siyasi sisteme entegre edilebileceği düşünülmüştür (Britannica, 2025). Toplumsal özgürlüğün kaderini kişisel özgürlüğe bağlı gören düşünür, toplumdaki baskının ancak insan ruhundaki baskının kalkmasıyla yok olacağını belirtir (Bıçakçı, 2019, s. 410). Fourier, bu modellerin yaygınlaşması için bir siyasi devrim öngörmez. Aksine uygun koşulların tarihin doğal akışı içerisinde kendiliğinden oluşacağını savunur (Sarıaslan, 2022, s. 4).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu makalede sosyalist düşüncenin ortaya çıkışı ve gelişimi, sanayileşme süreciyle birlikte yaşanan toplumsal ve ekonomik dönüşümler bağlamında ele alınmıştır. Sanayi Devrimi ve Fransız Devrimi sonrasında şekillenen yeni üretim ilişkileri, işçi sınıfının oluşumunu hızlandırmış ve sosyalist düşüncenin tarihsel zeminini oluşturmuştur. Bu bağlamda sosyalizm, yalnızca bir düşünce sistemi değil, aynı zamanda belirli tarihsel ve maddi koşulların ürünü olarak değerlendirilmiştir.

Saint-Simon, Charles Fourier ve Robert Owen gibi düşünürlerle temsil edilen Ütopik Sosyalizm, toplumsal eşitsizliklere yönelik eleştirel bir perspektif sunmuş; toplumsal dönüşümü çoğunlukla ahlaki ve düşünsel bir ideal çerçevesinde ele almıştır. Bu yaklaşımda toplumsal değişim, barışçıl yöntemler ve örnek uygulamalar yoluyla mümkün görülmüş, sınıf mücadelesi belirleyici bir unsur olarak ön plana çıkarılmamıştır. Bu durum, kapitalizmin henüz olgunlaşmadığı bir tarihsel bağlamla doğrudan ilişkilidir.

Hedefleri ortak olsa da bu üç düşünür farklı çıkış noktalarından hareket etmiştir. Robert Owen çevre ve eğitime, Saint-Simon sanayi, bilim ve liyakate, Charles Fourier ise insan tutkularına ve kadınların özgürleşmesine odaklanmıştır. Marksist literatürün de eleştirdiği üzere; mevcut tarihsel ve ekonomik koşulları, yani sınıf

mücadelesinin diyalektiğini tam anlamıyla hesap edemedikleri ve dönüşümü barışçıl örneklerle dışarıdan dayatabileceklerine inandıkları için projeleri pratik anlamda "ütopik" kalmış ve başarısız olmuştur.

Ancak bugün modern dünya sisteminde kabul gören kooperatifçilik, sendikal haklar, kadın hakları, planlı ekonomi, meritokrasi ve çalışma saatlerinin düzenlenmesi gibi pek çok hayati kazanımın fikri tohumları bu üç büyük düşünür tarafından atılmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, ütopyacı sosyalistlerin ortaya koyduğu kooperatifçilik başta olmak üzere çeşitli düşüncelerin günümüzdeki uygulama pratiklerinin incelenmesi literatüre katkı sağlayacaktır.

5.Teşekkürler ve Bilgi Notu

Bu araştırma süresince herhangi bir kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır. Yazarın beyan edeceği herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Engels, F. (1999). *Sosyalizmin ütopyadan bilime gelişmesi* (1. Basım). İstanbul: İnter Yayınları.

Engels, F. (1974). *Ütopik sosyalizm ve bilimsel sosyalizm* (Ö. Ünalan, Çev.). Ankara: Sol Yayınları.

Uslu, A. (2015). Sosyalist düşüncenin kaynakları: Büyük Britanya ve Fransa'da işçi hareketlerinin başlangıcı ve ütopya düşüncesi (1800-1830). *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(1), 35-63. https://doi.org/10.16987/ausbf.47816

Marx, K., & Engels, F. (2015). *Komünist manifesto* (S. Selvi, Haz.). İstanbul: Can Sanat Yayınları.

Biçakcı, H. (2019). Ütopik sosyalizmde yönetim anlayışı. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 403-417. https://doi.org/10.33905/bseusbed.447295

Sarıaslan, F. (2022). Ütopik sosyalizm, Saint-Simon ve Mısır modernleşmesi. *Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 7(1), 1-20.

Uslu, A. (2014). Avrupa'da erken dönem sosyalist teori ve işçi hareketleri (1830-1840). *Akademik İncelemeler Dergisi*, 9(1), 1-24. https://doi.org/10.17550/aid.04968

Britannica Editörleri (2025, 13 Ekim). Henri de Saint-Simon. Ansiklopedi Britannica. https://www.britannica.com/biography/Henri-de-Saint-Simon

Britannica Editors (2025, October 6). Charles Fourier. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/biography/Charles-Fourier

Dowd, DF (2025, 13 Kasım). Robert Owen. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/biography/Robert-Owen

KAYSERİ'DEKİ KAHVE RESTORANLARI WEB SİTELERİNİN İÇERİK ANALİZİ: GASTRONOMİ KİMLİK VE SUNUM STRATEJİLER

Doç. Dr. Seda DERİNALP ÇANAKÇI

Erciyes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, ORCID: 0000-0001-6530-8813

Zarsheda Talabovna QURBONOVA

Yüksek Lisans Öğrencisi,Erciyes Üniversitesi, Turi zm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği A.B.D, ORCID: 0009-0009-6796-8351

Özet

Bu çalışmanın amacı, Kayseri ilinde faaliyet gösteren kahve restoranlarının web sitelerini gastronomik kimlik ve sunum stratejileri açısından incelemektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. Bu kapsamda, Google Maps üzerinden belirlenen on kahve restoranının web siteleri metin ve görsel içerikler açısından sistematik olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, restoranların dijital ortamdaki tanıtım biçimleri, yerel mutfak unsurlarını vurgulama düzeyleri, sunum tarzları ve görsel içeriklerde öne çıkan temalar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bulgular, restoranların web sitelerinde kendilerini çoğunlukla modern, geleneksel ve minimalist yaklaşımlar doğrultusunda sunduklarını göstermektedir. Modern sunum tarzının daha yaygın olduğu, ancak bazı işletmelerin tarihsel ve kültürel unsurları ön plana çıkararak geleneksel bir kimlik oluşturduğu belirlenmiştir. Yerel mutfak ögelerinin ise restoranlar arasında farklı düzeylerde vurgulandığı, bazı işletmelerin bu unsurları güçlü biçimde öne çıkarırken bazılarının daha sınırlı yer verdiği tespit edilmiştir. Görsel içeriklerde ise ürün odaklı sunumların ön planda olduğu, mekân ambiyansının ise destekleyici bir unsur olarak kullanıldığı görülmüştür. Sonuç olarak, restoranların dijital platformlarda gastronomik kimliklerini yansıtma biçimlerinin çeşitlilik gösterdiği ve dijital sunum stratejilerinin müşteri algısı üzerinde önemli bir rol oynadığı değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gastronomi, Kahve Kültürü, İçerik Analizi

Abstract

The aim of this study is to examine the websites of coffee restaurants operating in the province of Kayseri in terms of their gastronomic identity and presentation strategies. Content analysis, a qualitative research method, was employed in the study. Within this scope, the websites of ten coffee restaurants identified via Google Maps were systematically analysed in terms of their textual and visual content. The data obtained were evaluated in terms of the restaurants' promotional styles in the digital environment, the extent to which they emphasise local culinary elements, their presentation styles, and the themes prominent in their visual content. The findings indicate that the restaurants predominantly present themselves on their websites through modern, traditional, and minimalist approaches. It was determined that the modern presentation style is more prevalent, although some establishments create a traditional identity by bringing historical and cultural elements to the fore. It was also found that local culinary elements are emphasised to varying degrees across the restaurants, with some establishments highlighting these elements strongly whilst others give them a more limited prominence. In terms of visual content, product-focused presentations were found to take centre stage, whilst the venue's ambience was used as a supporting element. Consequently, it is assessed that the ways in which restaurants reflect their gastronomic identities on digital platforms vary, and that digital presentation strategies play a significant role in shaping customer perception.

Key Words: Gastronomy, Coffee Culture, Content Analysis

Giriş

Günümüzde gastronomi, yalnızca yiyecek ve içecekleri kapsamakla kalmayıp, aynı zamanda bir bölgenin kimliğini ve kültürünü de yansıtmaktadır. Bu yönüyle gastronomi, kültürel mirasın önemli bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Her bölgenin mutfak konusundaki ünü, onu diğer yerlerden ayıran sosyal ve kültürel

özellikler ile o bölgenin beslenme ve yemek pişirme alışkanlıklarıyla ilişkilidir (Yılmaz, 2017). Günümüzde teknoloji ve internet hızlı bir şekilde gelişmiş olup, birçok hizmet işletmesi ürünlerini internet ve modern teknolojiler aracılığıyla sunmaktadır (Ho ve Lee, 2007).

Restoranlar ve kafeler için web siteleri, yalnızca ürünler hakkında bilgi vermekle sınırlı kalmaz; aynı zamanda işletmenin kimliğini yansıtan önemli bir araçtır. Özellikle dijitalleşmenin artmasıyla birlikte, web siteleri işletmelerin müşterilerle ilk temas noktalarından biri haline gelmiştir. Web siteleri, markanın estetik anlayışını ve değerlerini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle dijital platformlardaki kullanıcılar, işletmelerin kendilerini nasıl sunduğuna ve pazarladığına dikkat etmektedir. Restoran ve kafeler de bu doğrultuda web sitelerini daha dikkat çekici ve etkileyici hale getirmeye çalışmaktadır.

Kahve kültürü de bu sürecin önemli bir parçasıdır. Özellikle son yıllarda kahve tüketiminin artması, kahve mekânlarının sayısında da belirgin bir artışa neden olmuştur. Türk kahvesi, kültürel ve toplumsal bir simge haline gelmiş olup, kendine özgü sunumu ve tortusuyla servis edilen tek kahve türü olması açısından dikkat çekmektedir (Kavlak ve Akova, 2022). Kahvenin dünya genelinde yaygınlaşması, bu alanın araştırılmaya değer olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, Kayseri ilindeki kahvehanelerin web sitelerini incelemektir. Bu kapsamda, kafe ve restoranların dijital platformlarda kendilerini nasıl sundukları ve yerel ürünleri ne ölçüde öne çıkardıkları ele alınmaktadır. Ayrıca sunumların geleneksel mi yoksa modern mi olduğu ve görsel içeriklerde hangi temaların öne çıktığı incelenmektedir. Bu yönüyle çalışma, hem yerel gastronomi unsurlarının dijital ortamdaki temsiline ışık tutmayı hem de dijital pazarlama alanına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Kavramsal Çerçeve

Gastronomi, yiyecek ve içeceklerin üretiminin tüm aşamalarını ve bunların tüketimini kapsayan bilimsel bir disiplin olarak kabul edilmektedir. Bu yönüyle gastronomi, yalnızca beslenme ihtiyacını karşılayan bir alan değil, aynı zamanda kültürel bir ifade biçimi olarak da değerlendirilmektedir. Türk Dil Kurumu sözlüğünde gastronomi; yiyecek ve içeceklerin doğru hazırlanma teknikleri, yemek pişirme ve lezzetli yemekler hazırlama sanatı gibi çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır (TDK, 2026). Gastronomik kimlik ise bir mutfağı diğer mutfaklardan ayıran tüm özellikleri kapsamaktadır (Oğan, 2024). Başka bir ifadeyle, bir yerin gastronomik kimliği; yemeklerin tadı, sofra adabı, pişirme yöntemleri, sunum biçimleri, yemek kültürü, ulusal mutfak unsurları, gelenekler, mutfak gereçleri ile yiyecek ve içeceklerden oluşmaktadır (Nebioğlu, 2017; Oğan, 2024). Bu unsurlar bir araya gelerek, bir toplumun gastronomi aracılığıyla kendini ifade etmesini sağlamaktadır.

Ürünlerin sunum şekli, müşteri memnuniyeti açısından önemli bir faktördür. Özellikle rekabetin yoğun olduğu hizmet sektöründe, sunum biçimi işletmeler için ayırt edici bir unsur haline gelmiştir. İşletmelerin, müşterilerin sorularına cevap verebilecek içeriklerle ürünlerini kendi web sitelerinde sunmaları gerekmektedir. İçerik sunum biçimine bağlı olarak, müşterilerin ürün hakkındaki algıları farklılık gösterebilmektedir. İçeriğin sunuluş tarzı, müşteri memnuniyetini etkilerken aynı zamanda müşterilerin işletmeye yönelik tutumlarını da belirlemektedir. Hizmet sektöründe içerik sunumu özel bir öneme sahiptir; çünkü bu durum işletmenin kimliğinin bir yansıması olarak kabul edilmektedir. Müşteriler restoranlar hakkında çoğunlukla web siteleri aracılığıyla bilgi edinmektedir; bu nedenle restoranların içerik sunumu konusunda dikkatli olmaları gerekmektedir (Arıker, 2012). Web sitelerinde, müşterilerin sunulan hizmetleri daha iyi anlayabilmesi için fotoğraf ve video gibi görsel unsurlar kullanılmaktadır (Bayram ve Yaylı, 2009). Bu bağlamda, dijital içeriklerin niteliği işletmenin tercih edilmesinde doğrudan etkili olabilmektedir.

Her yemeğin kendine özgü bir kültürü bulunmaktadır ve bu kültürler karşılaştırıldığında toplumlar hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu durum, yiyecek ve içeceklerin yalnızca fiziksel ihtiyaçları karşılamakla kalmayıp kültürel bir anlam taşıdığını göstermektedir. Kahve ve kültür zamanla iç içe geçmiş ve kahve, kültürün ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu duruma, dünya çapında bilinen ve Türkiye'yi temsil eden, kendine özgü hazırlanış biçimiyle öne çıkan Türk kahvesi örnek olarak verilebilir (Kavlak ve Akova, 2022). Kahve, farklı yiyecek ve içeceklerle kolaylıkla uyum sağlayabilmekte ve çeşitli tatlarla birlikte sunulabilmektedir (Örnek, 2022). Müşteriler ise hem yeni lezzetler denemek hem de sosyalleşmek amacıyla uygun ve hoş mekanları tercih etmektedir (Aşık, 2017; Telli Danışmaz, 2021). Bu nedenle kahve mekânları, yalnızca tüketim alanları değil, aynı zamanda sosyal etkileşim ve deneyim alanları olarak da değerlendirilmektedir.

Metodoloji

Bu araştırma, Kayseri şehrindeki kahve restoranlarının web sitelerinin içerik analizini gerçekleştirmek amacıyla planlanmıştır. Çalışmada, dijital materyallerin sistematik olarak incelenmesine olanak tanıyan nitel içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir. İçerik analizi, metin ve görsel verilerin tematik olarak çözümlenmesine ve anlamlandırılmasına imkân sağlar (Krippendorff, 2004; Can, 2025). Bu bağlamda, restoranların web siteleri, gastronomik kimliklerini ve sunum stratejilerini dijital ortamda nasıl yansıttıklarını ortaya koymak için temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

Araştırma Kapsamı ve Örneklem

Araştırmanın örneklemi, Kayseri'deki kahve restoranları arasından belirlenmiştir. Restoranların seçimi, Google Maps üzerinde bulunan kullanıcı puanları, yorum sayıları ve popülerlik kriterlerine göre yapılmıştır. Bu kriter, yalnızca dijital kullanıcı deneyimlerini ve popülerliği dikkate alarak seçilmiş restoranları kapsamakta olup, araştırmanın sınırlılıklarından biri olarak değerlendirilmektedir. Toplamda on kahve restoranı araştırma kapsamına dahil edilmiştir.

Araştırma, 13–20 Mart 2026 tarihleri arasında yürütülmüş ve bu süre zarfında restoran web siteleri incelenmiştir. İnceleme sırasında, web sitelerindeki metinler, görseller ve multimedya içerikleri sistematik olarak toplanmış ve analiz edilmek üzere hazırlanmıştır. Toplanan veriler, menü bölümleri, "Hakkımızda" sayfaları, blog yazıları, tanıtım metinleri ve görselleri kapsamaktadır.

Veri Toplama ve Analiz Süreci

Veri toplama sürecinde, her restoranın web sitesindeki **metin ve görseller** ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Metinler, restoranların kendilerini tanıtma biçimleri, yerel mutfak ögelerini vurgulama düzeyi ve sunum tarzlarının geleneksel mi yoksa modern mi olduğu açısından incelenmiştir. Görsel içerik analizi ise menü fotoğrafları, mekân görselleri, ürün sunumları ve diğer dijital materyaller üzerinden gerçekleştirilmiş, restoranların dijital ortamda yansıttığı imajlar ve temalar belirlenmiştir.

Bu kapsamda, araştırmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Restoranlar kendilerini web sitelerinde nasıl tanıtmaktadır?
- Yerel mutfak ögeleri ne ölçüde vurgulanmaktadır?
- Sunum ve içerik daha çok geleneksel mi yoksa modern mi özellikler taşımaktadır?
- Görsellerde hangi imajlar ve temalar öne çıkmaktadır?

Veriler, tematik içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Metinler ve görseller, belirlenen temalar doğrultusunda anlamlı birimler halinde sınıflandırılmış ve benzer içerikler bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuştur. Bu süreçte, web sitelerinde yer alan tanıtım metinleri, görsel materyaller ve dijital sunum unsurları sistematik bir biçimde incelenmiş; elde edilen kodlar benzerlik ve farklılık ilişkileri çerçevesinde gruplandırılmıştır. Böylece restoranların dijital ortamdaki gastronomik kimlikleri ve sunum stratejileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, ortaya çıkan temalar aracılığıyla bütüncül bir analiz yapılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, Kayseri'de faaliyet gösteren ve Google Maps üzerindeki puan ve yorum sayıları dikkate alınarak seçilen kahve restoranlarının web siteleri, belirlenen araştırma soruları doğrultusunda içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sürecinde, restoranların dijital ortamdaki tanıtım biçimleri, yerel mutfak vurguları, sunum tarzları ve görsel içeriklerinde öne çıkan imajlar sistematik olarak kodlanmış ve temalar altında değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, her bir araştırma sorusu çerçevesinde ayrı ayrı ele alınmış ve tablolar aracılığıyla sunulmuştur. Bu yaklaşım, restoranların gastronomik kimliklerini ve sunum stratejilerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Tablo 1: Kahve Restoranlarının Web Sitelerinde Tanıtım Stratejileri ve İçerik Yaklaşımları

Restoran	Kodlama	Açıklama	Tema
Shakespeare Cofee & Bistro	Modern	Kısa ve net tanıtım metinleri, yenilikçi ürün vurgusu	Modern dil tercih ediliyor
Mado	Geleneksel	Tarih ve kültürel hikâye anlatımı, mekân geçmişine vurgu	Geleneksel hikâye anlatımı ön planda
Gönül Kahve Kayseri	Minimalist	Basit, sade içerik, sunumu	Minimalist öne çıkıyor
Caffeine Coffee	Modern	Ürün odaklı ve yaratıcı sunum	Modern unsurlar bir arada sunuluyor
Kahve Dünyası	-	-	-
Bayramefendi Osmanlı Kahvecisi	Geleneksel	Tarih ve kültürel hikâye anlatımı	Geleneksel hikâye anlatımı ön planda
Starbuks	-	-	-
Tuck Coffee x Ets	-	-	-
Köpüklü Kahvecisi	-	-	-
Mikel Coffee Company	Minimalist	Basit ve net bir şekilde sunuyor	Minimalist ön planda
Cocopellis	Modern	Modern ve yaratıcı tanıtım	Modern dil tercih ediliyor
Coffee Stain	Modern	Odaklı ürün ve yaratıcı tanıtım	Modern unsurlar bir arada sunuluyor

Tablo 1 incelendiğinde, Kayseri'deki kahve restoranlarının web sitelerinde kendilerini tanıtma biçimlerinin genel olarak modern, geleneksel ve minimalist yaklaşımlar etrafında şekillendiği görülmektedir. Modern yaklaşımı benimseyen restoranlar (örneğin Shakespeare Cofee & Bistro, Caffeine Coffee, Cocopellis) kısa, net ve ürün odaklı içeriklerle yenilikçi bir imaj sunmaktadır. Buna karşılık Mado ve Bayramefendi Osmanlı Kahvecisi gibi işletmeler, tarihsel ve kültürel unsurları ön plana çıkararak geleneksel bir anlatım tarzı benimsemekte ve marka kimliklerini hikâye anlatımı üzerinden güçlendirmektedir. Minimalist yaklaşım ise Gönül Kahve Kayseri ve Mikel Coffee Company gibi işletmelerde görülmekte olup, sade ve doğrudan bilgi sunumuna dayanmaktadır. Öte yandan bazı restoranların web sitelerine erişim sağlanamaması veya yeterli içerik sunulmaması, dijital varlık açısından önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. Genel olarak restoranların çoğunlukla modern bir dil tercih ettiği, ancak içerik derinliği ve erişilebilirlik açısından geliştirilmesi gereken yönlerin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2: Kahve Restoranlarının Web Sitelerinde Yerel Mutfak Vurgusunun Düzeyi

Restoran	Kodlama	Açıklama	Tema
Shakespeare Cofee & Bistro	Az	Menüde yerel kahvaltısı ve Kayseri kahvesi yer alıyor	Yerel mutfak belirli ürünlerle destekleniyor
Mado	Yoğun	Türk kahvesi, yöresel tatlar vurgulanıyor	Yerel mutfak ögeleri restoran kimliğinde güçlü bir yer tutuyor
Gönül Kahve Kayseri	Orta	Çeşitli kahve vurgulanıyor ve yerel kahve de menüde yer alıyor	Kahve menüde ön plana çıkıyor
Caffeine Coffee	Az	Yerel tatlı ve kahve sunumu bazı görsellerle destekleniyor	Yerel ögeler kısmen vurgulanıyor
Kahve Dünyası	-	-	-
Bayramefendi Osmanlı Kahvecisi	Yoğun	Yerel menü vurgulanıyor	Geleneksel ürün öne çıkarıyor
Starbuks	-	-	-
Tuck Coffee x Ets	-	-	-
Köpüklü Kahvecisi	-	-	-
Mikel Coffee Company	Az	Karışık menü, yerel menü de yer alıyor	Çeşitli kahve ve tatlılar menüde yer alıyorlar
Cocopellis	Orta	Yerel kahve ve çaylar menüde yer alıyor	Yöresel içecekler belirli ürünlerle destekleniyor
Coffee Stain	Az	Çeşitli kahve vurgulanıyor	Yöresel ürünler menüde az yer alıyorlar

Tablo 2 incelendiğinde, Kayseri'deki kahve restoranlarının web sitelerinde yerel mutfak unsurlarına verdikleri önemin az, orta ve yoğun düzeylerde farklılaştığı görülmektedir. Yoğun düzeyde yerel mutfak vurgusu yapan restoranların, özellikle Türk kahvesi ve yöresel tatlar üzerinden güçlü bir kültürel kimlik oluşturdukları dikkat çekmektedir. Bu tür işletmelerin, yerel değerleri ön plana çıkararak hem özgünlüklerini vurguladıkları hem de kullanıcıya kültürel bir deneyim sunmayı hedefledikleri söylenebilir. Orta düzeyde yerel mutfak vurgusu yapan restoranlarda ise yerel unsurların menüde yer aldığı ancak baskın bir tema oluşturmadığı görülmektedir. Bu yaklaşım, hem yerel hem de daha geniş kitlelere hitap eden ürün çeşitliliği sunma çabası olarak değerlendirilebilir. Az düzeyde yerel mutfak vurgusu yapan restoranların ise daha çok genel kahve ürünlerine ve çeşitli menü içeriklerine odaklandıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, yerel kimlikten ziyade daha evrensel bir sunum anlayışının benimsendiğini göstermektedir.

Tablo 3: Kayseri'deki Kahve Restoranlarının Web Sitelerinde Sunum Tarzlarının Analizi

Restoran	Kodlama	Açıklama	Tema
Shakespeare Cofee & Bistro	Modern	Modern ve yaratıcı sunum	Modern sunum öne çıkıyor
Mado	Karışık	Yerel yemek sunumu, modern dekor	Karışık sunum korunuyor
Gönül Kahve Kayseri	Karışık	Çeşitli kahve sunumları, estetik odaklı	Minimalist sunum tercih ediliyor
Caffeine Coffee	Modern	Modern ve yaratıcı öğeler sunumda yer alıyor	Modern sunum
Kahve Dünyası	-	-	-
Bayramefendi Osmanlı Kahvecisi	Karışık	Türk kahve sunumları, minimalizm dekor	Minimalist sunum tercih ediliyor
Starbuks	-	-	-
Tuck Coffee x Ets	-	-	-
Köpüklü Kahvecisi	-	-	-
Mikel Coffee Company	Minimalist	Minimalist ve yaratıcı sunumu	Minimalist sunum korunuyor
Cocopellis	Minimalist	Minimalist ve yaratıcı sunumu	Minimalist ön planda
Coffee Stain	Modern	Modern ve yaratıcı mekân dekoru	Modern dil tercih ediliyor

Tablo 3 incelendiğinde, Kayseri'deki kahve restoranlarının web sitelerinde sunum tarzlarının modern, minimalist ve karışık olmak üzere üç temel yaklaşım etrafında şekillendiği görülmektedir. Modern sunum tarzını benimseyen restoranlar, yaratıcı içerikler, dikkat çekici görseller ve ürün odaklı anlatımlarla kullanıcıya dinamik ve yenilikçi bir deneyim sunmaktadır. Bu yaklaşımın dijital rekabet açısından önemli bir avantaj sağladığı değerlendirilmektedir. Minimalist sunum tarzına sahip restoranlarda ise sade, anlaşılır ve doğrudan bilgi sunumu ön plandadır. Bu tür web sitelerinde gereksiz detaylardan kaçınılarak kullanıcıların aradıkları bilgiye hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmaları hedeflenmektedir. Karışık sunum tarzını benimseyen restoranların ise modern ve minimalist unsurları bir arada kullanarak daha dengeli bir dijital görünüm oluşturduğu görülmektedir. Bu yaklaşım, hem görsel çekiciliği artırmakta hem de işlevselliği destekleyerek kullanıcı deneyimini olumlu yönde etkilemektedir.

Tablo 4: Görsellerde Öne Çıkan Tematik Unsurlar

Restoran	Kodlama	Açıklama	Tema
Shakespeare Cofee & Bistro	Yemek sunumu, mekân ambiyansı, logo orta	Karışık menü, minimalist mekân, logo orta kullanılmış	Görseller yemeklere ve mekâna odaklanırken: marka ise gerekli olduğu kadar gösteriliyor
Mado	Yöresel kahve ve tatlılar sunumu, mekân ambiyansı, logo çok	Yöresel menü, karışık dekor, logo sık kullanılmış	Geleneksel ve mekân odaklı görsel imajlar
Gönül Kahve Kayseri	Kahve sunumu, mekân ambiyansı, logo orta	Latte art, açık renkli minimalist mekân, logo orta düzey	Estetik ve modern görseller tercih ediliyor
Caffeine Coffee	Kahve + mekân, logo çok	Ürün ve mekân birlikte öne çıkarılmış, logo çok	Hem mekân hem ürün vurgusu ile dengeli görsel sunum
Kahve Dünyası	Kahve + mekân logo orta	Ürün ve mekân öne çıkarılmış, logo orta düzey	Ürün ve mekân görsellerde fazla gösteriliyor
Bayramefendi Osmanlı Kahvecisi	Kahve, logo çok	Yerel menü, logo sık kullanılmış	Geleneksel imajlar
Starbuks	Kahve, logo çok	Çeşitli menü, logo sık kullanılmış	Görsellerde ürün ve logo sunumu
Tuck Coffee x Ets	Kahve, logo çok	Ürün öne çıkarılmış ve logo çok kullanılmış	Ürün ve logo imajlar
Köpüklü Kahvecisi	Kahve, logo az	Ürün görsellerde sık gösteriliyor, logo az kullanılmış	Ürün ön planda
Mikel Coffee Company	Kahve+ mekân, logo çok	Menü karışık, modern mekân, logo fazla kullanılmış	Modern ile karışmış menü imajlar
Cocopellis	Mekân+ ürün, logo az	Mekân ve ürün öne çıkarıyor, logo az kullanılmış	Mekân ve ürün imajlar
Coffee Stain	Kahve + mekân, logo orta	Mekân ve ürün görsellerde fazla görünmektedir, logo orta düzey	Mekân ve ürün ön planda

Tablo 4'ün genel sonucu değerlendirildiğinde, restoranların dijital görsel kullanımında belirgin bir biçimde kahve sunumu (ürün odaklı içeriklerin) öne çıktığı görülmektedir. İncelenen işletmelerin büyük çoğunluğu, estetik sunumlar, latte art ve ürün yakın plan çekimleri gibi unsurlarla tüketicinin dikkatini doğrudan ürüne çekmeyi amaçlamaktadır. Bu durum, dijital pazarlamada görsel çekiciliğin ve ürün sunumunun temel strateji haline geldiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, mekân ambiyansı da önemli bir tamamlayıcı unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Modern minimalist ve geleneksel nostaljik tasarım anlayışlarının görsellerde yer alması, restoranların yalnızca ürün değil, aynı zamanda bir deneyim sunduğunu vurgulamaktadır. Özellikle bazı işletmelerin ürün ve mekânı birlikte sunarak daha bütüncül bir imaj oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Marka/logo kullanımı açısından ise restoranların farklı stratejiler izlediği tespit edilmiştir. Bazı işletmeler logoyu yoğun biçimde kullanarak marka görünürlüğünü artırmayı hedeflerken, bazıları daha az kullanım ile görsel estetiği ve ürün odaklılığı ön plana çıkarmaktadır. Orta düzey kullanım ise bu iki yaklaşım arasında dengeli bir stratejiye işaret etmektedir.

Sonuç

Bu çalışma, Kayseri ilindeki kahvehanelerin dijital platformlardaki sunum ve tanıtımını gastronomik kimlik perspektifinden inceleyerek, web sitelerinin işletmelerin imajı üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Ayrıca, kahve restoranlarının stratejilerini nasıl oluşturduklarına dair önemli bulgular sunmaktadır. Çalışma, işletmelere dijital platformlarda hangi sunum tarzının rekabet avantajı sağladığına ilişkin bir rehber niteliği taşımaktadır. Bunun yanı sıra, gastronomi ve dijital pazarlama alanlarını bir araya getirerek literatüre değerli bir katkı sağlamaktadır.

Çalışma, Kayseri ilindeki kahve restoranlarının web sitelerini içerik analizi yöntemiyle gastronomik kimlik ve sunum tarzı açısından incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, dijital platformların işletmelerin imajı ve kurumsal kimliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Araştırma bulguları, kahve restoranlarının kendilerini üç farklı tarzda sergilediğini ortaya koymaktadır: geleneksel, modern ve minimalist.

Stratejik açıdan bakıldığında, çoğu restoran kahve sunumunda modern ve minimalist tarzı tercih etmektedir. Dijital platformlarda kısa ve net içeriklerin baskın bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, geleneksel ve tarihi tarzı benimseyen ve bu doğrultuda büyüme kaydeden bazı işletmeler de bulunmaktadır. Bu durum, söz konusu yaklaşımın dijital ortamda rekabetçi bir konuma sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bazı kahve restoranlarında minimalist tarz da bu iki yaklaşım arasında bir alternatif olarak tercih edilmektedir. Kahve ve yöresel yemeklere verilen önem, çeşitli kahve restoranlarında dikkat çekmektedir. Bu karışık sunum biçimi, işletmelerin web sayfalarında ve dijital platformlardaki görsellerinde kendilerini öne çıkarmak için kullandıkları yöntemlerden biridir. Genel olarak, dijital stratejilerin müşteri çekmede önemli bir rol oynadığı görülmekte olup, işletmelerin web sitelerinde bu yaklaşımı etkili bir şekilde kullanmaları gerekmektedir.

Kahve ve yöresel yemeklere verilen önem, çeşitli kahve restoranlarında dikkat çekmektedir. Bu karışık sunum biçimi, işletmelerin web sayfalarında ve dijital platformlardaki görsellerinde kendilerini öne çıkarmak için kullandıkları yöntemlerden biridir. Genel olarak, dijital stratejilerin müşteri çekmede önemli bir rol oynadığı görülmekte olup, işletmelerin web sitelerinde bu yaklaşımı etkili bir şekilde kullanmaları gerekmektedir.

Bu çalışmanın sınırlılığı, araştırmanın Kayseri ilindeki kahve restoranlarla sınırlı kalmasıdır. Ayrıca, Kayseri ilinde faaliyet gösteren kahve restoranların arasından Google Maps'da en yüksek müşteri puanını alanlar seçilmiştir. Araştırma, doküman analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve veriler web sitelerinden toplanmıştır. Veri toplama işlemi ayrıca 13-20 Mart tarihleri arasındaki belirli bir dönemle sınırlı tutulmuştur.

Gelecekteki araştırmalarda, Türkiye'nin çeşitli coğrafi bölgelerindeki kahvehaneler incelenebilir. Ayrıca, sadece web siteleri değil, Instagram ve TikTok platformları da ele alınabilir.

Kaynakça

Arıker, Ç. (2012). Restoran web sitelerinin içerik ve sunumlarının analizi: İstanbul örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7*(2), 145–172. https://izlik.org/JA75DA54AD

Aşık, N. A. (2017). Değişen kahve tüketim alışkanlıkları ve Türk kahvesi üzerine bir araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 5*(4), 310–325.

Bayram, M., & Yaylı, A. (2009). Otel web sitelerinin içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 8*(27), 347–379. https://izlik.org/JA59JF87MU

Can, C. (2025). Gastronomide dijital varlık ve prestij: Türkiye'deki Michelin yıldızlı restoranların web sitelerinin içerik analizi. *Journal of New Tourism Trends, 6*(1), 87–102. https://doi.org/10.58768/joinntt.1701779

Ho, C. I., & Lee, Y. L. (2007). The development of an e-travel service quality scale. *Tourism Management, 28*, 1434–1449.

Kavlak, E., & Akova, S. (2022). Y ve Z kuşağının kahve kültürünün popüler kültür bağlamında değerlendirilmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 4*(2), 1–33. https://doi.org/10.56493/nkusbmyo.1151864

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage Publications.

Nebioğlu, O. (2017). Gastronomik kimlik ve gastronomik turizm ürünlerinin sınıflandırılması üzerine nitel bir araştırma: Alanya örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 5*(2), 39–60. https://doi.org/10.21325/jotags.2017.69

Oğan, Y. (2024). Gastronomik kimlik ve miras bağlamında bir bibliyometrik analiz. *Tourism and Recreation, 6*(1), 76–88. https://doi.org/10.53601/tourismandrecreation.1433457

Örnek, A. (2022). *Kahve ve Türkiye'de kahve kültürü*. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yeşilova İsmail Akın Meslek Yüksekokulu.

TDK. (2026, Nisan). Gastronomi nedir? https://sozluk.gov.tr/

Telli Danışmaz, A. (2021). Üçüncü dalga kahve akımının tüketicilerin kahve tüketim alışkanlıkları üzerine etkisi. *Kesit Akademi Dergisi, 7*(27), 441–452. https://izlik.org/JA99PE69MP

Yılmaz, G. (2017). Gastronomi ve turizm ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi, 14*(2), 171–191. https://doi.org/10.24010/soid.335117

THE RISE OF TÜRKIYE AS AN ENERGY HUB: ENERGY DIPLOMACY, REGIONAL SECURITY, AND RELATIONS WITH THE SOUTH CAUCASUS AND THE EUROPEAN UNION (2002–2024)

Mahammad Ahmadov

Maria Curie-Skłodowska University, Faculty of Journalism and Political Science, Department of İnternational Relations, Lublin-Poland, **(**Responsible Author) ORCID: 0009-0005-4366-2287

Abstract

The objective of this study is to analyze the positioning of Türkiye as an energy hub and its energy diplomacy and energy security role in the South Caucasus and European Union (EU) scenario from 2002 to 2024. It examines the increased strategic importance of Türkiye in the energy geopolitics of the region and beyond, supported by the Baku–Tbilisi–Ceyhan (BTC) pipeline, the South Caucasian Pipeline (SCP), the Trans-Anatolian Natural Gas Pipeline (TANAP), and the Trans Adriatic Pipeline (TAP).

The research adopts qualitative case study method to study the linkages between energy infrastructure, foreign policy and region security. Türkiye-Azerbaijan energy cooperation is highlighted, as well as the efforts of the European Union to diversify energy supplies, especially in the wake of the Russia-Ukraine crises.

In the study, Türkiye has been determined as a country that has become a major energy player connecting the Caspian region with Europe. This shift has brought greater geopolitical sway to Türkiye, but issues like energy reliance and regional instability continue to be a concern. The study presents the following recommendations for Türkiye to build a sustainable energy hub through continued cooperation, diversification and institutional reforms.

Keywords: Türkiye, Energy Hub, Energy Diplomacy, South Caucasus, European Union, TANAP, BTC Pipeline, Energy Security, Regional Security

Introduction

Energy has become one of the most significant components of contemporary international politics, extending far beyond its traditional economic function. In the twenty-first century, energy resources, transportation corridors, and pipeline networks have increasingly been used as instruments of geopolitical influence, shaping interstate relations, regional security dynamics, and foreign policy strategies (Yergin, 2011). As global energy demand continues to rise and concerns over energy security intensify, states seek to diversify both supply sources and transportation routes in order to reduce strategic vulnerabilities (Goldthau & Witte, 2010).

Within this context, Türkiye occupies a unique geographical position between the energy-rich regions of the Caspian Basin, the Middle East, and the major consumer markets of Europe. Since the early 2000s, Turkish governments have pursued an active energy strategy aimed at transforming the country from a transit corridor into a regional energy hub. This strategy has been supported through investments in pipeline infrastructure, natural gas storage facilities, liquefied natural gas (LNG) terminals, and regional energy partnerships, particularly with Azerbaijan. (Bilgin, 2009).

The strategic importance of Türkiye has increased further due to the European Union's efforts to diversify energy supplies. The gas disputes between Russia and Ukraine in 2006 and 2009, followed by the annexation of Crimea in 2014 and the Russia–Ukraine war in 2022, highlighted the risks associated with excessive dependence on Russian energy resources (Stern, 2022). Consequently, the Southern Gas Corridor emerged as a key component of European energy security policy, positioning Türkiye as a crucial link between Caspian energy producers and European consumers (Tagliapietra, 2017).

This study examines Türkiye's emergence as an energy hub between 2002 and 2024 and analyzes its role in energy diplomacy and regional security within the South Caucasus and European Union context. It argues that major energy projects such as the Baku–Tbilisi–Ceyhan (BTC) pipeline, the South Caucasus Pipeline (SCP), TANAP, and TAP have not only enhanced Türkiye's geopolitical significance but have also reshaped regional

power relations and energy governance structures. By focusing on these developments, the study contributes to a better understanding of the relationship between energy infrastructure, diplomacy, and regional security in Eurasia.

Materials and Methods

The research model for this study is a qualitative research. The study aimed to investigate how the Republic of Türkiye has become an energy hub and how it has been involved in energy diplomacy and regional security between the South Caucasus and the European Union for the period ranging from 2002 to 2024. Case study methodology is used in the study to gain an in-depth understanding of complex geopolitical and energy infrastructure developments, using methods introduced in both international relations and energy studies (Yin, 2018; Corbetta, 2003).

The research is directed at the major transnational pipeline projects such as the Baku-Tbilisi-Ceyhan (BTC) oil pipeline, the South Caucasus Pipeline (SCP), the Trans Anatolian Natural Gas Pipeline (TANAP) and Trans Adriatic Pipeline (TAP). The selection of these cases is driven by both the importance of the cases in determining the geopolitical and geo-economic nature of the energy corridors under consideration and the fact that these cases were key to the development of alternative energy corridors between the Caspian region and Europe (Shaffer, 2009; Ratner et al., 2013).

The data comes from secondary qualitative sources such as peer-reviewed journal articles, policy reports and governmental documents from various sources like the International Energy Agency (IEA), the European Commission, national energy ministries etc. This will provide methodological triangulation and enhance the validity and reliability of the analysis (Bowen, 2009).

Furthermore, document analysis is used to analyze official energy policies and energy strategy documents on Türkiye, European Union, Azerbaijan and Georgia. The process can be used to systematically interpret over time institutional texts and energy governance structures (Bowen, 2009).

Moreover, discourse analysis is employed to examine the construction of energy security and energy diplomacy within the official discourse and policy documents. This method incorporates theories of critical discourse in international political economy to examine the phenomenon of energy infrastructure in relation to a larger geopolitical competition and cooperation between different actors (Fairclough, 1995; Van Dijk, 1997).

In sum, this methodological approach combines the qualitative analysis of cases as well as document and discourse analysis to examine the interplay between energy infrastructure development, foreign policy strategy and regional security dynamics in Eurasia.

Findings and Discussion

In conclusion, the analysis suggests that Türkiye's transition into an energy hub is not a straightforward transformation, but rather a multi-layered geopolitical journey influenced by various factors such as infrastructure development, regional dynamics, and implications of crises in global energy markets.

One of the main results of the research is that the energy infrastructure system of the South Caucasus are less a neutral transport and more a sorting device for geopolitics. Instruction is given to restructure regional dependency patterns because of projects like BTC, SCP, TANAP, and TAP, which do not simply link resource to market, but actually facilitate the movement to a new arrangement of dependency patterns. These energy corridors have created a complementary geography for China and Russia in Eurasia where the country of Türkiye lies in a position of structural middle ground and politically and strategically influence.

Another thing to highlight here is that while Türkiye was originally a state who followed the ‘transit state logic', it has now become a ‘network centrality'. Türkiye is no longer an energy transit hub between East and West but has increasingly become a hub for engagement and coordination in terms of the mutually beneficial interests of suppliers (Azerbaijan and Caspian producers) and consumers (EU states) in relation to the demand for energy.Nowadays, instead of mere transmission of energy, Türkiye is more and more the space of negotiations, balancing and implementation of mutually beneficial interests of supplier and consumer sides - Azerbaijan and Caspian producers, and EU states, respectively, in the demand for energy. This is not just a

transformation of Türkiye's energy identity, it is the transition to a strategic energy node in a larger energy governance system.

The results also reveal that the EU's post-2014 and also post-2022 energy insecurity has increased Turquía's strategic significance, although not yet by strengthening their institutional ties. In other words, Türkiye has become an important diplomatic partner for energy security for Europe while political and regulatory convergence between the EU and Türkiye is still at a preliminary level. In this way a paradoxical situation arises: high interdependence in the flow of energy, but low degree of alignment in the organization of governance.

In the south Caucasian scenario, energy infrastructure has contributed to the emergence of a so-called security-energy nexus, in which the implementation of economic cooperation, and geopolitical alignment, now take the place of one another. Within this set-up, energy investments have secondary effects in defense cooperation and regional positioning, and the relationship between Türkiye and Azerbaijan is the highest level one. At the same time, this also introduces fragility into the system by making pipeline security directly dependent on the existence of any unresolved territorial or political issues.

The structural constraint pointed by the study is that the hub ambition of Turkey remains partly externally anchored. It cannot serve as a fully fledged pricing or distribution center because it is largely dependent on imported hydrocarbons and subject to exposures from the volatility of supply costs. Therefore, prior to this TSPEC characteristics of the energy hub should not be given as a final product and finite analysis but mediating and evolving positions, supported by external shocks and regional power dynamics.

The overall analysis of the conversation implies that Türkiye's energy centrality is both factual and contingent. It is supported by geopolitical necessity, not by complete market consolidation and is highly vulnerable to the South Caucasian region's stability and EU energy transition policies.

Conclusion and Recommendations

The aim of this study was to investigate how Türkiye has become an emerging energy hub and its role in energy diplomacy and South Caucasian and EU energy security in the period from 2002 to 2024. The results show that Türkiye's position changed due to the large-scale energy infrastructure development, the changes in geopolitical landscape and the growing need for diversified energy routes by Europe.

Türkiye has emerged as a strategic transit route between the geographies of Europe and Asia, and has become more than just a transcontinental highway. The pipelines (BTC, SCP, TANAP, TAP) have not only enabled resource transfers, but they also have changed the power dynamics in the region, with a less dependence on traditional pipelines and the growing significance of alternative ones. Türkiye is in a central but conditionally stable position in this structure, where the interests of the producers in the Caspian region, and the consumers in Europe are competing with each other.

But that's not the end of the story. Structural reliance on imported hydrocarbons, vulnerability to external supply shocks and continued governmental and financial obstacles hinder Türkiye's energy hub identity. Furthermore, the geopolitical situation in the South Caucasus region remains a threat to the stability of energy infrastructure networks.

Given these results, some recommendations can be made. First, Türkiye should further diversify its energy portfolio by promoting investments in renewable energy sources and cut its dependence on natural gas imports. This will improve the self-reliance and resilience of this in the regional energy markets. Second, there would be greater institutional and regulatory convergence with the EU energy frameworks, which would increase Türkiye's commitment as an energy partner in the long-term and enhance market integration.

Thirdly, it is crucial to maintain diplomatic dialogue with the South Caucasian countries for the security and sustainability of the critical pipeline infrastructure. Overall regional stabilisation efforts should be closely aligned with energy diplomacy. Last, investments in energy storage, grid modernization, and the liberalization of energy markets would play a key part in the shift towards a more competitive and integrated energy hub model in Türkiye.

To sum up, the energy hub of Türkiye is not an end-state, but a process in its own right. The direction it will take will be influenced by three factors: domestic reform, regional geopolitics and energy security architecture in Europe.

References

Yergin, D. (2011). The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World. Penguin.

Stern, J. (2014). The Future of Gas. Oxford Institute for Energy Studies. https://www.oxfordenergy.org

Stern, J. (2022). Security of European Gas Supply. Oxford Institute for Energy Studies. https://www.oxfordenergy.org

Goldthau, A. & Witte, J. (2010). Global Energy Governance. Routledge.

Shaffer, B. (2009). Energy Politics. University of Pennsylvania Press.

Bilgin, M. (2009). Geopolitics of European natural gas demand. Energy Policy, 37(11), pp. 4482–4489. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.026

Winrow, G. (2013). Energy Security in the Eastern Mediterranean and Turkey. Routledge.

Köstem, S. (2018). Russian-Turkish energy relations. Energy Strategy Reviews, 22, pp. 12–21. https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.08.002

IEA (2023). World Energy Outlook 2023. pp. 1–345. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023

IEA (2022). Gas Market Report Q4 2022. pp. 1–180. https://www.iea.org

European Commission (2022). REPowerEU Plan. pp. 1–52. https://energy.ec.europa.eu

European Commission (2015). Energy Union Strategy. pp. 1–30. https://ec.europa.eu

BP (2024). Statistical Review of World Energy. pp. 1–120. https://www.bp.com

World Bank (2023). Turkey Energy Sector Review. pp. 10–85. https://www.worldbank.org

IMF (2023). Turkey Country Report. pp. 1–90. https://www.imf.org

SOCAR (2023). Annual Report. pp. 1–110. https://www.socar.az

BOTAŞ (2023). Annual Energy Report. pp. 1–95. https://www.botas.gov.tr

TANAP Consortium (2022). Project Overview Report. pp. 1–40. https://www.tanap.com

TAP AG (2022). Annual Report. pp. 1–60. https://www.tap-ag.com

BP Azerbaijan (2023). Shah Deniz Report. pp. 1–70. https://www.bp.com

Roberts, J. (2016). Pipeline Politics: Energy Security in Eurasia. Chatham House. pp. 1–55. https://www.chathamhouse.org

Dannreuther, R. (2017). Energy Security and Geopolitics. Polity Press. pp. 1–200.

Hinnebusch, R. (2015). Geopolitics of energy corridors. Middle East Policy, 22(3), pp. 45–60.

Ismailov, E. (2014). Caspian energy transportation routes. Caspian Affairs Journal, 5(2), pp. 33–49.

Kaya, A. (2019). Turkey's energy diplomacy. Turkish Studies, 20(4), pp. 567–589.

Öniş, Z. (2015). Turkey's strategic autonomy. Insight Turkey, 17(3), pp. 7–30.

Keyman, E. (2017). Turkey as a regional power. Global Policy, 8(1), pp. 23–35.

Aydın, M. (2012). Turkish foreign policy and energy. Perceptions, 17(1), pp. 1–25.

Kardaş, Ş. (2012). Turkish foreign policy transformation. Uluslararası İlişkiler, 9(33), pp. 45–67.

Lesser, I. (2007). Energy and Geopolitics in Eurasia. RAND. https://www.rand.org

Tagliapietra, S. (2017). The Southern Gas Corridor. Bruegel Policy Paper. pp. 1–20. https://www.bruegel.org

Vivoda, V. (2019). Energy security frameworks. Energy Research & Social Science, 48, pp. 1–10.

Umbach, F. (2010). European energy security. Energy Policy, 38(1), pp. 1–12.

Henderson, J. (2018). Gas markets and geopolitics. Oxford Energy Paper. pp. 1–40.

Finon, D. (2013). Energy dependency in Europe. Energy Journal, 34(2), pp. 1–18.

Correljé, A. (2014). Energy infrastructure governance. Energy Policy, 74, pp. 25–34.

Bridge, G. (2018). The Global Energy Transition. Cambridge University Press.

Sovacool, B. (2016). Energy security definitions. Energy Policy, 95, pp. 1–10.

Van de Graaf, T. (2015). The Politics of Energy Research. Routledge.

Pascual, C. (2008). Energy and foreign policy. Brookings Institution. https://www.brookings.edu

U.S. EIA (2024). Turkey Country Analysis Brief. pp. 1–40. https://www.eia.gov

NATO ENSEC COE (2022). Energy security reports. pp. 1–60. https://enseccoe.org

Cornell, S. (2011). Azerbaijan and Caspian geopolitics. Silk Road Studies. pp. 1–50. https://silkroadstudies.org

Zeyno Baran (2005). Energy corridors and Eurasia. Foreign Affairs. pp. 1–15. https://www.foreignaffairs.com

Murphy, A. (2019). Geopolitics of pipelines. Geopolitics Journal, 24(3), pp. 1–22.

Paillard, C. (2010). Russia-Europe energy relations. IFRI Energy Report. pp. 1–30. https://www.ifri.org

Aliyev, H. (2020). Azerbaijan energy strategy. Caucasus Analytical Digest, 118, pp. 1–20.

Van Aartsen, J. (2016). EU energy diversification policy. European Parliament Report. pp. 1–45. https://www.europarl.europa.eu

BP (2024). Azerbaijan energy profile. pp. 1–35. https://www.bp.com

European Council (2023). EU energy security framework. pp. 1–25. https://www.consilium.europa.eu

ESCALATION DYNAMICS IN THE KASHMIR CONFLICT: NUCLEAR DETERRENCE, CRISIS BEHAVIOUR, AND REGIONAL INSTABILITY IN SOUTH ASIA

Deboleena Bhattacharya

Master's Student, International Relations, Maria Curie-Skłodowska University (UMCS), Lublin, Poland (Responsible Author), ORCID: 0009-0008-9423-6300

Abstract

The Kashmir conflict is one of the most militarised and politically sensitive conflicts in the international system, influenced by various land claims, national identities and historical grievances between India and Pakistan (Ganguly, 2001). The strategic context in which the conflict has been played out has changed significantly since the nuclearisation of South Asia in 1998. Nuclear weapons have, on one hand, decreased the probability of a full-scale conventional war, but, on the other hand, they have fostered conditions that promote 'limited war' under nuclear cover, which has been termed the stability–instability paradox (Kapur, 2005; Ganguly & Kapur, 2010). The paper analyzes the dynamics of escalation in the Kashmir conflict through a discussion of the interaction between nuclear deterrence, crisis behaviour and regional political structure, and their influence on escalation and de-escalation patterns in the conflict.

In other words, Kashmir is a contested territory, and both the Indian and Pakistani governments have deep political, historical, and emotional significance for it. Both the countries became nuclear after 1998 and their concept of war shifted, that is large scale war became less likely and smaller and controlled confrontations became more common (Narang, 2014). The question of the study is hence: What is the role of India and Pakistan during a crisis, how does the use of nuclear signals affect their decisions and how do political systems and domestic pressures contribute to escalation? It is crucial to understand these dynamics because of the nature and complexity of nuclear weapons and the added risk of their use in a manner that could spark a rapid escalation of the war.

Based on the qualitative analysis of major crises such as Kargil War (1999), Twin Peaks crisis (2001-02), and Pulwama-Balakot conflict (2019), the study uncovers common escalation trends fueled by misperceptions, domestic political pressures and the lack of institutionalised crisis-management mechanisms (Chari, Cheema & Cohen, 2007; Lavoy, 2009; Ganguly & Wagner, 2019). The common theme among these cases is that the same destabilising conditions keep appearing: a misunderstanding of intentions by the leaders, the motivation of domestic politics to take risks, and a breakdown in communication at crucial moments.

The results provide evidence that there exist situations in which deterrence stability coexists with escalation instability. In other words, nuclear weapons do not stop limited conflict, but they foster a context in which both sides conduct themselves in a way that is "risk-acceptant" and take care not to escalate to a strategic level (Krepon & Thompson, 2013). The study suggests that, if left unchecked, the region is prone to unplanned or sudden escalations without continued dialogue, confidence-building efforts, and reliable lines of communication.

In sum, the present research provides a valuable addition to the existing body of knowledge on nuclear politics and crisis outcomes in nuclear-armed dyads by revealing the influence of regional disputes, domestic politics, and strategic cultures. The Kashmir conflict, with various episodes like Kargil and Pulwama-Balakot, highlights how two nuclear-armed states can repeatedly hover on the brink of war, even if neither wants to use the nuclear weapon.In the Kashmir conflict, the two nuclear-armed rivals always come close to the precipice of war even if neither side wants to go to war (Sagan, 1994; Narang, 2014).

Keywords: Kashmir conflict, nuclear deterrence, escalation dynamics, crisis behaviour, South Asia.

Introduction

Kashmir continues to be one of the most militarised and politically volatile conflicts in the world. It is influenced by divergent territorial demands, identification with the nation, and historic grievances that have

existed between India and Pakistan (Ganguly, 2001). The area is now, as it has been, an emotionally and politically significant region for both states, and as such, a compromising process is not easy.

Since India and Pakistan tested their nuclear weapons in 1998, the strategic situation around the conflict has undergone a complete transformation. The threat of nuclear weapons reduced the risk of a large-scale conventional war but also gave room for smaller, carefully calibrated wars, the so-called 'stability-instability' paradox (Kapur, 2005; Ganguly & Kapur, 2010). If you were to put it simply, the nuclear arms race deters major war but promotes limited war because neither side wants to escalate it.

The paper examines the dynamics of such behaviours in the context of the crisis in South Asia. It reflects the way India and Pakistan signal their intentions, react to provocations and control escalation in a nuclearized environment. The intent is to gain more knowledge of crisis dynamics and the impact of political pressures, strategic cultures and nuclear postures on decision-making in crisis situations (Narang 2014).

The study identifies recurring trends of misperception, risk taking, and restricted communication in big crises that occurred in Kargil (1999), Twin Peaks mobilisation (2001–02), and Pulwama–Balakot (2019) (Chari, Cheema & Cohen, 2007; Lavoy, 2009; Ganguly & Wagner, 2019). These cases illustrate how tensions can easily be brought to the brink of war, when both parties want to prevent a large-scale conflict.

The dynamics of these relations are crucial to comprehend, given that the Kashmir issue is unresolved, charged with emotions, and entrenched in the national narratives of both states. The potential for events to escalate in a nuclearised world is very high for even small incidents if not managed carefully. This study thus makes a significant contribution to the broader discussion of nuclear deterrence and South Asia regional security, given that political institutions, strategic cultures, and crisis behaviour interact to create regional stability in South Asia (Krepon & Thompson, 2013; Sagan, 1994).

It is crucial to comprehend these processes, given the unresolved nature of the Kashmir conflict, its emotionality, and its significance in the national narratives of both states. In such a nuclearised world, any small incident can rapidly get out of hand if it is not dealt with properly. This study thus adds to the larger discussions pertaining to the nature of nuclear deterrence and the security of South Asia by examining the interplay between political structures, strategic cultures and crisis behaviour in determining stability in South Asia (Krepon & Thompson, 2013; Sagan, 1994).

Materials and Methods

This study employs a qualitative research methodology to gain insights into the nature of escalation in the Kashmir conflict and its impact on crisis behaviour in South Asia through nuclear deterrence. The qualitative approach is appropriate in this context as it enables researchers to follow decision making, understand political cues and examine how complicated political pressures and military activities are (Chari, Cheema & Cohen, 2007). The method is a blend of process-tracing, comparative crisis analysis, and primary and secondary source close reading.

The main source materials consist of official statements, military briefings, parliamentary debates and publicly available documents from Indian and Pakistani authorities. These sources provide insights into the ways in which leaders communicated intention, threat, and justification to others when tensions were at their peak. Secondary materials include policy documents related to nuclear deterrence, crisis behaviour and South Asian security issues, scholarly books and journal articles. Theoretical underpinnings and regional stability and nuclear strategy debates are provided by these works, which help to situate the Kashmir conflict in the larger context (Ganguly & Kapur, 2010; Narang, 2014).

The study is based on three major crises such as, Kargil War in 1999, Twin Peaks mobilisation in 2001-02 and the Pulwama-Balakot crisis in 2019. The cases were chosen because they depict the various escalation sequences and also provide examples of how conflict is handled by two nuclear-armed states in the face of high political and military constraints (Lavoy, 2009). Process-tracing is used for each case to uncover key events, turning points and changes in strategic behaviour. This approach allows the examination of the role of misperceptions, domestic politics, and signalling failures in the process of escalation or restraint, a pattern similar to what is found in general deterrence theory (Sagan, 1994).

The analytical framework is based on existing theories in the fields of nuclear deterrence, the stability–instability paradox and crisis stability. The study aims to develop a typology of recurring patterns of behaviour and structural factors that influence escalation processes in South Asia through theoretical analysis and detailed empirical analysis (Kapur, 2005; Krepon & Thompson, 2013). It ensures that the analysis is not only firmly based on a real event, but is also linked to the broader academic discussion on nuclear politics.

Results / Findings

The study of the major crises between India and Pakistan highlights obvious and recurring patterns of escalation that are influenced by nuclear deterrence, political decisions and the fundamental nature of the Kashmir issue. The three major incidents – that of Kargil (1999), the Twin Peaks crisis (2001-02) and the Pulwama/Balakot confrontation (2019) – argue that nuclear weapons have not taken away the wars between the two nations. But they have altered the nature of conflict and its boundaries and its force (Ganguly & Kapur, 2010).

First, the study provides strong evidence of the stability–instability paradox in South Asia. In all three crises, both sides waged limited war, avoiding actions that could escalate into a larger strategic war. During the Kargil war for instance, Pakistan's covert incursion was based on the assumption that India's response would be limited by nuclear deterrence (Lavoy, 2009). Similarly, in 2019, India made an airstrike in Pakistani territory which had not been previously witnessed during the nuclear era and at the same time both countries indicated that this situation would not further be escalated (Ganguly & Wagner, 2019). The examples demonstrate that nuclear weapons do not prevent conflict from happening at all, rather they provide space for 'controlled, limited action' which is below the threshold of 'full-scale war' (Kapur, 2005).

Second, the findings indicate that it is very easy to mistake what the other person is saying and that the signalling may not be clear. Leaders were making decisions in each of the crises without the full or reliable information needed to make the decision, and often based on faulty assumptions about the intentions or boundaries of the other side. In Kargil, Pakistan underestimated India's willingness to go the distance in response and in 2001-02, India underestimated the extent of Pakistan's nuclear response (Chari, Cheema & Cohen, 2007). Even if both sides seek to avoid nuclear war, such miscalculations can help to bring them closer to dangerous escalation (Sagan, 1994).

Third, the study points to the lack of strong, institutionalised crisis-management systems as an ongoing problem. India-Pakistan communication is restricted, irregular and sometimes strained by political differences. As a result, de-escalation often occurs through external means, primarily from the United States, but also from others, rather than direct action between the two countries (Krepon & Thompson, 2013). This reliance on third parties adds delays and uncertainty to crisis management, making it more difficult to manage quickly and effectively.

Last but not least, domestic political dynamics can influence the course of crises. Leaders in both countries are subject to high expectations from the nationalists, especially in the context of a high degree of visibility in conflict situations. They can force them to adopt more aggressive or gambler's tactics, possibly including a retaliatory strike or intense public expression that escalates the tension. Violence in Pulwama–Balakot has been a good example of how domestic political narratives can exacerbate a situation, even when both the sides are trying to de-escalate it (Ganguly & Wagner, 2019).

Overall, the findings indicate that the nuclear environment in South Asia is one of fragile equilibrium, with stability at the nuclear full-scale war level and instability at lower levels of nuclear conflict. A major war is less likely with nuclear weapons, but the potential for smaller wars and escalation exists. Rather, they set the scene for escalating crises, arising from misjudgements, failure to communicate, and domestic pressures, that can quickly get out of hand, leaving the region vulnerable to unanticipated escalation (Narang, 2014).

Discussion

The results of this study show the interconnection and interdependency of nuclear deterrence, crisis behaviour and regional politics in South Asia, which was not always easy to distinguish. That there have been some minor conflicts in the region despite the presence of nuclear weapons indicates that deterrence is not a uniform and

simple process. It does not eliminate conflict, but instead produces a phenomenon of multiple levels of conflict; stability at the top, instability at the bottom. This illustrates the stability–instability paradox, which is important for the understanding of the current rivalry between India and Pakistan, particularly concerning Kashmir (Kapur, 2005; Ganguly & Kapur, 2010).

One of the main conclusions drawn from this study is that nuclear weapons do not necessarily deter all types of conflict but rather primarily deter "all-out" war. Both India and Pakistan have conducted small, controlled military operations across their borders and indicated that they do not wish a nuclear war.India and Pakistan have both conducted limited and carefully controlled military maneuvers including cross-border strikes and shellings, and signaled their reluctance for a nuclear war (Lavoy, 2009). This indicates that both sides are willing to have some military options short of a full-fledged war, corroborating a general theory of nuclear regional powers (Narang, 2014). But this faith also increases the chances for crises to erupt and rapidly ramp up, though ultimately without becoming an escalating war.

The study also identifies a significant role for mismatches and miscommunication in escalation. In each of the crises studied, leaders were confronted with uncertainty in their decision-making and frequently misunderstood what the other side meant or its boundaries. These problems were made worse by weak communication systems and the lack of strong, institutionalised ways to manage crises (Chari, Cheema & Cohen, 2007). Organisational routines and a lack of information can significantly affect decision-making in states with nuclear weapons, and sometimes result in miscalculations of disastrous proportions, as noted by Sagan (1994). This is very clearly demonstrated in the South Asian cases.

A second important result is the impact of domestic politics. Leaders respond to crises in light of the demands of the people, to electoral pressures, and to the influence of nationalism. These can lead decision makers to take more action, to be more assertive and risk-taking. For example, the Pulwama-Balakot episode revealed that domestic political narratives can exacerbate tensions even as both sides seek to prevent greater conflict (Ganguly & Wagner, 2019). Pressures like these make crisis management more challenging as they restrict the options available to leaders to step back or compromise.

Last, the study illustrates the extent to which the region is dependent on external actors, especially the United States, to manage crises. External interventions have so far helped mediate major escalation in the region; however, the same also underscores the need for better and more direct communication and conflict management mechanisms between India and Pakistan (Krepon & Thompson, 2013). This is dangerous because it places a reliance on others which cannot be guaranteed to be able or willing to intervene effectively. A lack of effective internal responses may mean that future crises may escalate in an unpredictable or sudden manner.

Overall, the analysis indicates that the nuclear environment in South Asia is a fine balance, perhaps an unexpected one. Nuclear weapons make the prospect of "all out wars" less likely but do not eliminate the possibility of smaller armed conflicts or unintended escalation. Rather, they establish environments that enable miscommunication, domestic politics, and poor communication to easily escalate. The need for ongoing dialogue, trust-building efforts and more effective crisis management processes is paramount to mitigating the threat of future escalation in the region.

Conclusion

This study reveals that the Kashmir issue continues to be a complex and multifaceted strategic issue with a balance between stability and instability. On the other hand, there is no war between India and Pakistan.On the one hand, a full-scale war between India and Pakistan is now much less probable because of the use of nuclear weapons. Then again, they haven't eliminated the risk of lesser clashes or unexpected crises. Rather, nuclear deterrence has altered the mentality of both sides in the conflict, enabling them to execute limited military operations without entering into a full-scale conflict (Ganguly & Kapur, 2010). In the light of events such as Kargil War, the Twin Peaks crisis and the Pulwama-Balakot episode, it is clear that both sides are ready to take risks but would not want to plunge into the nuclear confrontation arena (Lavoy, 2009; Ganguly & Wagner, 2019).

The analysis also reveals the extent to which these crises are confused and uncertain. Poor communication, confusing signals, and ineffective systems for handling tensions can deteriorate things towards an escalation. In both situations, leaders had to make decisions without a full picture of the other side's intentions and at times

made wrong judgments and underestimated risk (Chari, Cheema & Cohen, 2007). Internal organisational practices and limitations exacerbated these problems, as described in deterrence theory (Sagan, 1994). Domestic political pressures also had a significant effect at the same time. Home environment expectations constrained leaders, bringing pressure to bear on them to be more assertive and likely to escalate (Ganguly & Wagner, 2019).

Moreover, the study contributes to longstanding nuclear deterrence debates by illustrating how regional conflicts, internal politics, and strategic considerations are all intertwined and interact in deciding the outcomes of the nuclear game between nuclear-armed rivals. The Kashmir issue shows that mere nuclear deterrence is not enough to ensure stability. It is also a testament to the significance of communication, confidence-building measures, and of having effective crisis management tools (Krepon & Thompson, 2013). If these are absent, the area will still be at risk of inadvertent escalation and quickening of tensions.

Finally, an enduring peace in South Asia will not be achieved through nuclear deterrence alone. It will call for constant political negotiations, more efficient systems to handle crises and a serious attempt to diminish the dangers of nuclear competition. It is important to establish these mechanisms in order to prevent the next crisis from getting out of hand and to ensure a stable and predictable regional environment (Narang, 2014).

References

- Bajpai, K. (2003). *Nuclear stability in South Asia: The need for a strategic restraint regime*. Brookings Institution Press.
- Basrur, R. (2008). *South Asia's Cold War: Nuclear weapons and conflict in comparative perspective*. Routledge.
- Chari, P. R., Cheema, P. I., & Cohen, S. P. (2007). *Four crises and a peace process: American engagement in South Asia*. Brookings Institution Press.
- Ganguly, Š. (2001). *Conflict unending: India–Pakistan tensions since 1947*. Columbia University Press.
- Ganguly, Š., & Kapur, S. P. (2010). *India, Pakistan, and the bomb: Debating nuclear stability in South Asia*. Columbia University Press.
- Ganguly, Š., & Wagner, C. (2019). Crisis escalation in South Asia: A comparative analysis of the 2001–02 and 2019 India–Pakistan confrontations. *Asian Survey, 59*(3), 441–463.
- Kapur, S. P. (2005). India and Pakistan's unstable peace: Why nuclear South Asia is not like Cold War Europe. *International Security, 30*(2), 127–152.
- Krepon, M., & Thompson, J. (Eds.). (2013). *Deterrence stability and escalation control in South Asia*. Stimson Center.
- Lavoy, P. R. (Ed.). (2009). *Asymmetric warfare in South Asia: The causes and consequences of the Kargil conflict*. Cambridge University Press.
- Narang, V. (2014). *Nuclear strategy in the modern era: Regional powers and international conflict*. Princeton University Press.
- Perkovich, G. (1999). *India's nuclear bomb: The impact on global proliferation*. University of California Press.
- Sagan, S. D. (1994). The perils of proliferation: Organization theory, deterrence theory, and the spread of nuclear weapons. *International Security, 18*(4), 66–107.
- Tellis, A. J. (2001). *India's emerging nuclear posture: Between recessed deterrent and ready arsenal*. RAND Corporation.

ETHNOCHEMISTRY AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: POSITIONING INDIGENOUS CHEMICAL KNOWLEDGE WITHIN GLOBAL SUSTAINABILITY FRAMEWORKS

Abdulkadir Halliru

Department of Science Education, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria, ORCID ID: 0000-0003-1524-5513

Abstract

As the world continues to experience accelerating environmental degradation, there is growing recognition that scientific and educational responses must move beyond purely technical solutions and become more inclusive, context-sensitive and socially grounded. In this regard, the United Nations' 2030 Agenda for Sustainable Development provides a global framework that calls for stronger integration of local knowledge systems into efforts aimed at achieving environmental, social and economic sustainability. Within this framework, ethnochemistry emerges as a significant yet underutilised field of study. It focuses on the chemical knowledge, interpretations and practices embedded within specific cultural and indigenous communities. Rather than existing outside formal science, these knowledge systems often represent long-standing, experience-based understandings of material transformation, resource use and environmental interaction. Examples include traditional metallurgical processes, fermentation techniques in food preservation, dyeing practices, herbal extraction methods and other culturally grounded applications of chemical principles. This paper examines how such indigenous chemical knowledge can be meaningfully situated within global sustainability efforts. It argues that these practices are not merely cultural artefacts or historical traditions, but living knowledge systems that continue to offer practical insights into ecological balance, resource efficiency and sustainable production. In many cases, they demonstrate principles that align closely with contemporary scientific ideas such as green chemistry, circular resource use and low-waste production systems. To support this integration, the study draws on the Model of Educational Reconstruction (MER) and Culturally Responsive Transformative Teaching (CRTT). MER provides a structured approach for linking scientific content with learners' prior cultural knowledge, while CRTT offers a pedagogical pathway for engaging students through identity, collaboration, reflection and transformation. Together, these frameworks support the reorganisation of chemistry education in ways that make learning more relevant, participatory and socially meaningful. The central argument is that indigenous chemical knowledge should not be viewed only as cultural heritage to be preserved, but also as a valuable scientific and educational resource. When properly integrated, it can enhance environmental awareness, improve sustainability practices and enrich the teaching and learning of chemistry across diverse educational settings.

Keywords: Ethnochemistry; Indigenous chemical knowledge; Sustainable Development Goals (SDGs); Environmental sustainability; Chemistry education; Model of Educational Reconstruction (MER); Culturally Responsive Transformative Teaching (CRTT); Traditional Ecological Knowledge (TEK); Green chemistry; Place-based learning

Introduction

The Sustainable Development Goals (SDGs) provide a global framework for promoting peace, prosperity and environmental protection by 2030. However, their success depends on approaches that are sensitive to local cultures and ecological contexts (Nepal, 2025). While Western science has contributed significantly to technological advancement, it often reflects an anthropocentric view that frames nature primarily as a resource rather than as part of an interconnected system (Zidny et al., 2021). In contrast, ethnochemistry offers a way of bridging this gap by documenting and examining chemical knowledge embedded in cultural practices, many of which have long supported ecological balance (Wijayanti et al., 2025).

Recognising indigenous chemical knowledge as complementary to modern scientific approaches allows for a broader understanding of socio-ecological challenges that conventional reductionist methods may overlook (Rahmawati et al., 2023). This perspective supports a more people-centred approach to sustainability policy,

one that values local traditions while also contributing to global environmental solutions (Nepal, 2025). In this way, indigenous knowledge systems can inform more sustainable patterns of production and consumption grounded in long-term environmental responsibility (Rahmawati et al., 2023).

Reconsidering the role of indigenous knowledge in the chemical sciences also requires expanding conventional ideas of what counts as valid scientific evidence (Zidny et al., 2021). Traditional Ecological Knowledge (TEK) is built on long-term observation, experimentation and knowledge transmission within specific cultural settings (Nepal, 2025). These systems often integrate practical and spiritual understandings of nature, emphasising responsibility in human–environment relationships rather than exploitation (Zidny et al., 2021). When engaged in dialogue with Western modern science, such knowledge systems can provide meaningful contexts that enrich scientific understanding and improve relevance for diverse learners (Zidny et al., 2021). Ethnochemistry, in this sense, can also support innovation in green chemistry by highlighting traditional practices such as plant-based materials and biodegradable substances that align with contemporary sustainability principles (Gawade, 2026). Approached through a "two-eyed seeing" perspective, both knowledge systems can contribute their strengths to addressing complex environmental challenges (Nepal, 2025).

The aim of this study is to develop a framework for integrating ethnochemical knowledge into sustainability strategies in a way that meaningfully includes indigenous perspectives (Nepal, 2025). The continued loss of traditional chemical knowledge due to globalisation and cultural homogenisation poses risks to both cultural heritage and environmental resilience (Rahmawati et al., 2023). Education therefore has an important role in preserving and revitalising this knowledge by incorporating local contexts into chemistry teaching (Wijayanti et al., 2025). Through transformative pedagogical approaches such as the CRTT model, learners can be supported to connect scientific concepts with cultural knowledge, strengthening both understanding and environmental awareness (Rahmawati et al., 2023). Overall, the integration of indigenous and modern scientific knowledge offers a more comprehensive foundation for addressing sustainability challenges, particularly when teaching is grounded in place-based experiences that strengthen students' connection to their environment and heritage.

The Epistemological Landscape of Ethnochemistry

Ethnochemistry, as a branch of ethnoscience, refers to systems of knowledge used by cultural groups to classify, interpret and apply chemical phenomena in everyday life (Wijayanti et al., 2025). It goes beyond the memorisation of scientific formulas by recognising chemistry as a cultural practice shaped by ways of thinking, observing and transmitting knowledge across generations (Zidny et al., 2021). In many settings, including Indonesia, ethnochemical understanding is evident in everyday practices such as traditional food preservation. Examples include fermentation processes involving lactic acid bacteria and the use of naturally occurring acidic or electrolyte-rich substances like Palembang's *cuko pempek*, which reflect implicit knowledge of pH, reaction processes and material properties (Rahmawati et al., 2023). Such practices demonstrate that chemical understanding is often embedded in lived experience and aligns in meaningful ways with formal scientific concepts (Wijayanti et al., 2025). This perspective challenges the assumption that scientific chemistry is entirely external to local knowledge systems and instead shows its deep cultural grounding (Rahmawati et al., 2023).

Historical evidence of ethnochemical reasoning is also found in Indian Knowledge Systems, particularly within Rasashastra and related alchemical traditions (Gawade, 2026). Classical texts such as the *Charaka Samhita* and *Sushruta Samhita* describe processes including purification (*shodhana*), calcination (*marana*) and material synthesis, reflecting systematic experimentation with natural substances (Gawade, 2026). Contemporary analysis of preparations such as *bhasmas* has indicated the presence of nanoscale particles, suggesting a practical awareness of material transformation at very small scales (Giri et al., 2026). While interpreted differently from modern nanoscience, these findings point to long-standing empirical engagement with material properties and transformation processes (Giri et al., 2026). Concepts such as *paramāṇu* also reflect early attempts to explain the structure of matter in ways that parallel later scientific developments in atomic theory (Giri et al., 2026).

Despite this depth of knowledge, a divide often persists between indigenous and Western scientific traditions, which can lead to the marginalisation of local systems of understanding in global discourse (Zidny et al., 2021).

Western Modern Science is frequently characterised by disciplinary separation and a strong emphasis on material explanation, whereas indigenous knowledge systems tend to integrate environmental, social and cultural dimensions of understanding (Zidny et al., 2021). Reframing this relationship requires recognising that different knowledge systems offer distinct but valuable ways of interpreting the natural world. In this sense, ethnochemistry encourages dialogue rather than hierarchy, supporting more inclusive approaches to knowledge production (Nepal, 2025). Such ontological plurality provides a more flexible foundation for addressing complex environmental and societal challenges (Zidny et al., 2021).

Repositioning Indigenous Chemical Knowledge within the 2030 Agenda

The alignment of ethnochemical practices with the Sustainable Development Goals highlights the relevance of indigenous knowledge in contemporary sustainability efforts (Nepal, 2025). Under SDG 12 (Responsible Consumption and Production), many indigenous communities have long practiced forms of resource efficiency that resemble circular economy principles. These include repair-based economies, material reuse and locally sustained craftsmanship that reduce waste and dependence on external supply systems (Tehrani et al., 2025). Such practices reflect an intuitive understanding of material life cycles and sustainable resource use, offering useful insights for modern production systems seeking greater efficiency and lower environmental impact (Tehrani et al., 2025).

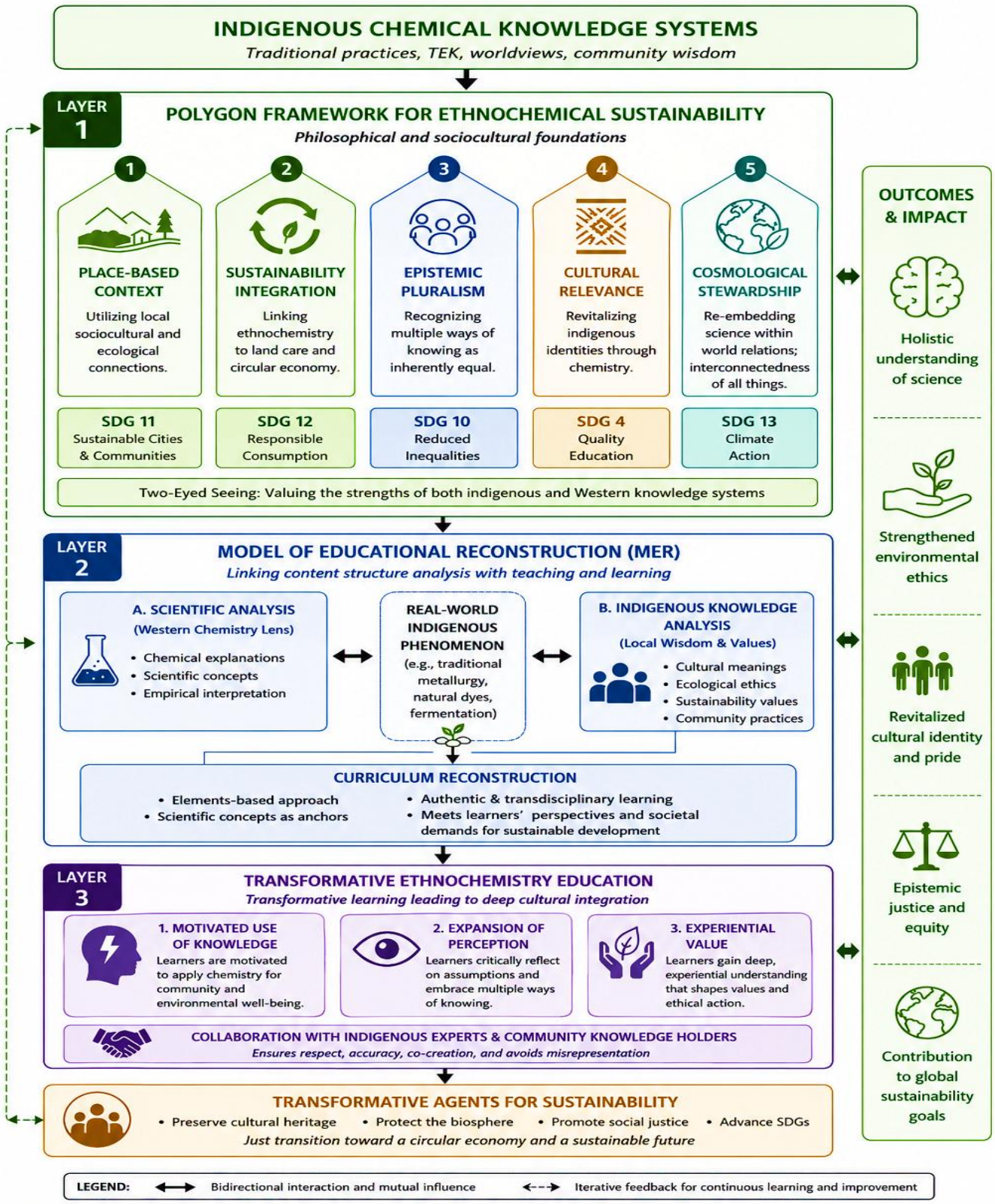
Ethnochemistry also contributes to SDG 13 (Climate Action) and SDG 15 (Life on Land) through its documentation of adaptive environmental practices. Techniques such as terracing, traditional water harvesting and the use of plant-based bio-pesticides, including neem (*Azadirachta indica*), demonstrate long-established strategies for soil conservation and ecosystem management (Nepal, 2025). These approaches are grounded in a worldview that emphasises balance between human activity and ecological systems. When incorporated into contemporary environmental policy, such knowledge can support locally appropriate climate adaptation strategies and biodiversity conservation efforts (Nepal, 2025).

In relation to SDG 3 (Good Health and Well-being), ethnochemical knowledge of medicinal plants provides an important foundation for traditional and modern healthcare systems (Gawade, 2026). Plants such as *Acorus calamus* have been widely used in traditional medicine and have demonstrated bioactive properties relevant to pharmacological research (Dolzake & Patale, 2026). These practices continue to inform the development of plant-based and environmentally friendly medical approaches, while also raising important considerations regarding ethical use and benefit-sharing with indigenous communities (Nepal, 2025). Viewed holistically, ethnochemistry supports a model of development in which health, environment and social well-being are treated as interconnected rather than separate domains.

A Structural Model for Ethnochemical Integration

To effectively situate indigenous chemical knowledge within global sustainability discourse, there is a need for a structured “Polygon Framework for Ethnochemical Sustainability” (see figure 1). This framework brings together key dimensions such as place-based learning, environmental education and Traditional Ecological Knowledge (TEK) cosmologies (Zidny et al., 2021). It emphasises that ethnochemical knowledge should be understood in relation to the sociocultural, historical and political contexts in which it developed, rather than being treated as a fixed or outdated form of knowledge (Rahmawati et al., 2023). Rather than positioning indigenous knowledge and Western science as competing systems, the framework promotes a “two-eyed seeing” approach in which both are valued for their respective strengths (Nepal, 2025). In this way, learners are encouraged to draw from scientific explanations while also appreciating locally grounded ways of understanding natural phenomena. A central aspect of the model is the recognition of indigenous cosmological perspectives, particularly the idea of interconnectedness between humans, nature and the wider environment. This relational worldview is often absent in modern empirical approaches and is therefore considered important for strengthening environmental ethics and cultural identity (Zidny et al., 2021). Through this polygon framework, educational and policy institutions can work toward a more inclusive representation of science one that reflects the diversity of human knowledge systems while supporting more context-sensitive approaches to sustainability (Zidny et al., 2021).

The Polygon Framework for Ethnochemical Positioning



Source: Synthesized from Zidny et al. (2021), Rahmawati et al. (2023), Nepal (2025), and Tehrani et al. (2025).

Figure 1. A structural model for ethnochemical integration: Toward a transformative and sustainable chemistry education.

The second layer of the structural model draws on the Model of Educational Reconstruction (MER), which connects the analysis of subject content with research on how teaching and learning actually take place (Zidny

et al., 2021). This approach involves two complementary steps. First, it examines how a phenomenon such as traditional metallurgy can be interpreted and explained using established scientific (Western) frameworks. Second, it considers the meanings, practices and sustainability values embedded within the indigenous understanding of the same phenomenon (Zidny et al., 2021). Through this dual perspective, learning content can be organised in a way that reflects both scientific concepts and learners' lived experiences, making it more relevant to real-world sustainability challenges. Starting from familiar, context-based phenomena helps to stimulate curiosity, while scientific ideas are introduced as tools for explaining what students already observe in their environment. In this way, indigenous knowledge becomes a starting point for reshaping how chemical concepts are taught and structured in the curriculum (Zidny et al., 2021).

The final component of the model involves adopting a transformative approach to teaching. This encourages learners to reflect critically on their assumptions, values and ways of understanding the natural world (Rahmawati et al., 2023). Within ethnochemistry, such transformative learning can lead to greater motivation, broader perspectives and deeper engagement with experience-based knowledge (Zidny et al., 2021).

Therefore, this approach positions education not only as a process of knowledge transfer but also as a means of shaping attitudes and values toward sustainability. It supports a shift toward more responsible and circular ways of thinking and living, where scientific understanding is connected to cultural context rather than separated from it (Tehrani et al., 2025). Collaboration with indigenous knowledge holders is also essential to ensure accurate representation and ethical engagement with traditional knowledge systems (Nepal, 2025). In this sense, learners are prepared not only to understand chemistry but also to apply it in ways that support environmental care and cultural continuity (Rahmawati et al., 2023).

Pedagogical Pathways: Culturally Responsive Transformative Teaching

The application of ethnochemical knowledge in classroom practice is guided by the Culturally Responsive Transformative Teaching (CRTT) model, which proceeds through five stages: self-identification, cultural understanding, collaboration, critical reflection and transformative construction (Rahmawati et al., 2023). In the self-identification stage, learners reflect on their own cultural backgrounds and consider how these shape their understanding of nature and scientific ideas (Rahmawati et al., 2023). This personal grounding helps students recognise that their perspectives are influenced by lived experience. The process then moves to cultural understanding, where learners engage with ethnochemistry-based learning materials that highlight chemical ideas embedded in everyday cultural practices such as food processing and traditional crafts (Wijayanti et al., 2025). These materials help students see that scientific principles are not distant abstractions but are already present within their immediate environment. As a result, complex chemical concepts become easier to relate to and understand within familiar contexts (Rahmawati et al., 2023).

In the collaboration and critical reflection stages, learning becomes more interactive and dialogic. Students work in groups that reflect cultural diversity, allowing them to share experiences and learn from one another (Rahmawati et al., 2023). Whole-class discussions and debates encourage learners to examine different viewpoints and question the assumption that modern Western science is the only valid way of understanding the world (Zidny et al., 2021). Topics such as traditional medicine compared with synthetic pharmaceuticals can be used to develop reasoning skills while also encouraging reflection on ethical and cultural dimensions of science learning (Rahmawati et al., 2023). Through this process, students gradually develop a more critical and inclusive understanding of knowledge systems.

The final stage, transformative construction, occurs when learners integrate scientific understanding with cultural awareness and begin to act in ways that support both environmental care and cultural preservation (Rahmawati et al., 2023). At this point, chemistry learning extends beyond classroom knowledge into personal and community responsibility. Students begin to see themselves not only as learners of science but also as custodians of cultural and environmental knowledge. Overall, CRTT supports a more inclusive and meaningful form of science education that connects scientific literacy with cultural identity and sustainability (Zidny et al., 2021).

Challenges and the Decolonisation of Chemical Knowledge

Despite its potential, ethnochemistry faces several challenges in gaining wider acceptance within mainstream science education. One major issue is the dominance of Eurocentric educational models, which often exclude cultural dimensions of science or dismiss indigenous knowledge as unscientific (Zidny et al., 2021). In many situations, science curricula are presented from a single historical and cultural perspective, which can make learning feel disconnected from students' lived realities (Rahmawati et al., 2023). Addressing this requires a more inclusive approach to science education that recognises multiple ways of knowing and understanding the natural world (Nepal, 2025).

Another challenge lies in the validation and standardisation of indigenous chemical knowledge. Many traditional practices are transmitted orally and may not be documented in ways that align with modern scientific reporting systems (Gawade, 2026). While some of these practices demonstrate clear empirical effectiveness, translating them into formally recognised scientific knowledge requires careful interdisciplinary work that combines laboratory investigation with cultural and historical analysis (Giri et al., 2026). There is also a risk of misrepresentation if such knowledge is simplified or interpreted without proper context (Gawade, 2026). For this reason, institutional support and ethical frameworks are needed to ensure respectful engagement and equitable recognition of indigenous contributions to knowledge systems (Nepal, 2025).

Finally, the loss of traditional knowledge due to globalisation and generational change presents an urgent concern. As younger generations move away from inherited practices, there is a growing need to document and preserve ethnochemical knowledge (Rahmawati et al., 2023). Emerging technologies such as virtual reality and artificial intelligence offer opportunities to support this process by visualising traditional practices and making abstract chemical concepts more accessible (Wijayanti et al., 2025). However, such digitisation must be carried out responsibly, with attention to community ownership and control over cultural knowledge (Thorwe, 2026). Ultimately, meaningful progress in this field depends on building ethical, respectful partnerships with knowledge holders, ensuring that indigenous wisdom is preserved and applied in ways that benefit both present and future generations (Nepal, 2025).

Conclusion

Positioning indigenous chemical knowledge within global sustainability frameworks is not simply an additional academic concern, but an essential step toward achieving the United Nations Sustainable Development Goals. Ethnochemistry offers a meaningful perspective for rethinking the relationship between humans and nature, shifting it away from patterns of exploitation toward a more balanced and responsible form of stewardship. This study has shown that many traditional chemical practicesmranging from circular resource use in rural communities to medicinal and material innovations in indigenous systemsmalready reflect principles that align with modern ideas of green chemistry and sustainability. When integrated into chemistry education through models such as CRTT and MER, these knowledge systems make science learning more relevant and grounded in real-life experience, while also strengthening cultural awareness among learners. The proposed structural framework highlights the importance of place-based education, respect for multiple knowledge systems and the strengthening of indigenous identity in scientific learning. At the same time, it acknowledges key challenges, including the need for careful scientific engagement, the decolonisation of existing curricula and the preservation of knowledge that is at risk of being lost. Addressing these issues requires openness to multiple ways of knowing, where different knowledge systems are seen as complementary in responding to environmental challenges. As the world moves toward the 2030 sustainability targets, integrating indigenous knowledge into education, research and policy offers a pathway to more grounded and context-sensitive solutions. Ethnochemistry therefore contributes not only to scientific understanding, but also to the ethical and cultural foundations needed for sustainable living. Ultimately, achieving sustainability is not only a technical task but also a cultural one requiring a renewed understanding of how humans relate to the natural world in everyday life.

Reference

Afonso, E. Z. (2013). Rethinking the history of inclusion of IKS in school curricula: Endeavoring to legitimate the subject. International Journal of Science and Mathematics Education, 11(1), 23–42.

Aikenhead, G. S., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. Cultural Studies of Science Education, 2(3), 539–620.

Al-Idrus, S. W., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pendekatan Green Chemistry dalam Modul Praktikum Kimia Lingkungan untuk Meningkatakan Kreatifitas Mahasiswa Calon Guru Kimia [Green chemistry approach in environmental chemistry laboratory modules to improve creativity of prospective chemistry teachers]. Chemistry Education Practice, 3(2), 69–75. https://doi.org/10.29303/cep.v3i2.2110

Biswas, A. K. (1986). Rasa-Ratna-Samuccaya and mineral processing state-of-art in the 13th Century A.D. India. Indian Journal of History of Science, 22(1), 29–46.

Dolzake, A. J., & Patale, S. S. (2026). Nanoparticle synthesis from rhizome of Acorus calamus L. Universal Research Analysis, XXXII(III), 127–129.

Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 3(1), 3–15.

Gawade, B. (2026). Indian knowledge systems as catalysts for chemical innovation and sustainable technologies. Universal Research Analysis, XXXII(III), 59–62.

Giri, S. M., Giri, S. M., Udawant, S. B., Vedpathak, C. M., & Katariya, A. P. (2026). Conceptual background, rasashastric practices and current scientific significance of nanoscience in Indian knowledge systems. Universal Research Analysis, XXXII(III), 103–108.

Houde, N. (2007). The six faces of traditional ecological knowledge: Challenges and opportunities for Canadian co-management arrangements. Ecology and Society, 12(2), Article 34.

Kim, E.-J. A., Asghar, A., & Jordan, S. (2017). A critical review of traditional ecological knowledge (TEK) in science education. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 17(4), 258–270.

Nepal, T. K. (2025). Traditional ecological knowledge and the sustainable development goals: Integrating indigenous wisdom for global sustainability. Preprints.org. https://doi.org/10.20944/preprints202505.1684.v1

Rahmawati, Y., Mardiah, A., Taylor, E., Taylor, P. C., & Ridwan, A. (2023). Chemistry learning through culturally responsive transformative teaching (CRTT): Educating Indonesian high school students for cultural sustainability. Sustainability, 15(8), Article 6925. https://doi.org/10.3390/su15086925

Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. Dori, Z. Mevarech, & D. Baker (Eds.), Cognition, metacognition and culture in STEM education (pp. 65–88). Springer.

Snively, G., & Williams, W. L. (2016). Knowing home: Braiding Indigenous Science with Western Science, book 1. University of Victoria.

Tehrani, Y. A. F., Sarkar, A., & Shetranjiwalla, S. (2025). Integrating traditional ecological knowledge into a circular economy framework using the example of consumer durable goods for northern rural communities. RSC Sustainability, 3(5), 2048–2063. https://doi.org/10.1039/D4SU00623B

Thorwe, R. H. (2026). The role of AI (Artificial Intelligence) in digitization and archiving. Universal Research Analysis, XXXII(III), 12–15.

Wijayanti, S. W., Suciana, D., Masbukhin, F. A. A., Sausan, I., Wathi, A. F. D., & Kusuma, D. L. (2025). The integration of green chemistry and ethnochemistry in the design of virtual reality learning media on crystal structure material using a contextual approach. INNODEL Conference, 6, 798–815.

Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2021). A multi-perspective reflection on how indigenous knowledge and related ideas can improve science education for sustainability. Science & Education, 30(1), 145–194. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00175-1

THE ROLE OF PUBLIC OFFICIALS IN PREVENTING CORRUPTION PERMITS: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE REPUBLIC OF MOLDOVA AND EUROPE

Drd. Mariana VATAMANITA

"Constantin Stere"University of European Political and Economic Science, Faculty of Law, Department of Law, Republic of Moldova, ORCID NO: 0009-0004-2949-4750

ABSTRACT

Corruption in the process of issuing construction permits represents a significant governance challenge, particularly in transitional economies where institutional frameworks are still consolidating and administrative practices remain vulnerable to discretionary decision-making. This article examines the role of public officials in preventing corruption within construction permitting systems, focusing on their responsibility to ensure transparency, legality, and accountability in administrative procedures. It provides a comparative analysis between the Republic of Moldova and European practices, highlighting key differences in regulatory maturity, institutional capacity, and enforcement effectiveness.

The study evaluates how legal frameworks shape the behavior of public officials and influence the integrity of permitting processes. In the Republic of Moldova, although substantial reforms have been introduced to align national legislation with European standards, practical implementation continues to face challenges such as limited administrative capacity, bureaucratic complexity, and inconsistent application of anti-corruption measures. These factors increase the risk of informal practices and undermine public trust in construction governance.

In contrast, European systems generally demonstrate stronger institutional safeguards, higher levels of administrative transparency, and advanced digitalization of permitting procedures. These mechanisms reduce direct interaction between applicants and officials, thereby limiting opportunities for corruption and improving accountability.

The analysis also emphasizes the importance of institutional capacity, ethical standards, and oversight mechanisms in shaping the effectiveness of public officials in corruption prevention. Overall, the article highlights that while Republic of Moldova has made notable progress in legal harmonization, further improvements in implementation, digital governance, and institutional integrity are essential to achieve sustainable corruption prevention in construction permitting systems.

Keywords: tax evasion, construction sector, public budget, shadow econom.

INTRODUCTION

The construction sector is widely recognized at both national and international levels as one of the areas of economic activity most exposed to corruption risks. This vulnerability is primarily determined by the complexity of regulatory and administrative procedures governing construction activities, as well as by the substantial financial value associated with infrastructure projects, real estate development, and urban expansion. The process of obtaining construction permits and related authorizations often requires interaction between private developers, contractors, urban planning authorities, local public administrations, and numerous regulatory institutions. Such a multi-layered administrative framework increases the likelihood of irregular practices and creates favorable conditions for corrupt behavior.

Public officials involved in the issuance of construction permits frequently possess extensive discretionary authority when interpreting urban planning regulations, approving technical documentation, or evaluating compliance with legal and environmental standards. In situations where procedural rules are unclear, inconsistently applied, or insufficiently monitored, this discretion may facilitate various forms of corruption, including bribery, abuse of office, preferential treatment, nepotism, and conflicts of interest. Developers or private actors may attempt to influence public officials in order to accelerate approval procedures, bypass legal requirements, obtain favorable zoning decisions, or legalize unauthorized constructions.

Both in the Republic of Moldova and across European states, corruption within construction permitting systems generates significant negative consequences for public administration and society as a whole. It undermines transparency and accountability in governmental decision-making, weakens public confidence in state institutions, and distorts fair economic competition within the construction market. Furthermore, corrupt practices in urban planning and construction authorization may contribute to illegal developments, environmental degradation, unsafe buildings, and violations of urban development strategies. From a broader perspective, corruption in this sector also threatens the rule of law and sustainable economic development by encouraging institutional inefficiency and reducing the effectiveness of anti-corruption policies and regulatory enforcement mechanisms.

In the Republic of Moldova, corruption in the construction sector continues to represent a major and persistent challenge for public governance and administrative integrity, despite the implementation of numerous legislative, institutional, and policy reforms intended to strengthen anti-corruption mechanisms and harmonize national regulations with European standards. Over the past years, Moldovan authorities have adopted a series of legal measures focused on improving transparency in public administration, enhancing accountability among public officials, and reducing opportunities for abuse within urban planning and construction permitting procedures. These reforms have largely been influenced by the country's commitment to European integration and by the need to comply with international recommendations concerning good governance, the rule of law, and anti-corruption practices.

Nevertheless, practical implementation remains problematic, and corruption risks continue to affect the process of issuing construction permits and urban planning authorizations. Research and analytical reports developed by organizations such as Transparency International Moldova indicate that several structural deficiencies persist within the administrative system. Among the most significant problems are the limited transparency of decision-making processes, excessive bureaucracy, insufficient institutional coordination, and the inconsistent application of legal norms by responsible authorities. Administrative procedures related to construction approvals are often perceived as overly complex, time-consuming, and vulnerable to informal influence, creating conditions that may encourage bribery, favoritism, or abuse of discretionary powers by public officials.

Additionally, inconsistent enforcement of legal and ethical standards contributes to unequal treatment of applicants and reduces public confidence in state institutions. In some situations, construction permits may be issued without full compliance with urban planning regulations or technical requirements, while unauthorized constructions may later be tolerated or legalized through administrative decisions influenced by political or economic interests. Such practices weaken institutional credibility and undermine the effectiveness of anti-corruption reforms.

The persistence of these vulnerabilities demonstrates that legislative reform alone is insufficient to eliminate corruption risks in the construction sector. Effective prevention also requires stronger institutional oversight, greater transparency in permitting procedures, enhanced professional ethics among public officials, digitalization of administrative services, and the consistent application of sanctions for violations of legal and integrity standards (Kingdom of the Netherlands & Transparency International Moldova, 2022).

Simultaneously, the Republic of Moldova's strategic objective of European integration has significantly accelerated the modernization of public administration and the implementation of reforms aimed at strengthening transparency, efficiency, and institutional accountability. In the context of fulfilling commitments associated with cooperation with the European Union, Moldovan authorities have increasingly focused on aligning national governance practices with European principles of good administration, digital transformation, and anti-corruption prevention. As a result, public sector reforms have emphasized the reduction of bureaucratic barriers, the improvement of administrative efficiency, and the establishment of more transparent decision-making mechanisms within state institutions.

A particularly important direction of reform has been the development of digital governance instruments intended to modernize administrative services and reduce the vulnerabilities traditionally associated with face-to-face interactions between citizens and public officials. Within the construction sector, recent governmental initiatives have concentrated on the digitalization of procedures related to construction permits, urban planning certificates, and other authorization processes. Electronic platforms and online public service systems have

gradually been introduced in order to simplify administrative procedures, accelerate document processing, and improve public access to information concerning urban planning and construction activities.

The implementation of digital permitting systems is considered an essential anti-corruption measure because it minimizes direct contact between applicants and public officials, thereby reducing opportunities for bribery, informal influence, favoritism, and abuse of discretionary authority. Through online submission and tracking systems, applicants are able to monitor the status of their requests more transparently, while administrative decisions become easier to verify and audit. Furthermore, digital platforms contribute to greater institutional accountability by creating electronic records of administrative actions and reducing the possibility of undocumented interventions in the authorization process.

These reforms also reflect broader European trends promoting e-governance as a mechanism for strengthening integrity and public trust in administrative institutions. Nevertheless, despite the progress achieved, the effectiveness of digitalization initiatives in Republic of Moldova continues to depend on factors such as institutional capacity, technical infrastructure, inter-agency coordination, and the consistent enforcement of transparency and accountability standards (Government of Republic of Moldova, 2016).

In contrast to the challenges still affecting transitional administrative systems, many European countries have succeeded in developing significantly more advanced and effective mechanisms for preventing corruption within the construction and urban planning sectors. These systems are generally founded on principles of administrative transparency, institutional accountability, regulatory predictability, and the reduction of discretionary powers exercised by public officials during the permitting process. Over time, European states have implemented comprehensive reforms aimed at strengthening integrity in public administration and minimizing opportunities for illicit influence in construction-related decision-making.

One of the most important features of European anti-corruption frameworks is the extensive use of digitalized administrative procedures and electronic permitting systems. In many European jurisdictions, applications for construction permits, urban planning certificates, zoning approvals, and technical authorizations are processed through integrated digital platforms that allow applicants to submit documents electronically, monitor procedural stages in real time, and access relevant planning information online. Such systems considerably reduce direct interaction between citizens and public officials, thereby limiting the potential for bribery, favoritism, and informal negotiations. At the same time, digitalization improves procedural efficiency, accelerates decision-making, and increases public access to administrative information.

Another defining characteristic of European governance models is the existence of strong and independent oversight institutions responsible for monitoring legality, integrity, and compliance within public administration. Anti-corruption agencies, ombudsman institutions, audit authorities, and independent courts play an essential role in supervising administrative actions and investigating cases involving abuse of office, conflicts of interest, or violations of ethical standards. These institutional safeguards contribute to a higher level of public confidence in administrative processes and ensure more effective enforcement of anti-corruption legislation.

Furthermore, European public administration systems place substantial emphasis on professional ethics and integrity standards for public officials. Ethical codes of conduct, mandatory asset declarations, conflict-of-interest regulations, and disciplinary mechanisms are widely used to promote responsible behavior and prevent misconduct among civil servants involved in urban planning and construction permitting. Continuous professional training and integrity awareness programs also contribute to strengthening ethical culture within public institutions.

At the level of the European Union, anti-corruption strategies increasingly emphasize the importance of transparency, accountability, and institutional integrity as fundamental elements of democratic governance and sustainable urban development. European policies encourage member states to adopt preventive anti-corruption measures, improve access to public information, strengthen institutional resilience, and promote digital governance solutions capable of reducing administrative corruption risks. Within this framework, transparency in urban planning and construction authorization is regarded not only as a legal and administrative requirement, but also as a necessary condition for protecting public interest, ensuring fair economic competition, and supporting sustainable development objectives across European societies (European Commission, 2024).

Therefore, the ethical conduct and professional integrity of public officials responsible for issuing construction permits represent a fundamental prerequisite for guaranteeing compliance with the law, ensuring transparent administrative procedures, maintaining accountability in decision-making processes, and promoting sustainable urban development. When public officials act in accordance with legal norms and ethical standards, they contribute directly to the proper functioning of public administration and to the prevention of corruption risks within highly sensitive sectors such as construction and urban planning.

The permitting process in the construction sector is particularly dependent on the trustworthiness and professionalism of those involved, as it requires the application of complex regulatory frameworks, technical assessments, and discretionary judgments. For this reason, any deviation from principles of integrity can have serious consequences, including unlawful approvals, distorted urban development patterns, and erosion of public confidence in state institutions. Ensuring integrity in this field is therefore not only a legal obligation but also a key condition for protecting public interest and supporting long-term sustainable development strategies.

CORRUPTION RISKS IN CONSTRUCTION PERMITS

Corruption within the construction sector typically takes multiple forms, with the most frequently encountered manifestations including bribery, abuse of official authority, and conflicts of interest among public officials involved in permitting procedures. These corrupt practices may occur at various stages of the administrative process, particularly when decisions regarding the approval or rejection of construction permits depend heavily on discretionary judgments.

Empirical research and institutional studies indicate that in certain jurisdictions, the formal regulatory frameworks governing building permits are either insufficiently precise or lack consistent application in practice. As a result, legal provisions may be interpreted differently by various administrative bodies or applied in a selective manner, which creates uncertainty and weakens the predictability of the permitting process. This lack of clarity in procedural rules can significantly undermine the effectiveness of legal safeguards designed to prevent corruption.

In such conditions, informal practices tend to gain influence over official decision-making structures. Instead of being guided strictly by transparent legal criteria and standardized procedures, the issuance of construction permits may become subject to unofficial negotiations, personal connections, or external pressures. This shift from formal regulation to informal decision-making environments increases the risk of unfair advantages being granted to certain applicants, while others are disadvantaged despite compliance with legal requirements.

Overall, the combination of discretionary authority, regulatory ambiguity, and weak enforcement mechanisms creates an institutional environment in which corruption can emerge and persist within construction permitting systems (European Research Centre for Anti-corruption and State-building, 2003).

In the Republic of Moldova, the likelihood and intensity of corruption risks within the construction permitting process are significantly increased by a combination of administrative complexity and limited institutional capacity. The permitting system often involves multiple layers of approval, fragmented institutional responsibilities, and lengthy bureaucratic procedures, all of which contribute to inefficiencies and create additional opportunities for discretionary decision-making. In such an environment, public officials may face unclear procedural guidelines or overlapping competencies, which can weaken accountability and increase exposure to informal practices and undue influence.

Moreover, the relatively constrained institutional capacity reflected in insufficient staffing, limited technical resources, and uneven enforcement of regulatory standards further exacerbates these vulnerabilities. These structural weaknesses reduce the effectiveness of oversight mechanisms and make it more difficult to ensure consistent application of legal provisions across different administrative levels. As a result, the system becomes more susceptible to irregularities, delays, and non-transparent decision-making practices.

In contrast, many European states have managed to significantly reduce similar risks through the implementation of streamlined administrative procedures and the adoption of advanced digital governance solutions. Procedural clarity, achieved through well-defined regulatory frameworks and standardized decision-making criteria, minimizes ambiguity in the interpretation and application of construction laws. At the same time, digitalized permitting systems enhance transparency, improve traceability of administrative actions, and

reduce direct interaction between applicants and public officials. These mechanisms collectively strengthen institutional accountability and substantially limit the space for corruption to occur within construction permitting processes.

LEGAL AND INSTITUTIONAL FRAMEWORK IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

The Republic of Moldova has developed and implemented an extensive legal and institutional framework aimed at preventing and combating corruption, which is broadly aligned with internationally recognized standards and principles of good governance. This framework is designed to address multiple dimensions of corruption, including its prevention, detection, and sanctioning within both public administration and related sectors, such as construction and urban planning.

A key component of this system is the clear criminalization of various forms of corrupt behavior, including bribery, passive and active corruption, abuse of official position, influence peddling, and other illicit practices that may arise in the exercise of public authority. By defining these offenses within the national criminal legislation, the Republic of Moldova seeks to ensure that acts of corruption are subject to legal accountability and appropriate punitive measures.

In addition to criminal law provisions, the Moldovan legal framework also includes detailed regulations concerning conflicts of interest, integrity obligations, and ethical conduct in public service. These provisions are intended to prevent situations in which public officials may use their official positions for personal gain or allow private interests to interfere with the objective performance of their duties. Mechanisms such as asset declarations, integrity checks, and institutional monitoring contribute to strengthening transparency and accountability within the public sector (European Union, 2022).

The institutional framework responsible for preventing and combating corruption in the Republic of Moldova is composed of several key specialized bodies, each with distinct but complementary functions in ensuring integrity within public administration.

Among the most important institutions is the National Anti-Corruption Centre (NAC), which plays a central role in preventing, investigating, and combating corruption offenses. It is responsible for conducting operational activities, carrying out anti-corruption investigations, and implementing preventive measures aimed at reducing corruption risks in both the public and private sectors.

Another essential institution is the Anti-Corruption Prosecutor's Office, which has the mandate to oversee and conduct criminal prosecution in cases involving corruption-related crimes. This body ensures the legal qualification of offenses, supervises investigative actions, and represents the state in court proceedings concerning corruption cases, thereby strengthening the enforcement dimension of the anti-corruption system.

In addition, the National Integrity Authority serves as a key institution focused on promoting integrity in public service. Its main responsibilities include monitoring asset and interest declarations, identifying conflicts of interest, and verifying compliance with ethical and legal standards by public officials. Through these functions, it contributes significantly to the prevention of corruption before it occurs.

Beyond institutional mechanisms, Republic of Moldova also implements strategic policy frameworks designed to guide long-term reforms in this field. A relevant example is the National Integrity and Anti-Corruption Programme (2024–2028), which sets out strategic objectives aimed at strengthening transparency, improving accountability mechanisms, enhancing institutional capacity, and fostering a culture of integrity within public administration. This program represents a coordinated effort to align national anti-corruption policies with international and European governance standards (OECD, 2026).

Despite the progress achieved through legislative reforms and the establishment of specialized anti-corruption institutions, significant challenges continue to affect the practical enforcement of these measures in the Republic of Moldova. In many cases, the effectiveness of anti-corruption policies is weakened by structural and operational limitations within public administration.

One of the main obstacles is the shortage of adequate financial, human, and technical resources, which restricts the capacity of relevant institutions to conduct thorough investigations, ensure continuous monitoring, and implement preventive mechanisms at all administrative levels. This resource deficit often results in delayed responses to corruption risks and reduces the overall efficiency of enforcement procedures.

In addition, inconsistencies in monitoring and supervision practices further undermine the reliability of the anti-corruption system. Variations in the application of legal provisions across different institutions or regions can lead to gaps in oversight, making it difficult to ensure uniform compliance with established standards of integrity. As a consequence, some irregularities may go undetected or insufficiently addressed.

Another important issue is the persistence of informal practices within certain administrative environments, where unofficial arrangements or non-transparent interactions may still influence decision-making processes. These residual practices weaken institutional integrity and create conditions in which formal rules are bypassed or selectively applied.

Empirical and media reports have also highlighted concrete situations that raise concerns regarding the issuance of construction permits in Chisinau, where allegations of illegally issued authorizations suggest that some decisions may have deviated from established urban planning regulations. Such cases illustrate how, despite existing legal frameworks and institutional safeguards, public officials may still become involved in practices that compromise procedural legality and undermine trust in public administration (RM Moldova, 2025).

EUROPEAN APPROACHES TO PREVENTING CORRUPTION

European states, especially those within the European Union, have progressively established highly developed and structured mechanisms aimed at minimizing corruption risks in the construction permitting process. These mechanisms are built on a combination of administrative modernization, regulatory standardization, and strong institutional safeguards designed to ensure fairness, transparency, and accountability in public decision-making.

A central component of these reforms is the digitalization of administrative services, which has transformed the way construction permits are processed. By shifting applications, documentation, and approvals to electronic platforms, European systems significantly reduce the need for direct, face-to-face interaction between applicants and public officials. This reduction in personal contact helps limit opportunities for bribery, informal negotiations, and other forms of undue influence.

Another important feature is the implementation of standardized and clearly defined administrative procedures. These procedures establish uniform criteria for evaluating applications and reduce the scope of individual discretion exercised by public officials. As a result, decision-making becomes more predictable, legally grounded, and less susceptible to subjective interpretation or manipulation.

European governance models also rely heavily on transparency instruments that ensure public access to information regarding urban planning decisions, zoning regulations, and issued permits. Open data systems and publicly accessible registers enhance external oversight and allow citizens, civil society organizations, and other stakeholders to monitor administrative actions more effectively.

In addition, whistleblower protection frameworks and institutional integrity systems play a crucial role in encouraging the reporting of unethical or illegal behavior within public administration. These mechanisms provide legal safeguards for individuals who disclose corruption-related information, thereby strengthening internal accountability and deterrence.

At the broader European Union level, anti-corruption policies consistently emphasize transparency, institutional integrity, and coordinated enforcement among member states. This integrated approach seeks to ensure that anti-corruption standards are applied uniformly, while also reinforcing cooperation between national authorities in preventing and addressing corruption across the EU (European Union, 2022).

COMPARATIVE ANALYSIS REPUBLIC OF MOLDOVA VS. EUROPE

A comparative assessment of the Republic of Moldova and European Union member states reveals significant differences in the functioning and effectiveness of anti-corruption systems within the construction permitting sector. These differences are particularly evident when analyzing key governance dimensions such as legal regulation, institutional capacity, transparency, digital transformation, and the level of discretion granted to public officials.

In terms of the legal framework, the Republic of Moldova has largely aligned its national legislation with internationally recognized standards and European anti-corruption principles. However, despite this formal alignment, the practical application of legal norms remains inconsistent, which reduces overall effectiveness. By contrast, the European Union is characterized by a strong, harmonized, and continuously evolving legal framework that ensures more uniform application of rules across member states and supports long-term institutional stability.

Regarding institutional capacity, Republic of Moldova is still in a developmental phase, facing limitations related to human resources, technical infrastructure, and administrative efficiency. These constraints affect the ability of institutions to fully implement and enforce anti-corruption measures. In comparison, EU member states benefit from well-established, highly specialized institutions with clearly defined mandates and stronger operational capabilities.

Transparency levels also differ significantly. In Republic of Moldova, transparency mechanisms are gradually improving, but practical access to information and consistent openness in administrative processes remain limited. In contrast, European systems are characterized by a high degree of transparency, supported by open data policies, public registries, and accessible decision-making processes.

Digitalization represents another key area of divergence. Republic of Moldova has introduced partial digital governance solutions, particularly in public service delivery, but these systems are not yet fully integrated or consistently applied. Meanwhile, European Union countries have developed advanced e-governance infrastructures that enable fully digitalized permitting processes and reduce administrative inefficiencies.

Finally, the degree of discretion exercised by public officials is considerably higher in Moldova, which increases vulnerability to subjective decision-making and potential abuse of power. In the European Union, discretionary authority is significantly reduced through clearly defined procedures, standardized criteria, and automated administrative systems.

Overall, this comparison demonstrates that although the Republic of Moldova has made important progress in aligning with European standards, the effective implementation of reforms remains a critical challenge that continues to distinguish it from more advanced European governance models.

THE ROLE OF PUBLIC OFFICIALS

Public officials play a pivotal and decisive role in the prevention of corruption, particularly within sensitive administrative domains such as construction permitting. Their duties extend beyond routine administrative functions and require a consistent commitment to upholding the rule of law, ensuring fairness in decision-making, and safeguarding the integrity of public institutions.

One of their primary responsibilities is to ensure strict compliance with all applicable legal provisions and technical standards governing construction activities. This involves verifying that applications, documentation, and proposed projects fully meet regulatory requirements, urban planning norms, and safety standards, without deviation or selective interpretation.

Equally important is the obligation to apply objective, transparent, and clearly defined criteria when evaluating applications and making administrative decisions. Such an approach minimizes subjectivity and helps guarantee that all applicants are treated equally under the law, thereby reducing opportunities for favoritism or undue influence.

Public officials are also required to actively avoid situations that may generate conflicts of interest. This includes refraining from participation in decision-making processes where personal, financial, or professional interests could compromise impartiality or create perceptions of bias.

In addition, they have a duty to report suspected corrupt activities and to resist any attempts at undue influence, whether internal or external. This protective function is essential for maintaining institutional integrity and reinforcing a culture of accountability within public administration.

In the Republic of Moldova, enhancing the effectiveness of these responsibilities requires a stronger focus on professional ethics, continuous training programs, and more robust accountability mechanisms to ensure compliance with integrity standards. By contrast, many European administrative systems rely more heavily on

institutional safeguards such as standardized procedures, digital governance tools, and independent oversight structures which reduce excessive dependence on individual discretion and thereby limit opportunities for corruption to occur.

To strengthen the capacity of public officials in preventing corruption within the construction permitting process, a set of targeted and interrelated reform measures is required. These measures aim to reduce systemic vulnerabilities, improve administrative integrity, and ensure that decision-making processes are guided by transparency, accountability, and legal certainty.

A key recommendation is the further expansion and full integration of digital permitting systems. By transferring the entire authorization process into electronic platforms, direct interaction between applicants and public officials can be significantly reduced. This limits opportunities for informal negotiations, discretionary influence, and corrupt exchanges, while also improving efficiency and traceability of administrative actions.

Another important measure is the reinforcement of oversight mechanisms, including the development of independent audit structures capable of regularly evaluating the legality and integrity of permitting procedures. Such oversight bodies should be empowered to detect irregularities, investigate suspicious decisions, and ensure compliance with established legal standards.

In parallel, continuous professional development is essential. Public officials should benefit from enhanced training programs focused on ethics, anti-corruption regulations, conflict-of-interest prevention, and best administrative practices. Strengthening ethical awareness contributes to building a professional culture of integrity within public institutions.

Increased transparency is also crucial, particularly through ensuring public access to information regarding construction permits, zoning decisions, and urban planning approvals. Open data systems and publicly available registries allow external stakeholders to monitor administrative activity and enhance accountability.

Finally, the effective enforcement of sanctions for violations of anti-corruption rules is necessary to ensure deterrence. Clear, consistent, and proportionate disciplinary and legal consequences must be applied in cases of misconduct, abuse of office, or corruption-related offenses. Together, these measures create a comprehensive framework for improving the role of public officials in safeguarding integrity within construction permitting systems.

CONCLUSION

The effective prevention of corruption within construction permitting systems is primarily determined by the level of integrity, professionalism, and accountability demonstrated by public officials, as well as by the strength and coherence of the institutional frameworks that regulate their activity. When these elements function properly, they create a governance environment in which decision-making is transparent, legally grounded, and resistant to undue influence.

In the case of the Republic of Moldova, notable progress has been achieved in recent years in terms of legislative reform and alignment with European norms and standards in the field of anti-corruption and public administration. These developments reflect a clear commitment to modernizing governance structures and improving institutional integrity. However, despite this positive evolution, there remains a need for additional reforms aimed not only at formal alignment with international standards but also at ensuring their consistent and effective implementation in practice. Persistent gaps between legal provisions and their practical enforcement continue to limit the overall impact of anti-corruption policies.

By contrast, European administrative systems provide relevant examples of more advanced approaches to corruption prevention in the construction sector. These systems demonstrate that the combination of reduced discretionary power for public officials, increased administrative transparency, and extensive use of digital technologies significantly lowers the risk of corrupt behavior. Standardized procedures, automated workflows, and publicly accessible information systems contribute to a more predictable and accountable permitting process.

Overall, comparative analysis indicates that sustainable corruption prevention in construction permitting is best achieved through a balanced combination of strong institutional safeguards, limited discretion in

administrative decision-making, enhanced transparency mechanisms, and the strategic integration of digital governance tools.

REFERENCES

European Commission. The Growth Plan for Moldova. (2024). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://enlargement.ec.europa.eu/funding-technical-assistance/reform-and-growth-facility-moldova_en

European Research Centre for Anti-corruption and State-building. Corruption in the Process of Issuing Building Permits (2003). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://www.againstcorruption.eu/projects/corruption-in-the-process-of-issuing-building-permits/?utm_source

European Union. Communication from the Commission to the European Parlament, the European Council and the Council Commission Opinion on the Republic of Moldova's application for membership of the European Union. (2022). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52022DC0406&utm_source

Government of Republic of Moldova. Government rules to create single desk for authorizing construction works. (2016). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://old.gov.md/en/content/government-rules-create-single-desk-authorizing-construction-works?utm_source

Kingdom of the Netherlands, Transparency International Moldova. Autorizarea și executarea construcțiilor în Chișinău.(2022). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://www.transparency.md/wp-content/uploads/2024/10/TI_Moldova_MK_Constructii_Studiu.pdf

OECD. Anti-Corruption and Integrity Outlook 2026: Moldova. (2026). [online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available: https://www.oecd.org/en/publications/anti-corruption-and-integrity-outlook-2026_0c8910f8-en/moldova_9e74e510-en.html?utm_source

RM Moldova. PAS councilors allege corruption in Chisinau City Hall building permit scandal (2025).[online] [Accessed on the date 17.05.2026]. Available:https://radiomoldova.md/p/65952/pas-councilors-allege-corruption-in-chisinau-city-hall-building-permit-scandal?utm_source

LEGAL DELIMITATION OF FORCED MARRIAGE FROM HUMAN TRAFFICKING IN CRIMINAL LAW

Milea DIANA

"Constantin Stere" University of European Political and Economic Science, Faculty of Law, Department of Law, Republic of Moldova, (Responsible Author) ORCID: 0009-0002-9557-5327

Abstract

This article addresses one of the most challenging issues in contemporary criminal law, namely the legal delimitation of forced marriage from human trafficking, two distinct yet frequently overlapping offences that share common elements of coercion, exploitation, and the violation of personal autonomy. Although both phenomena involve the subjugation of the victim's free will through threat, deception, or abuse of a position of vulnerability, their criminal characterization, constituent elements, and applicable sanctions differ substantially. A rigorous legal distinction between the two is indispensable for the correct qualification of criminal acts, the effective prosecution of perpetrators, and the adequate protection of victims within the national legal framework of the Republic of Moldova.

In the Republic of Moldova, forced marriage is criminalized under Article 2002 of the Criminal Code (Law No. 985/2002), introduced through legislative amendments aimed at aligning national law with European standards on preventing and combating violence against women and domestic violence. Human trafficking is regulated separately under Article 165 of the same code, which implements the provisions of the Palermo Protocol and Council of Europe Convention on Action against Trafficking in Human Beings (Warsaw, 2005), ratified by Moldova. While forced marriage may constitute an autonomous offence, it can simultaneously represent a form of exploitation falling within the definitional scope of human trafficking, particularly when the victim is recruited, transported, or transferred for the purpose of being subjected to a forced marital union. The study examines the points of intersection and divergence between these two criminal norms, analysing the special legal object, the objective and subjective constituent elements, and the aggravating circumstances provided by Moldovan criminal law.

A central criterion of delimitation resides in the purpose of exploitation. Human trafficking is characterized by an instrumental exploitation of the victim for economic gain, sexual exploitation, forced labour, or organ removal, whereas forced marriage, in its autonomous criminal form, targets primarily the suppression of the victim's right to freely consent to marriage, without necessarily implying further economic exploitation. However, in practice, forced marriage is frequently used as a concealment mechanism for trafficking, particularly in cross-border cases involving minor victims or socially vulnerable women. The study further analyses relevant jurisprudence from the European Court of Human Rights, including the cases of Rantsev v. Cyprus and Russia (2010) and S.M. v. Croatia (2020), in which the Court clarified state obligations in cases where trafficking and coerced family arrangements intersect, emphasizing the duty to investigate, prosecute, and provide reparation.

The research also highlights the procedural and institutional challenges faced by Moldovan law enforcement and prosecutorial authorities when classifying cases that contain elements of both offences, including issues of concurrent qualification, evidentiary difficulties, and victim reluctance to cooperate due to family or community pressure. The article concludes with recommendations for legislative clarification, the development of prosecutorial guidelines capable of assisting practitioners in correctly delimiting the two offences, and the strengthening of inter-agency cooperation among the police, prosecutors, social protection services, and civil society organizations. Harmonization with Directive 2011/36/EU on preventing and combating trafficking in human beings and with the Istanbul Convention standards ratified by Moldova is identified as a priority for ensuring coherent and effective criminal justice responses to both forms of serious violation of human dignity.

Keywords: forced marriage, human trafficking, criminal law, legal delimitation, Criminal Code, exploitation.

Introduction

The intersection of forced marriage and human trafficking represents one of the most legally complex challenges in contemporary criminal jurisprudence. Both phenomena share a foundational characteristic: the systematic deprivation of individual autonomy through coercive mechanisms, yet their legal characterization within national and international normative frameworks diverges considerably. In the Republic of Moldova, the legislative response to these two forms of serious human rights violations has evolved substantially over the past two decades, driven by both internal reform imperatives and obligations arising from international treaty ratification.

Forced marriage, understood as any marital union contracted without the full and free consent of at least one party, constitutes a violation of fundamental human rights protected under Article 16 of the Universal Declaration of Human Rights (1948) and Article 23 of the International Covenant on Civil and Political Rights (1966). In the domestic legal order of the Republic of Moldova, the phenomenon was explicitly criminalized through the introduction of Article 2002 into the Criminal Code (Law No. 985/2002), as amended by Law No. 196/2015, which transposed into national law the requirements of the Council of Europe Convention on preventing and combating violence against women and domestic violence (Istanbul Convention, 2011), ratified by the Republic of Moldova through Law No. 144/2017.

Human trafficking is regulated under Article 165 of the same Criminal Code, giving effect at the domestic level to the obligations arising from the United Nations Protocol to Prevent, Suppress and Punish Trafficking in Persons (Palermo Protocol, 2000), ratified by Moldova through Law No. 185/2005, and the Council of Europe Convention on Action against Trafficking in Human Beings (Warsaw Convention, 2005), ratified through Law No. 67/2010. These instruments collectively define trafficking as a complex offence involving recruitment, transportation, transfer, harbouring, or receipt of persons through specified means for purposes of exploitation.

The academic and practical importance of delimiting these two offences cannot be overstated. Incorrect qualification of a criminal act as forced marriage when the circumstances reveal the full constituent elements of human trafficking leads to the application of disproportionately lenient sanctions, the inadequate identification and protection of victims, and the failure of criminal justice mechanisms to address the organized dimension of the conduct. Conversely, the unjustified qualification of autonomous forced marriage cases as trafficking may generate procedural inequities and distort statistical data used for evidence-based policymaking.

Legislative Framework: Article 2002 and Article 165 of the Criminal Code

Article 2002 of the Criminal Code of the Republic of Moldova criminalizes forcing a person into marriage, maintaining a person in a forced marital union, or compelling a person to dissolve a marriage, when these acts are committed through violence, threats, deception, abuse of authority, or exploitation of the victim's state of vulnerability or dependency. The criminal norm also encompasses the act of enticing a person abroad for the purpose of forcing them into marriage, an aggravated form that bears significant resemblance to the conduct elements of human trafficking.

The protected legal object of Article 2002 is the individual's right to freely and fully consent to marriage, a right enshrined in Article 48 of the Constitution of the Republic of Moldova, which guarantees that marriage shall be freely concluded. The aggravated forms of the offence, provided in paragraph (2) of the article, include commission against a minor, by a group of persons, or with the use of violence dangerous to life or health. The sanction framework ranges from a fine or community service to imprisonment for up to six years in the aggravated form.

Article 165 of the Criminal Code defines human trafficking through a tripartite structure encompassing: the act (recruitment, transportation, transfer, harbouring, or receipt of a person); the means (threat or use of force, deception, fraud, abuse of power or a position of vulnerability, giving or receiving of payments or benefits); and the purpose (sexual exploitation, forced labour, slavery or similar practices, organ removal, forced begging, or other forms of exploitation). This tripartite definition is directly derived from the Palermo Protocol's definitional framework and is consistent with the Council of Europe Warsaw Convention (Gallagher, 2010).

A decisive structural element of Article 165 is that the consent of the victim to the intended exploitation is irrelevant when any of the specified means have been used. This provision, transposing Article 3(b) of the Palermo Protocol, is of paramount importance in cases involving forced marriage as a trafficking mechanism, since the apparent consent of the victim to the marriage may have been procured through deception, coercion, or exploitation of vulnerability. The aggravated forms of trafficking under Article 165, paragraph (2), include acts committed against minors, by organized criminal groups, involving multiple victims, or resulting in grievous bodily harm, with sanctions reaching up to twenty-five years of imprisonment.

Criteria of Legal Delimitation

The most fundamental criterion for distinguishing forced marriage from human trafficking resides in the teleological element of the offence: the purpose pursued by the perpetrator. In its autonomous form under Article 2002, forced marriage is characterized by an intent directed exclusively at suppressing the victim's right to freely consent to marriage. The perpetrator seeks to establish or maintain a marital relationship, irrespective of any broader exploitation purpose. The offence is complete upon the coerced entry into or maintenance of the marital union, without requiring that the victim be subsequently subjected to labour exploitation, sexual exploitation, or other forms of continued abuse for third-party benefit.

Human trafficking under Article 165, conversely, requires as a definitional element that the perpetrator acts with a purpose of exploitation that extends beyond the marital arrangement itself. When forced marriage is instrumentalized to facilitate sexual exploitation within or outside the marital relationship, to compel the victim to perform domestic servitude for the benefit of the perpetrator's family, to extract economic value from the victim's labour, or to transfer the victim to third parties for further exploitation, the conduct transcends the autonomous offence of forced marriage and enters the normative domain of Article 165 (Stoyanova, 2017).

A further criterion of delimitation concerns the act element of each offence. Article 2002 does not require that the victim be recruited, transported, or transferred: the offence may be committed by a single act of coercion directed at a person already present in the same locality or household as the perpetrator. Article 165, by contrast, typically contemplates a chain of acts involving the movement or control of a person through organized mechanisms, although movement across borders is not an absolute requirement under either the Palermo Protocol or Moldovan domestic law. The presence of transnational elements in a forced marriage case, such as luring the victim abroad under pretextual promises, is a significant indicator pointing toward the trafficking qualification (Brunovskis & Surtees, 2019).

The two offences also differ with respect to their immediate protected legal object. Article 2002 protects primarily the freedom of marital consent as a specific dimension of personal freedom, closely linked to the constitutional right to family life and the principles of the Family Code of the Republic of Moldova (Law No. 1316/2000). Human trafficking under Article 165 protects a broader array of fundamental rights, encompassing personal freedom and security, physical integrity, dignity, freedom of movement, and the right not to be subjected to slavery or forced labour. In cases of concurrent qualification, the secondary object of forced marriage may overlap with the primary object of trafficking, particularly when the coerced marital union serves as the vehicle for sustained exploitation.

Forced Marriage as a Form of Human Trafficking: Concurrent Qualification

Doctrine and jurisprudence have long recognized that forced marriage and human trafficking are not mutually exclusive categories. In a significant proportion of cases encountered in Moldovan prosecutorial practice, forced marriage functions not as an autonomous offence but as a modality of trafficking, serving the dual purpose of legitimizing the victim's subjugation within a socially recognized institution and concealing the trafficking mechanism from law enforcement and social welfare authorities (Piper, 2020).

The GRETA Group of Experts on Action against Trafficking in Human Beings, in its evaluation reports concerning the Republic of Moldova (2012, 2016, 2020), consistently identified forced marriage as one of the prevalent forms of trafficking in the country, particularly affecting Roma women and girls, as well as women from rural areas with low educational attainment and limited economic resources. The GRETA reports noted that victims of marriage trafficking were frequently subjected to domestic servitude and sexual exploitation

within the marital household, compounding the gravity of the conduct and strengthening the case for trafficking qualification (GRETA, 2020).

In cases of concurrent qualification, the applicable doctrine in Moldovan criminal law favors the application of the more severe norm, pursuant to the general principles governing ideal concurrence of offences under Article 33 of the Criminal Code. When the evidence establishes both the elements of Article 2002 and those of Article 165, the perpetrator should be convicted under both provisions in ideal concurrence, with the sanction determined under the more severe provision, augmented by a portion of the sanction applicable under the lesser provision. This approach ensures that the full gravity of the harm inflicted upon the victim is reflected in the judicial response (Mutu, 2022).

Jurisprudence of the European Court of Human Rights

The jurisprudence of the European Court of Human Rights (ECtHR) provides essential guidance for the interpretation and application of national provisions governing both forced marriage and trafficking. In Rantsev v. Cyprus and Russia (Application No. 25965/04, judgment of 7 January 2010), the Court established that human trafficking falls within the scope of Article 4 of the European Convention on Human Rights, which prohibits slavery, servitude, and forced or compulsory labour. The Court affirmed that Article 4 imposes positive obligations on State Parties to adopt appropriate measures to criminalize and effectively prosecute trafficking, to take protective measures for individuals at risk, and to conduct effective investigations.

In S.M. v. Croatia (Application No. 60561/14, Grand Chamber judgment of 25 June 2020), the Court further developed its Article 4 jurisprudence in the context of sexual exploitation exhibiting elements of trafficking. The Grand Chamber clarified that the positive obligation to investigate is triggered even in the absence of formal State acknowledgment that a trafficking situation exists, and that domestic authorities must assess the totality of the circumstances rather than rely exclusively on the formal categorization of the offence. This approach is directly applicable to forced marriage cases in Moldova, where the formal qualification under Article 2002 should not preclude investigation of possible trafficking elements under Article 165.

In J. and Others v. Austria (Application No. 58216/12, judgment of 17 January 2017), the Court addressed the adequacy of criminal law responses to trafficking in domestic employment contexts. The Court emphasized that effective prosecution requires that investigators and prosecutors be trained and equipped to identify trafficking indicators across a range of factual scenarios, including those involving family and intimate relationships. This reasoning strongly supports the development of specialized investigative protocols for forced marriage cases in Moldova that incorporate systematic trafficking screening.

Procedural Challenges in Qualification and Prosecution

Moldovan prosecutorial practice reveals several categories of procedural challenge that complicate the correct qualification of cases involving forced marriage and trafficking elements. The first category concerns evidentiary difficulties arising from the private and familial nature of the offence. Unlike trafficking offences involving recruitment agencies or commercial exploitation venues, forced marriage cases typically unfold within domestic environments where evidence of coercion is difficult to gather, witnesses are often family members of the perpetrator, and physical evidence of violence may be absent or attributed to domestic circumstances.

The second category involves victim cooperation challenges. Victims of forced marriage frequently face substantial social and family pressure not to cooperate with criminal justice authorities, particularly in communities where marital arrangements are governed by customary practices that may not align with the legal prohibition in Article 2002. The provisions of Law No. 137/2016 on the rehabilitation of victims of crime and Law No. 241/2005 on preventing and combating trafficking in human beings provide a framework for victim assistance and protection, but their practical implementation in forced marriage cases requires enhanced coordination between prosecution services, social workers, and civil society actors.

The third category relates to the risk of qualification errors at the preliminary investigation stage. Officers of the National Inspectorate of Investigations and prosecutors within the Prosecutor General's Office who first encounter reported forced marriage cases may lack specialized training in trafficking identification

methodologies, leading to premature qualification under Article 2002 alone without systematic assessment of trafficking indicators. This risk is compounded by statistical and procedural incentives that may favour less complex charges in caseload management contexts (NCPTP, 2023).

Alignment with European Standards

The Republic of Moldova's candidacy for accession to the European Union, formalized through the European Commission's opinion of June 2022 and the decision of the European Council of December 2023 granting candidate status, carries significant implications for the harmonization of national criminal law with EU standards on both forced marriage and human trafficking. Directive 2011/36/EU of the European Parliament and of the Council on preventing and combating trafficking in human beings and protecting its victims establishes minimum standards for the definition of the offence and sanctions, and explicitly includes forced marriage within its illustrative list of forms of exploitation when used as a trafficking mechanism.

The EU Anti-Trafficking Directive 2024/1712/EU, which updated Directive 2011/36/EU, further expanded the definitional scope of exploitation to expressly encompass forced marriage and illegal adoption, reinforcing the necessity for Moldovan legislators to review whether the current formulation of Article 165 adequately covers these modalities or whether an explicit legislative amendment is warranted. Similarly, the Istanbul Convention, ratified by Moldova through Law No. 144/2017, requires States Parties to criminalize forced marriage as a standalone offence (Article 37) and to ensure that criminal investigations and proceedings are effective, trauma-informed, and victim-centred (Articles 49 to 58).

Conclusion and Recommendations

The legal delimitation of forced marriage from human trafficking constitutes a matter of both doctrinal significance and practical consequence for the administration of criminal justice in the Republic of Moldova. This study has demonstrated that, while the two offences share common elements of coercion and victim vulnerability, they diverge fundamentally with respect to the purpose of exploitation, the act structure, and the protected legal object. The central criterion of distinction is the exploitation purpose: when forced marriage is instrumentalized to serve broader exploitative ends, the conduct qualifies under Article 165 of the Criminal Code, either in concurrence with or in substitution of the autonomous offence under Article 2002.

The jurisprudence of the ECtHR, particularly the Rantsev and S.M. v. Croatia decisions, establishes clear positive obligations for Moldovan authorities to investigate both forced marriage and trafficking elements in cases where indicators of both are present, irrespective of the formal qualification adopted at the initiation of criminal proceedings. European harmonization requirements, reinforced by Moldova's EU candidate status and the obligations arising from Directive 2024/1712/EU and the Istanbul Convention, provide a compelling framework for legislative reform and institutional strengthening.

Based on the foregoing analysis, the following recommendations are advanced: legislative amendment of Article 165 to explicitly enumerate forced marriage as a recognized form of exploitation; development by the Prosecutor General's Office of specialized prosecutorial guidelines establishing objective criteria for distinguishing autonomous forced marriage from forced marriage as a trafficking modality; mandatory integration of trafficking identification training into the curricula of the National Institute of Justice; strengthened inter-agency cooperation mechanisms between the Ministry of Internal Affairs, the National Centre for the Prevention of Trafficking in Persons, child protection authorities, and civil society organizations; and systematic collection and disaggregation of data on forced marriage cases by prosecution services and courts to inform future legislative and policy interventions.

Thanks and Information Note

The author declares no conflict of interest. No external funding was received for this research. The study was conducted within the framework of academic research at the Faculty of Law, 'Constantin Stere' University of European Political and Economic Science, Republic of Moldova.

References

Brunovskis, A. & Surtees, R. (2019). Identifying and responding to forced marriage within the trafficking framework: challenges for practitioners. Anti-Trafficking Review, 13, 78-96.

Council of Europe. (2005). Convention on Action against Trafficking in Human Beings (Warsaw Convention). CETS No. 197.

Council of Europe. (2011). Convention on Preventing and Combating Violence against Women and Domestic Violence (Istanbul Convention). CETS No. 210.

Criminal Code of the Republic of Moldova, Law No. 985/2002, as amended. Official Gazette of the Republic of Moldova.

European Court of Human Rights. (2010). Rantsev v. Cyprus and Russia, Application No. 25965/04, Judgment of 7 January 2010.

European Court of Human Rights. (2017). J. and Others v. Austria, Application No. 58216/12, Judgment of 17 January 2017.

European Court of Human Rights. (2020). S.M. v. Croatia, Application No. 60561/14, Grand Chamber Judgment of 25 June 2020.

European Parliament and Council. (2011). Directive 2011/36/EU on preventing and combating trafficking in human beings. OJ L 101/1.

European Parliament and Council. (2024). Directive 2024/1712/EU amending Directive 2011/36/EU. OJ L, 2024.

Family Code of the Republic of Moldova, Law No. 1316/2000. Official Gazette No. 47-48/2001.

Gallagher, A. T. (2010). The International Law of Human Trafficking. Cambridge University Press.

GRETA Group of Experts. (2020). Report on the Republic of Moldova (Third Evaluation Round). GRETA(2020)09. Council of Europe.

Law No. 67/2010 on Ratification of the Warsaw Convention. Official Gazette of the Republic of Moldova.

Law No. 137/2016 on the Rehabilitation of Victims of Crime. Official Gazette of the Republic of Moldova.

Law No. 144/2017 on Ratification of the Istanbul Convention. Official Gazette of the Republic of Moldova.

Law No. 196/2015 on Amending Legislative Acts (transposing Istanbul Convention requirements). Official Gazette of the Republic of Moldova.

Law No. 241/2005 on Preventing and Combating Trafficking in Human Beings. Official Gazette of the Republic of Moldova.

Mutu, N. (2022). Delimitarea casatoriei fortate de traficul de fiinte umane in dreptul penal al Republicii Moldova. Revista Nationala de Drept, 11(2), 34-49.

National Centre for the Prevention of Trafficking in Persons (NCPTP). (2023). Annual Report on Trafficking in Persons Statistics. Chisinau.

Piper, N. (2020). Marriageability and trafficking: situating forced marriage in global political economy. Gender, Place and Culture, 27(6), 823-841.

Stoyanova, V. (2017). Human Trafficking and Slavery Reconsidered: Conceptual Limits and States' Positive Obligations in European Law. Cambridge University Press.

United Nations. (2000). Protocol to Prevent, Suppress and Punish Trafficking in Persons (Palermo Protocol). UNGA Res. 55/25.

HEALTH AND DISEASE IMPLICATIONS OF PEARL MILLET IRRIGATED WITH TRICKLING FILTER-TREATED WASTEWATER IN SEMI-ARID NORTH AFRICA

Ahmed Osmane [1, 2*], Khadija Zidan[3,4], Moustapha Belmouden[1]

[1]Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry)Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr

[2]Laboratory of Biomolecular and Medicinal Chemistry, Faculty of Science Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco.

[3]National Center for Studies and Research on Water and Energy (CNEREE), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco.

[4]Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0246-2885

Abstract

Pearl millet commonly known as Bachna (Ilan), is one of the four major cereals alongside rice, maize, and sorghum cultivated in tropical semi-arid regions, particularly in Africa and Asia ,Nutritionally, pearl millet is rich in essential nutrients and bioactive compounds such as phenols. It provides high energy, contains less starch, and is an excellent source of fiber (1.2g/100g, predominantly insoluble). Notably, it exhibits 8-15 times higher α-amylase activity than wheat, has a low glycemic index (55), and is naturally gluten-free. Its protein content ranges from 8 to 19%, though it is relatively low in lysine, tryptophan, threonine, and sulfur-containing amino acids. With a lipid content of 3-6%, pearl millet offers greater energy than sorghum and is comparable to brown rice. Given its nutritional profile, pearl millet holds promise for managing celiac disease, constipation, and various non-communicable diseases. However, further research is needed, including nutritional studies on populations in pearl millet-consuming regions and clinical trials to evaluate its therapeutic effects in specific health conditions.In this study, we also assessed the agro-physiological and biochemical proprieties of the crops. Hence, the highest productivity of millet and leaf area were obtained in response to irrigation with RWW and TWW compared to WW; while macro-elements (TP, TKN, and K) were also affected in millet irrigated with RWW compared to TWW and WW. However, the plants irrigated with well water accumulate more Ca, Na, and Mg than those irrigated with RWW and TWW. All the crops irrigated with three water treatments showed a relatively similar concentration of micro-nutriments. The prevalence of total chlorophyll content in the plants increased with well water irrigation. Nevertheless, the biochemical parameters (protein and sugar content) were adversely affected in maize irrigated with RWW as compared to TWW and WW. Moreover, the use of treated Millets are a major source of human food, and their production has been steadily increasing in the last decades to meet the dietary requirements of the increasing world population. Millets are an excellent source of all essential nutrients like protein, carbohydrates, fat, minerals, vitamins, and bioactive compounds. However, the nutrients, bioactive compounds, and functions of cereal grains can be influenced by the food preparation techniques such as decortication/dehulling, soaking, germination/malting, milling, fermentation, etc. urban wastewater improves the physicochemical properties and fertility of the soil compared to well water and enhances crop productivity.

Keywords: Pearl *Millet;* irrigation; Health, nutritional; physiological proprieties; Trickling Filter.

• Introduction

Production of cereal grains has achieved new heights worldwide. These cereals have a significant role in the human diet as the primary source of energy. Overall, cereal production in 2019 stands at a record of 2715 million tonnes (FAO, 2020). However, nowadays, the world is facing many global issues like the growing population, climatic varia- tions, increasing food prices, water scarcity, environmental contami- nation, and other socio-economic impacts. These adverse factors could

affect regional agricultural developments and reduce cereal production, resulting in high food prices and major food security issues worldwide (Al-Amin & Ahmed, 2016; Khanal & Mishra, 2017). In addition, these vulnerable conditions are difficult for local farmers due to limited re- sources (Huang, Yu, Guan, Wang, & Guo, 2016). Therefore, on-field limited production issues need to be redesigned by nutrition and tech- nology experts to search for a suitable cereal crop that should be considered as a potential food source (Adekunle, Lyew, Orsat, & Raghavan, 2018). In this regard, millet could be an alternative nutritive food to meet the dietary needs of a growing population (Kumar, Tomer, Kaur, Kumar, & Gupta, 2018).

Millets are one of the major cereal grains consumed worldwide, especially in arid and semi-arid areas of Africa and Asia (India and China). They are of great interest because of their high nutritive value and agro-industrial importance (Saleh, Zhang, Chen, & Shen, 2013; Zhu et al., 2018). Millets are generally of seven types with different colors, shapes, sizes, and cultivation areas. These grains are the oldest, and probably the first cereal grain, known to human for domestic use; they are small-seeded, round shape cereals and belong to the *Poaceae* family (Table 1) (FAO, 2020). Millet is the sixth-highest yielding grain in the world. The total millet production of the world in 2018 was estimated to be 31,019,370 tonnes; however, India was the largest millet producer, followed by Niger, Sudan, and other countries (Fig. 1). In Fig. 2, a and b represent the production share of millet by region and average millet yield from 2003 to 2018 (FAOSTAT, 2020), respectively. From Fig. 2a, it can be estimated that over 96% of millet crops are planted in Africa and Asia because of their suitable agro-climatic conditions that support millet growth, unlike other grains. Fig. 2b showed that the harvested area in 2003 was the highest compared to subsequent years, while it has shown a downward trend from 2011 to 2015. However, after 2015, the harvested area has a good inclination and increased year by year. Yield per unit area has shown different trends from 2003 to 2018, but 2009 was the worst year with the least yield quantity. Millets are probably only one cereal crop that can grow in hot and drier conditions, i.e., 64 ˚C temperature and 350–400 mm annual rainfall (Chivenge, Mabhaudhi, Modi, & Mafongoya, 2015). This might be due to their efficient photo-

synthesis system as they are C4 cereals, and their seeds can mature only in 6–8 weeks (Hariprasanna, Gomashe, Ganapathy, & Patil, 2014). These grains are readily available, very cheap, and can be referred to as the "poor man food", especially for those who live in hot and dry areas (Amadou, Gounga, & Le, 2013).

According to the World Bank report, about 815 million people worldwide are facing the problem of hunger and malnutrition (Agri- culture Overview; https://www.worldbank.org). This is one of the major issues in developing countries as they are not getting enough food, and their food deficiency results in illnesses and deaths worldwide (Vila- Real, Pimenta-Martins, Maina, Gomes, & Pinto, 2017). Many global health organizations have recommended a variety of plant-based foods to improve health status and prevent chronic diseases (Hou et al., 2018). However, specific attention to the nutritional quality and cultivation of millets can provide an overall solution to the existing challenges of hunger and malnutrition. Consumption of millet can help to achieve the United Nations' commitment to end malnutrition by 2030 (Praveen & Tandon, 2016).

Many studies have reported millet consumption as supplement food for improving nutritional security and livelihoods (Cordelino et al., 2019; Durairaj, Gurumurthy, Nachimuthu, Muniappan, & Balasu- bramanian, 2019; Marak, Malemnganbi, Marak, & Mishra, 2019). Fig. 3 represents millet consumption as a significant food component in different parts of the world (Di Stefano et al., 2017). It is consumed as porridge or congee in Russia, Poland, and China. In the Namibian populace, millet is consumed as a staple food. A thin pancake made from ground millet is famous in Sudan. In Senegal, millet flour is consumed as porridge with mixed vegetables and a meat sauce. In Pakistan, millet is consumed in the form of chapati as food. India consumed millet in the form of khichdi, idli, and chapati (Jaybhaye, Pardeshi, Vengaiah, & Srivastav, 2014; Embashu & Nantanga, 2019). Millet can be used to produce commercial foods such as puffed millet, millet juice, and millet noodles (Fig. 4). In general millets contain about 7–12% protein, 2–5% fat, 65–75% carbohydrates and 15–20% dietary fiber. They also have a noticeable amount of vitamins, minerals, and phenolic compounds (Hasan, Maheshwari, Garg, & Kumar, 2019; Srilekha, Uma Maheswari, Professor, Kamalaja, & Neela Rani, 2019). Table 2 represents a comprehensive nutritional profile of different types of millet.

This table shows that pearl millet has more protein and free lipid, followed by proso millet, foxtail millet, and barnyard millet, respectively. Certain millet types such as finger millet, kodo millet, and little millet do not have much protein; however, they are rich in dietary fiber and phenolic content. Fig. 5 presents the structure of some phenolic compounds present in millet. It shows that millet has phenolic acid such as hydroxybenzoic acid (gentisic acid, vanillic acid, protocatechuic and syringic acid), hydroxycinnamic acid (*p*-coumaric acid, sinapic acid, ferulic acid, and cinnamic acid), and flavonoids (catechin, quercetin, apigenin, and taxifolin) (Akanbi, Timilsena, & Dhital, 2019). Bioactive compounds in millets can induce several potential health benefits, such as antioxidant and anti-microbial activities (Singh & Sarita, 2016; Nazari, Mohammadifar, Shojaee-Aliabadi, Feizollahi, & Mirmoghtadaie, 2018). Table 3 summarizes in vivo research on millets in different models during recent years. Due to readily available nutrients and energy sources in millets,

scientists, agriculture industries, and food security policies are giving more attention to millet production and processing for its better utili- zation to mitigate hidden hunger in the world. This review envisages the latest scientific research regarding nutritional and functional changes during processing, as well as the nutritional information and health benefits imparted by these grains.

- **Methods**

We carried out this comprehensive review based on Web of Science, Google Scholar, FAO, and USDA databases from 2013 to 2020. More

Table 1
Different characteristics of millet.

Millet	Scientific Name	Color	Shape	Size	Origin	Kernels	Pictures of millet plant
Foxtail millet	*Setaria italica*	Pale yellow to orange	Ovoid	2 mm long	China		
Finger millet	*Eleusine coracana*	Light brown to dark brown.	Spherical	1–2 mm in diameter	East Central Africa (Uganda)		
Pearl millet	*Pennisetum glaucum*	White, grey, pale yellow, brown, or purple.	Ovoid	3–4 mm in length	Tropical West Africa (Sahel)		
Proso millet	*Panicum miliaceum*	White cream, yellow, orange	Spherical to oval	3 mm long and 2 mm in diameter	Central and eastern Asia		
Kodo millet	*Paspalum scrobiculatum*	Blackish brown to dark brown	Elliptical to oval	1.2 to 9.5 µm long	Mainly in India also in west Africa		
Barnyard millet	*Echinochloa crusgalli*	White	Tiny round	2–3 mm long	Mainly in Japan and India		
Little millet	*Panicum sumatrense*	Grey to straw white	Elliptical to oval	1.8 to 1.9 mm long	Southeast Asia		

Picture source: Google and Baidu website.

- **Nutritional and functional changes during millet processing**

With the prevalence of food insecurity globally, there is a growing need to effectively utilize the available crops to develop nutritious, affordable, and palatable food for the populace. For this purpose, food is often subjected to processing (Adebiyi, Obadina, Adebo, & Kayitesi, 2018). Processing is essential as it enhances the nutritional bioavail- ability, organoleptic properties and reduces the antinutritional factors. Food processing can be defined as converting raw materials into usable or cooked form with an extending shelf life, specific flavor, improved texture, and taste. It brings variety to the diet and enhances the nutrients of food required for health. Generally, this can't be achieved using a single type of processing. Hence, multiple processing techniques are used, such as traditional/household processing methods, including decortication, milling, soaking, cooking, roasting, germination, and fermentation (Aisoni, Yusha' & Orole, 2018). As a result of different processing methods, many changes can occur in the food's physical, nutritional, and functional characteristics (Urooj, 2017). Millets are also often subjected to different processing methods. The processed millet with improved qualities makes it fit for developing new food, thereby promoting food security in the region (Akinola, Badejo, Osundahunsi, & Edema, 2017). Therefore, this study is designed to know about the effects of different processing techniques on millets (Table 4).

1. Dehulling/decortication

Dehulling is the removal of the outer layer, hull, and pericarp of the grains. It is reported that the kernels of several grains and millet species are utricles, which illustrates that the "hull" must be removed before the grain is subjected to further processing (Sharma & Niranjan, 2018).

However, just about 12 to 30 percent of the kernel removed by dehulling is suitable. Dehulling of grains beyond this limit could result in the loss of dietary fiber, some bioactive compounds, and approximately 80% of phenolic content as they are high in the husk of grains and seed coat as compared to the whole and de-husked grains (Goudar & Sathisha, 2016; Akanbi et al., 2019).

The impact of modern and traditional decortication on two pearl millet cultivars (white and green) grown in Sudan by using traditional stone dehuller (6NS-33, India) and modern dehuller (Tangential Abra- sive Dehuller Device, 4E-220, Canada) has been studied. Both decorti- cation methods have significantly decreased protein, crude fiber, oil, and ash contents by 1.58, 1.61, 1.24, and 0.8%, respectively. These methods have also significantly lowered the tannins (343.91–174.4 mg/ 100 g), phytic acid (301.10–77.95 mg/100 g), calcium (129–115 mg/ 100 g), iron (5.13–3.11 mg/100 g), and phosphorous contents (509–380 mg/100 g), respectively. Simultaneously, dehulling has shown no effect on moisture content and nitrogen-free extract of the millet grains. However, lower antinutrients, phosphorous, and iron contents were prominently found in the modern decorticated green cultivar (Babiker, Abdelseed, Hassan, & Adiamo, 2018). Similar changes have been re- ported in pearl millet with a significant reduction in protein, fat, insol- uble dietary fiber, ash, lysine, tryptophan, and other amino acid content after decortication (Rani, Singh, Sehrawat, Kaur, & Upadhyay, 2018). Decortication of little millet has shown an average reduction in vitamin E by 67% (Kamatar, Kundgol, & Math, 2013). The decline in nutrients might be due to their presence mainly in the outer peripheral parts of grains, which are completely removed on decortication. Moreover, the decrease in protein content could be due to eliminating protein-rich aleurone cells (Babiker et al., 2018).The increased in-vitro protein digestibility up to 0.5% after dehulling

was noted in a study (Rani et al., 2018). This increase was likely due to the removal of polyphenols and anti-nutrients such as phytic acid

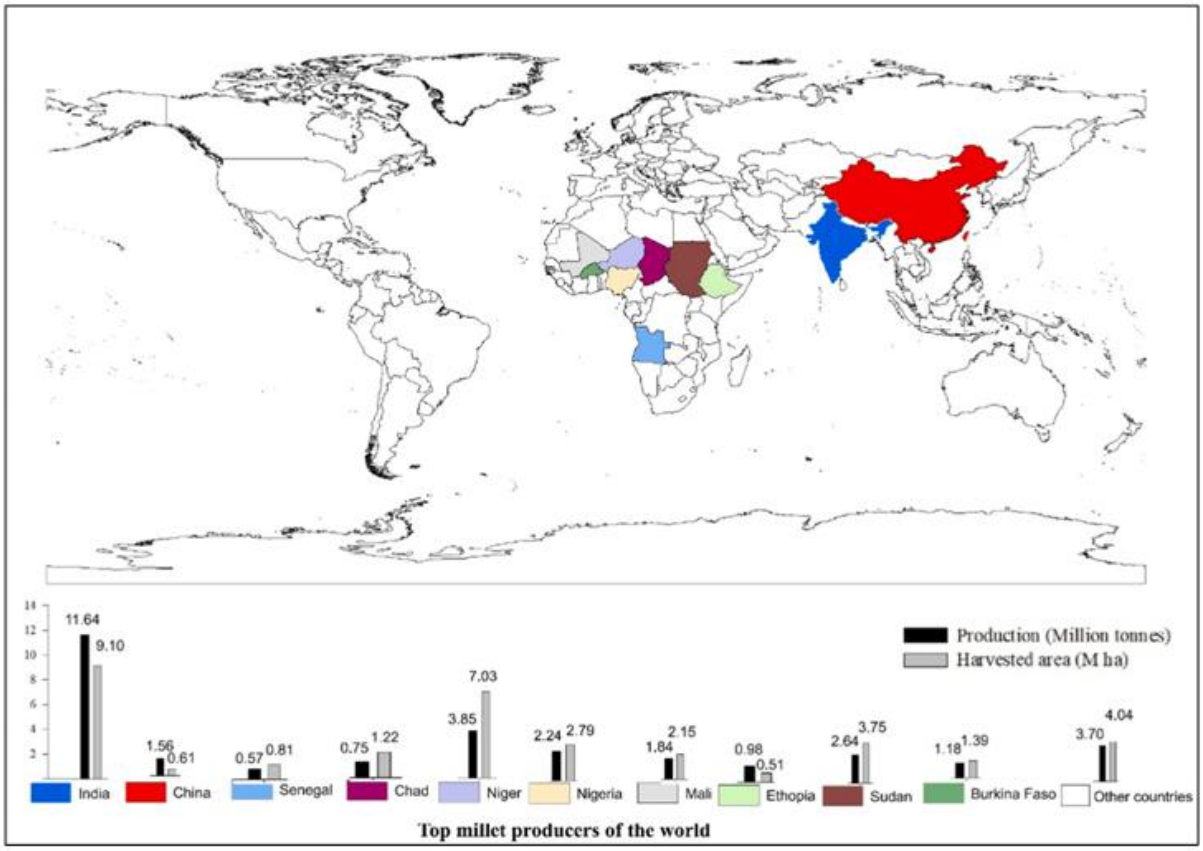


Fig. 1. Millet yield/ production and harvested area in 2018.

present in outer layers of millet, which reduce protein digestibility by precipitating proteins (Urooj, 2017). Another study has also reported that protein digestibility (IVPD) and estimated glycemic index (eGI) were improved in different millets upon decortication. However, kodo millet showed a substantial increase in eGI by 42%, while other millets showed an increase less than 6%. The increase in the eGI of decorticated millet might be due to reductions in insoluble dietary fiber, phenolics, and lipid contents present in the outer part (Annor, Tyl, Marcone, Ragaee, & Marti, 2017).

It is concluded that decortication of the grains significantly reduces the level of antinutrients and improves the bioavailability of minerals. So, there is an urgent need to utilize the decortication technique to manufacture edible food products at an industrial level. However, modern decortication techniques instead of traditional decortication will save time, money, and labor work.

3..1.*Soaking*

Soaking of grains is a popular household food processing technique.

Soaking has been evidenced for improved mineral bioavailability by reducing anti-nutrients (Sarita & Singh, 2016). Besides, Shigihalli, Ravindra, and Ravishankar (2018) reported that soaking of finger millet in distilled water reduced the phytic acid content significantly with a mean of 250 mg for 12 hrs, 241 mg for 24 hrs, and 221 mg/100 g for 48 hrs soaking, respectively. The reduction in phytic acid was attributed to its direct hydrolyzing by phytase in seeds or the water after leaching into the soaking medium. Soaking of millet grains in water was found to reduce iron and zinc contents, which could be due to the leaching of minerals in soaking water (Bindra, 2019). Another study reported a significant decrease in total polyphenolic content on overnight (12 hrs) soaking of pearl and finger millet grains. The polyphenolic reduction in pearl and finger millet was from 241.47 to 184.43 GAE mg/100 g and

161.64 to 128.97 GAE mg/100 g, respectively. This might be due to the activation of the polyphenol oxidase enzyme during soaking, resulting in the degradation of polyphenols (Naveena & Bhaskarachary, 2013).

Some studies have reported the improved digestibility of millet after soaking. A study indicated that soaking could improve protein di- gestibility from 62.3 to 76% due to removing of antinutrients.

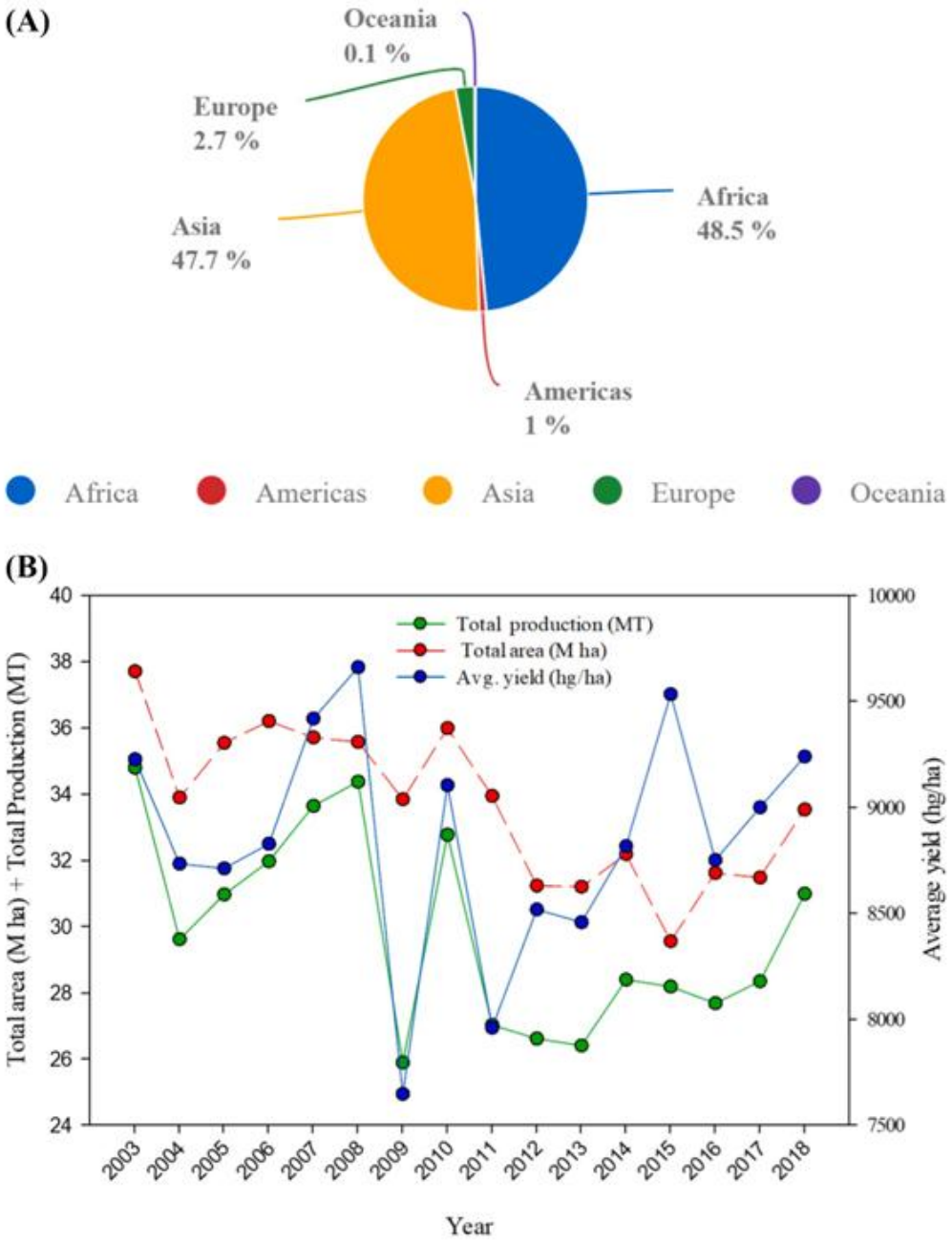


Fig. 2. (a) Production share of millet by regions. (b) Production/yield quantities of millet in the world 2003–2018.

these antinutrients can bind to the protein and its digestion enzymes and inhibit protein digestibility (Hasan et al., 2019). However, the improved starch digestibility in soaking could be accredited to the leaching of anti- nutrients responsible for inhibiting amylase enzymes, essential in the starch digestion process (Samuel & Peerkhan, 2020). In short, we can say that soaking is a preprocessing method that can induce many nutritional and functional changes.

3.2.*Germination/malting*

The terms "germination," "sprouting," and "malting" are frequently used as synonyms (Lemmens et al., 2018). It is a common household processing technique that results in lighter and more delicate flours with improved and desirable infant/health food formulations (Suma, 2014). It improves

nutritional, functional properties and reduces the anti- nutrients contents of grains (Ahmed, 2019). In a study, germination has increased up to 50% protein content of pearl millet grains (Akinola et al., 2017). Whereas in another study, 24 hrs malting of pearl millet grains increased the protein and fiber content from 7.52 to 7.87% and 0.77 to 0.87%, respectively. Though, the fat content decreased from 6.34 to 5.55% (Obadina et al., 2017). A decrease in fat content might be due to increased enzymes and fat utilization activities as an energy source during the germination (Najdi Hejazi, Orsat, Azadi, & Kubow, 2016; Kavitha & Parimalavalli, 2014). A similar trend has been seen in the germination of (overnight steeped) finger millet grains for 48 hrs. It induced an increase in the protein and dietary fiber content from 6.3 to 8.8 g/100 g and 18.9 to 20.0 g/100 g, respectively. It has also increased the calcium, iron, and vitamin C from 342.4 to 359.6 mg/100 g, 3.7 to 4.5 mg/100 g, and 0.04 to 0.06 mg/100 g, respectively. Although decreased carbohydrate content (71.9–69.2 g/100 g), could be due to its utilization as an energy source in germination and an increase in α-amylase activity. This enzyme breakdowns the complex carbohydrates into simpler and utilized form, needed in growing seeds during first phase of germination (Chauhan & Sarita, 2018). Likewise, germination of kodo millets at 38.75 ˚C for 36 hrs has significantly elevated the protein, dietary fiber, and mineral content from 6.7 to 7.9%35.30 to

Reduces cholesterol level & have an antidiabetic effect on impaired glucose tolerance persons.

Capable of attenuating acute ethanol-induced hepatic injury in mice.It prevents tissue damage and stimulates the wound healing process in diabetic rats. Prevents cardiovascular disease by reducing plasma triglycerides in hyperlipidemic rats.

Prevention of celiac disease in humans due to gluten-free property.Stimulates the immune system to prevent the Shigella-induced pathogenicity in the mice model. Gluten-free and can prevent humans from celiac disease. Helpful in reducing the risk of type 2 diabetes in humans due to a low glycemic index.

Reduces the glycemic index and prevents diabetes in the human female model, also have antioxidant activities.Acts as an inhibitor of cancer by inducing apoptotic cell death in HT-29 human colon cancer cell line.Its phenolic content inhibits the protein glycation and glycoxidation, which plays a crucial role in the progression of diabetes.Prevents from modern metabolic disorders due to the presence of polyphenols foxtail, and barnyard millets, respectively. Increased in vitro protein digestibility in sprouted millet d germination could be attributed to the enhancement of intrinsic proteases/proteolytic activity, removal of protease inhibitors, as well as due to enhanced protein solubility. This 48 hrs germination has also increased the predicted glycemic index of the finger, foxtail, and barnyard millet by 30.18, 18.93, and 26.07%, respectively. The glycemic index increase could increase starch di- gestibility accordingly (Sharma & Gujral, 2020). The germination pro- cess is responsible for making the starch granules easily accessible to the hydrolyzing enzymes by loosening the protein and fiber–matrix and promoting the endogenous α-amylase enzyme activity resulting in degradation of the starch chains, making them easily digestible (Setia et al., 2019). Food processing methods, such as germination, can in- crease the availability of nutrients, decrease anti-nutrients, and can be used to prepare many nutritious food

products,tofulfillpoorcommu-nities'nutritionalneeds

Table 2

The comprehensive nutritional profile of millet.

Millet	Protein (%)	Ash (%)	Free lipid (mg/g)	Soluble dietary fiber (g/100 g)	Insoluble dietary fiber (g/100 g)	Free phenolic content (μg/g)	Bound phenolic content (μg/g)
Foxtail millet	10.5 ± 0.1	3.5 ± 0.0	46.8 ± 1.3	2.7 ± 0.7	23.0 ± 1.0	122 ± 4	2774 ± 40
Finger millet	6.2 ± 0.1	8.0 ± 0.0	9.3 ± 1.0	3.7 ± 0.0	20.4 ± 0.1	2229 ± 82	2778 ± 87
Pearl millet	14.1 ± 0.0	2.1 ± 0.1	56.7 ± 1.9	2.6 ± 0.2	11.5 ± 0.4	228 ± 1	1949 ± 25
Proso millet	10.9 ± 0.1	3.6 ± 0.0	37.1 ± 0.0	2.4 ± 0.2	16.1 ± 0.1	87 ± 3	1414 ± 26
Kodo millet	6.2 ± 0.0	3.6 ± 0.0	26.5 ± 0.9	2.2 ± 0.1	31.7 ± 0.2	2518 ± 36	7570 ± 50
Barnyard millet	10.0 ± 0.1	4.3 ± 0.1	47.7 ± 0.1	2.0 ± 0.1	26.1 ± 0.0	127 ± 7	2324 ± 40
Little millet	7.9 ± 0.0	4.2 ± 0.0	49.7 ± 0.1	3.5 ± 0.1	21.8 ± 0.3	187 ± 5	1107 ± 16

Source: (N. Sharma & Niranjan, 2018; Bora et al., 2019; Kaur, Purewal, Sandhu, Kaur, & Saini, 2019; Hasan et al., 2019).

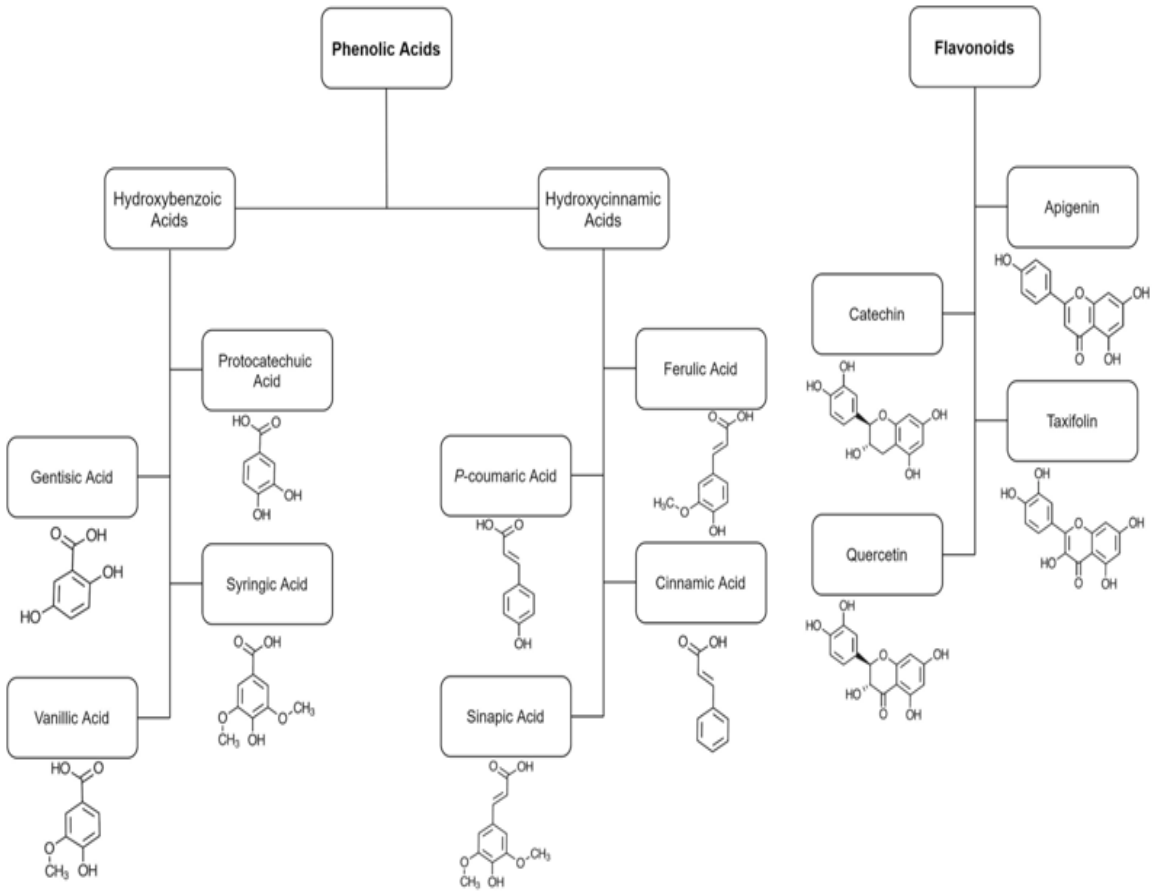


Fig. 5. Chemical structures of phenolic compounds present in millet.

2. Milling and sieving

Milling is referred to the grinding of grains mainly for separating endosperm, bran, and germ to the maximum extent, reducing particle size and facilitating refined flour production (Rani et al., 2018). Usually, millet grains are milled either manually or by some milling machines to produce millet flours. Milling can change the chemical composition at a gross level in millet. Additionally, during the making of chapati (bread), milling lower the phytic acid and polyphenols content due to the bran's removal, which contains more of these compounds than the whole millet grains (Rathore, 2016). Milling of grains can cause a significant loss in nutrients, vitamins, and minerals, as these compounds are mainly pre- sent in the grains' bran portion (Amadou, 2019). A study showed that milling of pearl millet grans caused a significant decrease in vitamin B and a slight decrease in vitamin E, while milling of finger millet caused a reduction in iron, zinc, and calcium (Taylor & Kruger, 2018; Kruger,Pineda-Vargas, Minnis-Ndimba, & Taylor, 2014 In a study, the simple sieving of milled finger millet has significantly decreased the protein fat, soluble dietary fiber, and insoluble dietary fiber content from 7.15 to dietary fiber content from 7.15 to 6.33 g, 1.78 to 1.29 g, 1.55 to 1.79 g, and 20.23 to 12.15 g, respectively. It has also caused a decline in some minerals like iron, zinc, and calcium from 6.52 to 3.29 mg, 2.50 to 1.98 mg, and 404.3 to 294.8 mg, respectively. Simultaneously, a decrease in vitamins like thiamine and riboflavin was from 0.552 to 0.342 mg and 0.243 to 0.196 mg per 100 g of flour, respectively. The decline in all nutrients was due to bran sep- aration during the sifting of millet through sieving (Oghbaei & Prakash, 2016). Milling can significantly improve protein digestibility by 80% and starch digestibility, possibly due to removing antinutrients like phytic

Table 4
Summarization of nutritional and functional changes during different processing.

Processing	Protein	Dietary/ crude fiber	Fat	Vitamins	iron	Calcium	Phenolic content	Protein digestibility	Starch digestibility	Antinutrients (phytate, tannins)
Dehulling	↓	↓	↓	↓Vit. E	↓	↓	↓	↑	↑	↓
Soaking	—	—	—	—	↓	↓	↓	↑	↑	↓
Germination	↑	↑	↓	↑Vit. C	↑	↑	↑	↑	↑	↓
Milling/ sieving	↓	↓	↓	↓Vit. B, E	↓	↓	↓	↑	↑	↓
Cooking	↑or ↓	↑	↑	—	—	—	↑	↓	↓	↓
Fermentation	↑	↓	↑	↑Vit.B1, B2	↑	↑	↑ or ↓	↑	↑	↓
Roasting	↓	↑ or ↓	↓	—	↑	↑ or ↓	↑ or ↓	↑	—	↓
Puffing/ Popping	↑	↓	↓	—	↑	↓	↑	↑	↑	↓

Note: References are the same as above in manuscript, (—) means no data available.

acid and tannins due to bran separation. These anti-nutrients can interfere with digestive enzymes and cause a decrease in digestibility (Rathore, 2016). Another reason is the reduction of particle size, which damaged the starch granules and made them more susceptible to digestive enzymes for hydrolysis (Li, Dhital, & Hasjim, 2014). However, due to the lack of milling technologies, millets are less convenient for making flour-based food products, which could have many nutritional qualities. In short, to ensure the consistent supply of a large amount of highly nutritious millet flour, there is a need to pay attention to the use of improved milling technology for millet grains at an industrial scale.

3. Cooking

Cooking can be considered a method for preparing simple traditional staple foods at the household level. It is a simple processing method associated with nutrients' changes in millet (Patel & Thorat, 2019). In a study, little and proso millets were cooked by two cooking methods: one was microwave cooking, during which millets were added in water with a ratio of 1:7 grain/water at 25 ˚C. This process was carried at 600 W for 6 mins and 30 mins for proso and little millet, respectively. The second one is open pan cooking; grains were added to the water after its tem- perature reached 98 ˚C with the same ratio. Cooking time was 5 mins and 36 mins for little millet and proso millet, respectively. After cooking, the samples were dried overnight at 50 ˚C in a hot air oven, grinded, and then subjected to further analysis. Results showed that pan and microwave cooking of proso millet had increased the carbohydrate content from 78.51 to 78.91 and 81.69 g/100 g while decreased the fat from 3.24 to 2.3 and 3.05 g/100 g, respectively. However, protein content has variation; it increased from 8.28 to 9.07 g/100 g in pan cooking and decreased to 4.48 g/100 g in microwave cooking. For little millet, pan and microwave cooking have increased the carbohydrate content fro 78.37 to 81.57 and 79.40 g/100 g, while decreased the fat from 1.91 to 1.56 and 1.79 g/100 g, respectively. However, protein content increased from 9.16 to 10.32 g/100 g in microwave cooking and decreased to 9.07 g/100 g in pan cooking (Kumar, Sadiq, & Anal, 2020). The variation in protein contents in millet might be due to variation in the nitrogen content after exposure to different cooking techniques (Wani, Hamid, Hamdani, Gani, & Ashwar, 2017).

The effect of cooking on the antioxidant activity of pearl millet has been investigated by total phenolic content. Boiling of pearl millet grains for 10 mins caused a significant increase in phenolic content from 2394 to 3137 µg GAE/g, which was due to the release of more bound phe- nolics as a result of the breakdown of cellular constituents during thermal treatment (Siroha & Sandhu, 2017). These results are in accordance with another study in which a cooking method, parboiling (partial or semi boiling of food), showed a significant (P less than 0.05) rise in free and bound phenolic contents as well as DPPH (2,2-diphenyl- 1- picrylhydrazyl) radical scavenging activity of the millet products (Bora, Ragaee, & Marcone, 2019a,b).

Moreover, the cooking of proso and little millet could cause a decrease in *in-vitro* starch digestibility by 28% (Kumar et al., 2020). In another study, the effect of a cooking method called parboiling (partial or semi boiling of food) on in vitro digestibility of two traditional millet products, porridge, and steam-cooked couscous, prepared from proso and pearl millets, have been investigated. This method has significantly increased the residual starch (RES) by 1.1–4.2% while reduced the rapidly digestible starch (RDS) by 2.7–6.9% in both products, thereby reducing the expected glycemic index (eGI) by 1.6–3.9% and resulting in reduced starch digestibility. The increase or decrease in starch di- gestibility mainly depends on starch composition (amylose/amylopectin content) and amylose–lipid complexes' formation. As a result of thermal treatments, the amylose ratio to amylopectin equivalents of the millet altered, which slightly changed its amylose composition and caused a reduction in its starch digestibility (Bora et al., 2019a,b). Cooking has also been reported for causing a decrease in the invitro protein di- gestibility of millets by 14–17% (Bora et al., 2019a,b). In a study, pepsin digestibility was assayed. It was noted that cooking of proso millet significantly decreased its protein digestibility by aggregate formation via hydrophobic interactions, with possible involvement of surface exposure of tryptophan residues (Gulati et al., 2017). This study agrees with the chemical analyses reported in another study. Cooking has caused microstructural changes in spherical protein bodies (1–2.5 mm), and these changes could be attributed to the loss of digestibility. Results showed large cavities in the uncooked protein bodies, while cooked protein bodies had only tiny holes. However, no noticeable variation in the size or shape of the protein bodies was observed. But the inability of pepsin to digest the cooked protein bodies was evident under micro- scopy test (Gulati, Sabillo´n, & Rose, 2018).

4. Fermentation

Fermentation is essential in the preservation of foods worldwide, where modern methods of preservation are required to enhance the flavor and nutrition and decrease the anti-nutrients in food

products (Amadou, Gounga, Shi, & Le, 2014; Mohapatra, Patel, Kar, Deshpande, & Tripathi, 2019). Fermentation could be spontaneous (i.e., performed by intrinsic bacteria) or performed by selected starter cultures. Another possibility is to use a portion of the fermented food product or intermediate, such as yogurt, dough, as inoculum for the next fermentation process (Annor et al., 2017). Millets are fermented in some countries (especially in Africa) to produce different food varieties, including thin and thick porridges, alcoholic and non-alcoholic beverages, and bakery products, as shown in Fig. 4 (Gabaza et al., 2019; Rani, Amane, & Ananthanarayan, 2019).

A study reported that fermentation of dietary fiber from foxtail millet bran with Bacillus natto enhanced soluble dietary fiber (DF) content by 10.9% and the ratio of soluble DF/insoluble DF by 16.8%. Changes in DF could be attributed to cellulose and hemicellulose degradation, resulting in more porous, loose structure polysaccharides after fermentation (Chu et al., 2019). Moreover, after fermentation, pearl millet grains have shown a rise in protein and crude fat content from 10.99 to 13.65% and 1.83 to 3.71%, respectively, which might be due to protein synthesis during fermentation. However, a decrease in ash (4.37–3.45%), crude fiber (1.20–0.54%), and carbohydrate content (75.75–73.76%) was due to the leaching of soluble inorganic salts, enzymatic degradation of fiber during fermentation, and metabolic activity of microorganisms on sugars respectively (Akinola et al., 2017). A significant increase in protein content by 15.32% in pearl millet grains on 16 hrs fermentation has reported by another study. The rise in protein content is likely due to the solubilization of insoluble proteins during fermentation (Moham- med Nour, Mohamed, Adiamo, & Babiker, 2018). Urooj (2017) has re- ported the reduced phytic content and increased polyphenols in pearl millet upon natural fermentation for 72 hrs at different temperatures (20, 25, and 30 ˚C). Besides, 24 hrs fermentation of finger millet flour using endogenous grain micro-flora showed a significant decrease in phytate and tannins by 20 and 52%, respectively. It also increased the mineral availability of calcium, iron, phosphorous, and zinc by 20, 27, 26, and 26%, respectively. Decrease phytic acid content was due to the hydrolysis of phytate during fermentation. In addition, an elevation of some vitamins (thiamine, niacin, and riboflavin) and some amino acid content (methionine and cysteine) has been seen in fermented finger millet (Konapur, Gavaravarapur, Gupta, & Nair, 2014) Some studies have reported the effect of fermentation upon the functional properties of millet. A study has described a general reduction in total phenolic compounds up to 41% of finger millet after fermenta- tion (Gabaza, Shumoy, Muchuweti, Vandamme, & Raes, 2016). This could be attributable to the rearrangement of some phenolic structures after self-polymerization due to the acidic conditions during fermenta- tion (Gabaza et al., 2018). While improved bioactive content upon fermentation has also been reported in some studies. It has been found that the use of *Rhizopus azygosporus* as a starter culture for 10 days of fermentation significantly enhanced the bioactive constituents such as total phenolic content (TPC) from 6.6 to 21.8 mg GAE/g (Purewal, Sandhu, Salar, & Kaur, 2019). In addition, millet fermentation for 72 hrs using yeast and *Lactobacilli* has shown a significant increase in the phenolic content of millet by 36% and flavonoids (Vitexin and vitexin 2″-O-rhamnoside) contents by approximately 30%. Vitexin and vitexin 2″-O-rhamnoside can partially inhibit the protein tyrosine phosphatase enzyme, which is higher in type-2 diabetes (Balli et al., 2020). Dietary fiber fermentation from foxtail millet bran with Bacillus natto increased the DPPH (free radical scavenging capacity) and total phenolic content significantly by 7.02 ± 0.01 mg/g and 81.11 ± 0.59%, respectively (Chu et al., 2019). The increase in phenolic content was mainly due to the production of various enzymes that causing the structural breakdown of complex bioactive constituents and resulting in the release of phenolic compounds (Adebiyi et al., 2017). In vitro protein and starch digestibility in pearl millet were signifi- cantly improved on natural fermentation after 72 hrs at different tem- peratures 20, 25, and 30 ˚C, while the highest was at 30 ˚C, from 17.85 to 110.1%. The breakdown of starch to oligosaccharides and reduction in phytate content due to the enzymic hydrolysis during fermentation resulted in improved starch digestibility (Urooj, 2017). Another study reported the improved protein digestibility of pearl millet flour upon 0, 8, and 16 hrs fermentation. However, the value was highest (45.75–64.38%) after 16 hrs of fermentation. The increment in IVPD of fermented millet flour could be due to antinutrients (phytate) degra- dation by microorganisms, production of some proteolytic enzymes by the microflora, and partial degradation of complex storage proteins into simple and soluble products during fermentation (Mohammed Nour et al., 2018). Overall, fermentation is a

useful technique alone or with other processing methods to manufacture highly nutritious food products.

5. Roasting

Roasting is a processing technique that uses dry heat, whether an open flame, oven, or another heat source, to enhance the flavor by browning the food's surface. Roasting can also increase the variety of aroma compounds and give a specific odor to millets (Bi et al., 2019; Bi et al., 2020). A study determined the nutritional composition of roasted pearl millet grains for different times and temperatures (120 ˚C, 140 ˚C for 5, 10, and 15 min and 160 ˚C, 180 ˚C for 3, 5, and 10 min). Results have shown a significant improvement in iron content by 274%. The increase in iron content could be due to the transfer of leached iron from the roasting iron pan into the samples at high-temperature roasting. However, it reduced the protein, fat, moisture well as crude fiber content by 1.04, 0.71, 2.02, and 0.56%, respectively. The decrease in protein content was due to the eradication of some amino acids. The reduction in the fat and moisture content was due to the destruction of fat or starch lipid complex formation, which is resistant to lipid extraction and heat exposure during roasting, respectively. While the decrease in calcium from 129.9 to 110.99 mg/100 g could be attributed to the tendency of heat during roasting, causing variation in food micronutrient composi- tion (Obadina et al., 2016). Similar changes have been reported in another study; the roasting of finger millet indicated a decrease in its moisture, protein, and fat content by 2.67, 1.4, and 0.12%, respectively. However, ash and crude fiber have increased by 0.9 and 0.3%, respec- tively, along with an increase in minerals like calcium and iron from 337.31 to 341.24 mg/100 g and 3.45 to 3.91 mg/100 g, respectively. The increase in ash and mineral content might be attributed to a reduction in phytic acid (Singh, David, Thompkinson, Seelam, Rajput, & Morya, 2018). As reported in a study, roasting could reduce the anti- nutrients of foxtail millet like tannins and phytic acid from 221.1 to 92.4 mg CAE/100 g and 306 to 180.5 mg/100 g, respectively, and it might happen during milling of roasted samples (Khapre, Shere, & Deshpande, 2016). Millet contains many antioxidants that can reduce free radicals induced by oxidative stress and prevents cancer. The roasting of millets can affect these bioactive compounds contrarily. Roasting of proso millet for 10 mins at 110 ˚C has significantly improved the total phenolic content from 295 to 670 mg/100 g (ferulic acid equivalent). It was explained that roasting could favor the hydrolysis of C-glycosylflavones and cause the release of subsequent phenolic compounds (Azad et al., 2019). Whereas in another study, the roasting of pearl millet has significantly reduced the phenolic content from 169.85 to 90.60 mg/ 100 g (Obadina et al., 2016). A similar decline trend has been seen after roasting of finger millet from 314.24 to 223.31 mg/100 g. The reduced phenolic content could be due to the degradation of phenolics upon heating or leaching into the endosperm to form complexes with mac- romolecules like protein and others, thus making a lesser amount of phenolics extractable. This reduction in phenolic content correspond- ingly caused a decrease in roasted finger millet's antioxidant activity from 89.89 to 86.78% (Singh et al., 2018). It was also found that the total antioxidant capacity of the processed millet was dependent on the quadratic effect of roasting time and temperature. An increase in roasting temperature increased the antioxidant capacity values of millet. In contrast, an increase in the roasting time reduced the total antioxidant capacity of processed millet grains (Oluwole, Fernando, Audain, & Fasanmade, 2020). Roasting can significantly increase protein digestibility from 22.3 to 60.1% (Tumwine, Atukwase, Tumuhimbise, Tucungwirwe, & Linne- mann, 2019). This increase could be due to improved nitrogen digestion upon heating, which renders the protein more vulnerable to hydrolysis (Singh et al., 2018). It is concluded that the roasting should be taken into consideration to promote millet utilization.

6. Puffing/popping

Popping is one of the processing techniques with HTST (high-tem- perature short time) method used to prepare expanded cereals to pre- pare snacks, breakfast, and ready-to-eat products (Saleh et al., 2013). Popping or puffing imparts the desirable aroma and taste to the food (Kapoor, 2013). It has been reported that the puffed millet grains are products, which are feasible for use in the

preparation of other meals by mixing them with water or milk or by adding to other food products (Rajput, Parihar, Dhumketi, Naberia, & Tsuji, 2019). They were also reported with high phenolic compounds and mineral content, making them beneficial for utilization as a food component (Piłat, Ogrodowska, & Zadernowski, 2016). Puffing has a significant influence on grains' nutritional composi- tion. In one study, kodo millet varieties were subjected to puffing to check their puffing stability and nutritional profile. It has been found that puffing of millet at temperature 230 ˚C for 3 min with continuous stirring till the end of puffing sound has significantly increased carbohydrate and protein content from 68.35 to 74.38% and 7.92 to 8.12%, respectively. After puffing, millet grains become more concentrated with endosperm that contributes starch to the kernel and increases the carbohydrate, while an increase in protein was due to increased hy- drolysis of protein to low molecular weight protein. However, in another study, after puffing, crude fiber and fat content decreased by 1.71 and 0.06%, respectively. While the decrease in calcium content was from 27 to 18 mg/100 gm (Patel et al., 2018). Chauhan and Sarita. (2018) also checked the popping effect on the nutritional and antinutritional profile of finger millet and suggested that popping could induce an increase in protein, carbohydrate, and iron content from 6.3 to 7.1 g/100 g, 71.9 to 75.73 g/100 g and 3.7 to 5.1 mg/100 g respectively, and a decrease in calcium, crude fiber, moisture and fat content from 342 to 338 mg/100 g, 18.9 to 15.8 g/100 g, 13.1 to 12.2 g/100 g and 1.3–0.63 g/100 g respectively. Decrease in moisture was due to heat while fat content reduction could be due to denatured lipolytic caused by thermal pro- cessing. Popping has also reduced the antinutrients content like trypsin inhibitor activity from 4188 to 3090 U/g, tannins and phytic acid from 870.8 to 610.2 mg/100 g and 851.4 to 333.1 mg/100 g respectively. Reduced phytic acid content was also reported by Shigihalli et al. (2018). In this study, finger millet was soaked for different times at 175–200 ˚C temperature and popped in an iron frying pan. It was found that the phytic acid content decreased significantly from 266 to 239 mg/100 g (1hr soaked) in popped samples. A decrease of phytic acid is ad- vantageous as it can increase minerals' bioavailability (Jalgaonkar, Jha, & Sharma, 2016). In addition, a reduction in phytic acid by 54.78% in puffed pearl millet grains has reported in another study. The apparent decrease in phytate content during thermal processing might be partly due to the formation of insoluble complexes between phytate and other components, such as phytate protein and phytate-protein–mineral complexes (Kumari et al., 2018).

Puffing has a significant influence on grains' functional properties like digestive properties. In one study, during the puffing process, the starch hydrolysis rate of millet grains increased during in vitro digestion. It could be attributed to the removal of tannins during puffing as they could inhibit the in-vitro digestion of starch (Huang et al., 2018). While in another study, the protein digestibility of finger millet increased during popping (Konapur et al., 2014). Popping can increase the protein digestibility due to inhibition of trypsin inhibitor activity as trypsin in- hibitor interferes with proteolytic enzyme activity during the protein digestion process, lowers protein digestibility, and causes the destruc- tion of protease inhibitors due to heat exposure (Jalgaonkar et al., 2016). These studies demonstrated that the utilization of the puffing technique on millets could provide great versatility for its usage in the development of low cost, readily available, and high nutritional puffed snacks at a commercial scale.

7. Other processing treatments

There are some other processing techniques, which are associated with nutritional and functional changes in millet. The impact of hy- drothermal treatments (HTT) on finger millet has been investigated.Finger millet was treated by tempering twice with water (10:1), fol- lowed by an incubation period of 10 days at 25–30 ˚C in a woven polypropylene sack. Then grains were sun-dried at 10% moisture content and milled by a laboratory milling machine for further analysis. Results showed that hydrothermally treated finger millet grains had lower starch digestibility than native grains. This reduction in starch digestibility could be attributed to the re-association of starch polymers, which decreased structural defects in crystalline parts of starch granules rather than amylose crystallization (Onyango, Luvitaa, Unbehend, & Haase, 2020). Furthermore, proso millet flour subjected to high-pressure processing (HPP) at 600 MPa pressure for 5 and 20 mins showed a significantly improved protein digestibility compared to unprocessed flour. The improvement in

digestibility could be due to protein dena- turation by internal bond breaking during high-pressure processing, making the proso protein highly digestible by pepsin (Gulati, Zhou, Elowsky, & Rose, 2018).

4.Industrial food applications of different processes

Different processing methods can be employed to manufacture various food products such as malted, cooked, fermented, roasted, and puffed millet products. Tuwo is a famous food product in all parts of Nigeria, prepared from millet flour obtained after dehulling and milling. This flour is used to make a slurry with cold water and then cooked by pouring into boiling water until the desired thickness is obtained. Gruel is another millet product made from spontaneously fermented millet grains for 72 hrs. After this, fermented millet grains were washed, wet- milled, and filtered through a muslin cloth. This slurry or gruel is left for water decantation and then can be cooked into pap, ogi, etc. (Abah, Ishiwu, Obiegbuna, & Oladejo, 2020). Fermented foods like dosa and idli prepared by cooking (baked and steamed) are very famous break- fasts in India, and millet can be a complete substitute for rice in these products (Kulkarni, Sakhale, & Giri, 2018). The addition of the millet as a primary ingredient along with other essential ingredients for the development of various nutritious food products has become a tradition now. In a study, popped pearl millet was mixed in a standardized portion with puffed wheat, popped amaranth, flax and sunflower seeds, honey, sugar, oil, and water to develop a ready to eat healthy breakfast cereal. Sensory attributes of this breakfast cereal are highly acceptable (Kumari, Singh, Singh, Bhatia, & Nain, 2019). Another study showed the finger millet-based popped Nutri-flakes prepared by mixing 60% millet flour, 30% of tapioca flour, and 10% other ingredients, which contains 5% defatted soy flour, 3% cocoa powder, and 2% rice bran with hot water. The dough obtained after this was steamed, cooked, cut, dried, and then finally puffed to form Nutri-flakes (Zacharia, Aneena, Panjikkaran, Sharon, & Lakshmi, 2020). These types of food products are now commonly available in the market at the industrial level.

- **Conclusion**

Balanced dietary requirements are increasing with the growing population. Millets are a rich source of all nutrients and phytochemicals which combat chronic diseases. Due to their nutrient-rich profile, millets could be the best option as potential cereal grain for human consump- tion. This review summarizes the advanced research studies from 2013 to 2020 on millet consumption, health benefits, and nutritional changes under different processing methods. The need for the hour is to enhance nutrient bioavailability and reduce anti-nutrients, which is necessary for better utilization and manufacturing of new functional food products. Frequent consumption of millets-based products in daily life could help to maintain a healthy lifestyle as it is a cheap and readily available food source. Besides, valorizing millet products at the industrial level pro- vides accessibility of affordable and nutritious food to a poor man and an opportunity for farmers to increase their income. However, there is still a need to focus on millet consumption's effectiveness as a staple food to improve nutritional security in the future.

References

Abah, C. R., Ishiwu, C. N., Obiegbuna, J. E., & Oladejo, A. A. (2020). Nutritional composition, functional properties and food applications of millet grains. *Asian Food Science Journal, February*, 9–19. https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v14i230124.

Adebiyi, J. A., Obadina, A. O., Adebo, O. A., & Kayitesi, E. (2018). Fermented and malted millet products in Africa: Expedition from traditional/ethnic foods to industrial value-added products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58*(3), 463–474. https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1188056.

Adebiyi, Janet Adeyinka, Obadina, A. O., Adebo, O. A., & Kayitesi, E. (2017).

Comparison of nutritional quality and sensory acceptability of biscuits obtained from native, fermented, and malted pearl millet (Pennisetum glaucum) flour. *Food Chemistry, 232*, 210–217. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.020.

Adekunle, A., Lyew, D., Orsat, V., & Raghavan, V. (2018). Helping agribusinesses—Small millets value chain—to grow in India. *Agriculture (Switzerland), 8*(3), 44. https://doi.org/10.3390/agriculture8030044.

Agriculture Overview. (n.d.). Retrieved March 24, 2020, from https://www.worldbank

Ahmed, O. E. O. (2019). Effect of using simple technique methods to reduce sorghum phytate on performance of broilers and layers. (Doctoral Dissertation, Sudan University of Science and Technology).

Aisoni, J. E., Yusha'U, M., & Orole, O. O. (2018). Processing effects on physicochemical and proximate composition of finger millet (Eleusine coracana). Greener Journal of Biological Sciences, 8(2), 014–020. https://doi.org/10.15580/ gjbs.2018.2.032018048.

Akanbi, T. O., Timilsena, Y., & Dhital, S. (2019). Bioactives from millet: Properties and effects of processing on bioavailability. *Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods, 171–183*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_10.

Akinola, S. A., Badejo, A. A., Osundahunsi, O. F., & Edema, M. O. (2017). Effect of preprocessing techniques on pearl millet flour and changes in technological properties. *International Journal of Food Science and Technology, 52*(4), 1–8. https://doi.org/10.1111/ijfs.13363.

Al-Amin, A. Q., & Ahmed, F. (2016). Food security challenge of climate change: An analysis for policy selection. *Futures, 83*, 50–63. https://doi.org/10.1016/j. futures.2016.04.002.

Almaski, A., Thondre, S., Lightowler, H., & Coe, S. (2017). Determination of the polyphenol and antioxidant activity of different types and forms of millet. Proceedings of the Nutrition Society, 76((OCE1)). https://doi.org/10.1017/ s0029665117000052.

Amadou, I. (2019). Millet based fermented beverages processing. In Fermented Beverages: Volume 5. The Science of Beverages (pp. 433–472). Elsevier. https://doi. org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00011-7.

Amadou, I., Gounga, M. E., & Le, G. W. (2013). Millets: Nutritional composition, some health benefits and processing - A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture, 25* (7), 501–508. https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i7.12045.

Amadou, I., Gounga, M. E., Shi, Y. H., & Le, G. W. (2014). Fermentation and heat- moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet (Setaria italica) flour. *Food and Bioproducts Processing, 92*(1), 38–45. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.07.009.

Anis, M. A., & Sreerama, Y. N. (2020). Inhibition of protein glycoxidation and advanced glycation end-product formation by barnyard millet (Echinochloa frumentacea) phenolics. *Food Chemistry, 315*, Article 126265. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2020.126265.

Annor, G. A., Tyl, C., Marcone, M., Ragaee, S., & Marti, A. (2017). Why do millets have slower starch and protein digestibility than other cereals? *Trends in Food Science and Technology, 66*, 73–83. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.012.

Azad, M. O. K., Jeong, D. I., Adnan, M., Salitxay, T., Heo, J. W., Naznin, M. T., … Park, C. H. (2019). Effect of different processing methods on the accumulation of the phenolic compounds and antioxidant profile of broomcorn millet (Panicum miliaceum L.) flour. *Foods, 8*(7), 230. https://doi.org/10.3390/foods8070230.

Babiker, E., Abdelseed, B., Hassan, H., & Adiamo, O. (2018). Effect of decortication methods on the chemical composition, antinutrients, Ca, P and Fe contents of two pearl millet cultivars

during storage. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 15*(3), 278–286. https://doi.org/10.1108/wjstsd-01-2018-

0005.

Balli, D., Bellumori, M., Pucci, L., Gabriele, M., Longo, V., Paoli, P., … Innocenti, M. (2020). Does fermentation really increase the phenolic content in cereals? A study on millet. *Foods, 9*(3). https://doi.org/10.3390/foods9030303.

Bazhenova, I. A., Bazhenova, T. S., & Chernova, E. V. (2019). Germination of proso millet (Panicum miliaceum L.) grains trigger biochemical changes that augment bioavailability of flower and its utility for gluten-free dietary foods. *Agronomy Research, 17*(6), 2187–2194.

Bi, S., Wang, A., Wang, Y., Xu, X., Luo, D., Shen, Q., & Wu, J. (2019). Effect of cooking on aroma profiles of Chinese foxtail millet (Setaria italica) and correlation with sensory quality. *Food Chemistry, 289*, 680–692. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2019.03.108.

Bi, S., Xu, X., Luo, D., Lao, F., Pang, X., Shen, Q., … Wu, J. (2020). Characterization of key aroma compounds in raw and roasted peas (Pisum sativum L.) by application of instrumental and sensory techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68* (9), 2718–2727. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07711.

Bindra, D. (2019). Whole grains and millets as raw ingredients for recipes in diabetes mellitus. *International Journal of Home Science, 5*(3), 214–219. http://www.hom esciencejournal.com.

Bora, P., Ragaee, S., & Marcone, M. (2019). Characterisation of several types of millets as functional food ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 70* (6), 714–724. https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1570086.

Bora, P., Ragaee, S., & Marcone, M. (2019b). Effect of parboiling on decortication yield of millet grains and phenolic acids and in vitro digestibility of selected millet products. Food Chemistry, 274(July 2018), 718–725. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2018.09.010.

Chaudhary Kanchan, Y. N. (2013). Evaluation of hypoglycemic properties of kodo millet based food products in healthy subjects. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR), 3*(2), 14–20. https://doi.org/10.9790/3013-32201420.

Chauhan, E. S., & Sarita. (2018). Effects of processing (Germination and popping) on the nutritional and anti-nutritional properties of finger millet (eleusine coracana).

Current Research in Nutrition and Food Science, 6(2), 566–572. https://doi.org/ 10.12944/CRNFSJ.6.2.30.

Chivenge, P., Mabhaudhi, T., Modi, A. T., & Mafongoya, P. (2015). The potential role of neglected and underutilised crop species as future crops under water scarce conditions in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 12*(6), 5685–5711. https://doi.org/10.3390/ijerph120605685.

Chu, J., Zhao, H., Lu, Z., Lu, F., Bie, X., & Zhang, C. (2019). Improved physicochemical and functional properties of dietary fiber from millet bran fermented by Bacillus

natto. *Food Chemistry, 294*, 79–86. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2019.05.035.

Cordelino, I. G., Tyl, C., Inamdar, L., Vickers, Z., Marti, A., & Ismail, B. P. (2019). Cooking quality, digestibility, and sensory properties of proso millet pasta as impacted by amylose content and prolamin profile. *LWT, 99*, 1–7. https://doi.org/ 10.1016/j.lwt.2018.09.035.

Das, S., Khound, R., Santra, M., & Santra, D. (2019). Beyond bird feed: Proso millet for human health and environment. *Agriculture, 9*(3), 64. https://doi.org/10.3390/ agriculture9030064.

Di Stefano, E., White, J., Seney, S., Hekmat, S., McDowell, T., Sumarah, M., & Reid, G. (2017). A novel millet-based probiotic fermented food for the developing world. *Nutrients, 9*(5). https://doi.org/10.3390/nu9050529.

Durairaj, M., Gurumurthy, G., Nachimuthu, V., Muniappan, K., & Balasubramanian, S. (2019). Dehulled small millets: The promising nutricereals for improving the nutrition of children. *Maternal and Child Nutrition, 15*(S3), 1–5. https://doi.org/ 10.1111/mcn.12791.

Embashu, W., & Nantanga, K. K. M. (2019). Pearl millet grain: A mini-review of the milling, fermentation and brewing of ontaku, a non-alcoholic traditional beverage in Namibia, 3. In *Transactions of the Royal Society of South Africa* (Vol. 74, pp. 276–282). Taylor and Francis Ltd.. https://doi.org/10.1080/0035919X.2019.1650310.

FAO Cereal Supply and Demand Brief World Food Situation Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Retrieved March 26, 2020, from http:// www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/.

FAOSTAT. (n.d.). Retrieved April 15, 2020, from http://www.fao.org/faostat/en/#data/ QC/visualize.

Gabaza, M., Joossens, M., Cnockaert, M., Muchuweti, M., Raes, K., & Vandamme, P. (2019). Lactococci dominate the bacterial communities of fermented maize, sorghum and millet slurries in Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology, 289*, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.001.

Gabaza, M., Shumoy, H., Louwagie, L., Muchuweti, M., Vandamme, P., Du Laing, G., & Raes, K. (2018). Traditional fermentation and cooking of finger millet: Implications on mineral binders and subsequent bioaccessibility. *Journal of Food Composition and Analysis, 68*, 87–94. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.05.011.

Gabaza, M., Shumoy, H., Muchuweti, M., Vandamme, P., & Raes, K. (2016). Effect of fermentation and cooking on soluble and bound phenolic profiles of finger millet sour porridge. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64*(40), 7615–7621. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03090.

Ganguly, S., Sabikhi, L., & Singh, A. K. (2019). Effect of whey-pearl millet-barley based probiotic beverage on Shigella-induced pathogenicity in murine model. *Journal of Functional Foods, 54*, 498–505. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.049.

Goudar, G., & Sathisha, G. J. (2016). Effect of processing on ferulic acid content in foxtail millet (Setaria italica) grain cultivars evaluated by HPTLC. *Oriental Journal of Chemistry, 32*(4), 2251–2258. https://doi.org/10.13005/ojc/320458.

Gulati, P., Li, A., Holding, D., Santra, D., Zhang, Y., & Rose, D. J. (2017). Heating reduces proso millet protein digestibility via formation of hydrophobic aggregates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65*(9), 1952–1959. https://doi.org/10.1021/acs. jafc.6b05574.

Gulati, P., Sabillo´n, L., & Rose, D. J. (2018). Effects of processing method and solute

interactions on pepsin digestibility of cooked proso millet flour. *Food Research International, 109*, 583–588. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.005.

Gulati, P., Zhou, Y., Elowsky, C., & Rose, D. J. (2018). Microstructural changes to proso millet protein bodies upon cooking and digestion. *Journal of Cereal Science, 80*, 80–86. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.02.001.

Hariprasanna, K., Gomashe, S., Ganapathy, K. N., & Patil, J. V. (2014). *Popular Kheti., 3*

(3), 170–175.

Hasan, M., Maheshwari, C., Garg, N., & Kumar, M. (2019). Guest Article. April.

Hou, D., Chen, J., Ren, X., Wang, C., Diao, X., Hu, X., … Shen, Q. (2018). A whole foxtail millet diet reduces blood pressure in subjects with mild hypertension. *Journal of Cereal Science, 84*, 13–19. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.09.003.

Huang, J., Yu, H., Guan, X., Wang, G., & Guo, R. (2016). Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change, 6*(2), 166–171. https://doi.org/ 10.1038/nclimate2837.

Huang, R., Pan, X., Lv, J., Zhong, W., Yan, F., Duan, F., & Jia, L. (2018). Effects of explosion puffing on the nutritional composition and digestibility of grains.

International Journal of Food Properties, 21(1), 2193–2204. https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1514634.

Jalgaonkar, K., Jha, S. K., & Sharma, D. K. (2016). Effect of thermal treatments on the storage life of pearl millet (Pennisetum glaucum) flour. *Indian Journal of Agricultural Sciences, 86*(6), 762–767.

Jaybhaye, R. V., Pardeshi, I. L., Vengaiah, P. C., & Srivastav, P. P. (2014). Processing and technology for millet based food products: A review nutrient composition of millets. *Journal of Ready To Eat Food, 1*(2), 32–48. http://www.jakraya.com/journal/pdf/ 2-jrefArticle_1.pdf.

Kamatar, M. Y., Kundgol, N. G., & Math, K. K. (2013). Impact of decortication on chemical composition, antioxidant content and antioxidant activity of little millet landraces. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2

(10). www.ijert.org.

Kapoor, P. (2013). Nutritional and functional properties of popped little millet (Panicum sumatrense).

Kaur, P., Purewal, S. S., Sandhu, K. S., Kaur, M., & Salar, R. K. (2019). Millets: a cereal grain with potent antioxidants and health benefits. In Journal of Food Measurement and Characterization (Vol. 13, Issue 1, pp. 793–806). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9992-0.

Kavitha, S., & Parimalavalli, R. (2014). Effect of processing methods on proximate composition of cereal and legume flours. *Journal of Human Nutrition and Food* Khanal, A. R., & Mishra, A. K. (2017). Enhancing food security: Food crop portfolio choice in response to climatic risk in India. In Global Food Security (Vol. 12, pp. 22–30). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.12.003.

Khapre, A. P., Shere, D. M., & Deshpande, H. W. (2016). Studies on effect of roasting on nutritional and anti-nutritional components of foxtail millet (setaria italica). *The Bioscan, 11*(1), 177–179.

Konapur, A., Gavaravarapur, S. R. M., Gupta, S., & Nair, K. M. (2014). Millets in meeting nutrition security: Issues and way forward for India. *Indian Journal of Nutrion and Dietetics, 51*, 306–321.

Kruger, J., Pineda-Vargas, C. A., Minnis-Ndimba, R., & Taylor, J. R. N. (2014).

Visualisation of the distribution of minerals in red non-tannin finger millet using PIXE microanalysis. *Journal of Cereal Science, 60*(1), 1–3. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.04.005.

Kulkarni, D., Sakhale, B., & Giri, N. (2018). A potential review on millet grain processing.

International Journal of Nutritional Sciences, 3(1), 1018.

Kumar, A., Tomer, V., Kaur, A., Kumar, V., & Gupta, K. (2018). Millets: A solution to agrarian and nutritional challenges. *Agriculture and Food Security, 7*(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s40066-018-0183-3.

Kumar, S. R., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2020). Comparative study of physicochemical and functional properties of pan and microwave cooked underutilized millets (proso and little). *Lwt, 128*, Article 109465. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109465.

Kumari, Ritu, Singh, Karuna, Singh, Rashmi, Bhatia, Neelam, & Nain, M. S. (2019). Development of healthy ready-to-eat (RTE) breakfast cereal from popped pearl millet. *Indian Journal of Agricultural Sciences, 89*(5).

Kumari, R., Singh, K., Jha, S. K., Singh, R., Sarkar, S. K., & Bhatia, N. (2018). Nutritional composition and popping characteristics of some selected varieties of pearl millet (Pennisetum glaucum). *Indian Journal of Agricultural Sciences, 88*(8), 1222–1226.

Lemmens, E., Moroni, A. V., Pagand, J., Heirbaut, P., Ritala, A., Karlen, Y., …, Delcour, J.

A. (2018). Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(1), 1541-4337.12414. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414.

Li, E., Dhital, S., & Hasjim, J. (2014). Effects of grain milling on starch structures and flour/starch properties. *Starch/Staerke, 66*(1–2), 15–27. https://doi.org/10.1002/star.201200224.

Marak, N. R., Malemnganbi, C. C., Marak, C. R., & Mishra, L. K. (2019). Functional and antioxidant properties of cookies incorporated with foxtail millet and ginger powder. *Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03981- 6.

Mohammed Nour, A. A., Mohamed, A. R., Adiamo, O. Q., & Babiker, E. E. (2018).

Changes in protein nutritional quality as affected by processing of millet supplemented with Moringa seed flour. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17*(3), 275–281. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.05.006.

Mohapatra, D., Patel, A. S., Kar, A., Deshpande, S. S., & Tripathi, M. K. (2019). Effect of different processing conditions on proximate composition, anti-oxidants, anti- nutrients and amino acid profile of grain sorghum. *Food Chemistry, 271*, 129–135. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.196.

Najdi Hejazi, S., Orsat, V., Azadi, B., & Kubow, S. (2016). Improvement of the in vitro protein digestibility of amaranth grain through optimization of the malting process. *Journal of Cereal Science, 68*, 59–65. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.11.007.

Naveena, N., & Bhaskarachary, K. (2013). Effects of soaking and germination of total and individual polyphenols content in the commonly consumed millets and legumes in India. *International Journal of Food and Nutritional Sciences, 2*(3), 12.

Nazari, B., Mohammadifar, M. A., Shojaee-Aliabadi, S., Feizollahi, E., & Mirmoghtadaie, L. (2018). Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate. *Ultrasonics Sonochemistry, 41*, 382–388. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.10.002.

Obadina, Adewale O., Arogbokun, C. A., Soares, A. O., de Carvalho, C. W. P.,

Barboza, H. T., & Adekoya, I. O. (2017). Changes in nutritional and physico-chemical properties of pearl millet (Pennisetum glaucum) Ex-Borno variety flour as a result of malting. *Journal of Food Science and Technology, 54*(13), 4442–4451. https://doi.org/ 10.1007/s13197-017-2922-z.

Obadina, Adewale Olusegun, Ishola, I. O., Adekoya, I. O., Soares, A. G., de Carvalho, C. W. P., & Barboza, H. T. (2016). Nutritional and physico-chemical

properties of flour from native and roasted whole grain pearl millet (Pennisetum glaucum [L.]R. Br.). *Journal of Cereal Science, 70*, 247–252. https://doi.org/ 10.1016/j.jcs.2016.06.005.

Oghbaei, M., & Prakash, J. (2016). Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review. *Cogent Food & Agriculture, 2*(1), 1136015. https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1136015.

Oluwole, O., Fernando, W. M. A. D. B., Audain, K., & Fasanmade, O. (2020). The effects of germination and roasting on nutraceutical and antioxidant properties of jirani variety of millet. American Journal of Food Science and Technology, 7(October 2019), 234–241. https://doi.org/10.12691/ajfst-7-6-11.

Onyango, C., Luvitaa, S. K., Unbehend, G., & Haase, N. (2020). Physico-chemical properties of flour, dough and bread from wheat and hydrothermally-treated finger millet. *Journal of Cereal Science, 93*(January), Article 102954. https://doi.org/ 10.1016/j.jcs.2020.102954.

Pang, M., He, S., Wang, L., Cao, X., Cao, L., & Jiang, S. (2014). Physicochemical properties, antioxidant activities and protective effect against acute ethanol-induced hepatic injury in mice of foxtail millet (Setaria Italica) bran oil. *Food and Function, 5* (8), 1763–1770. https://doi.org/10.1039/c4fo00106k.

Patel, A., Vishwa Vidyalaya, K., Pradesh, M., Parihar, P., Ketki Dhumketi, I., Anamika Patel, C., & Dhumketi, K. (2018). Nutritional evaluation of Kodo millet and puffe Khanal, A. R., & Mishra, A. K. (2017). Enhancing food security: Food crop portfolio choice in response to climatic risk in India. In Global Food Security (Vol. 12, pp. 22–30). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.12.003.

Khapre, A. P., Shere, D. M., & Deshpande, H. W. (2016). Studies on effect of roasting on nutritional and anti-nutritional components of foxtail millet (setaria italica). *The Bioscan, 11*(1), 177–179.

Konapur, A., Gavaravarapur, S. R. M., Gupta, S., & Nair, K. M. (2014). Millets in meeting nutrition security: Issues and way forward for India. *Indian Journal of Nutrion and Dietetics, 51*, 306–321.

Kruger, J., Pineda-Vargas, C. A., Minnis-Ndimba, R., & Taylor, J. R. N. (2014).

Visualisation of the distribution of minerals in red non-tannin finger millet using PIXE microanalysis. *Journal of Cereal Science, 60*(1), 1–3. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.04.005.

Kulkarni, D., Sakhale, B., & Giri, N. (2018). A potential review on millet grain processing.

International Journal of Nutritional Sciences, 3(1), 1018.

Kumar, A., Tomer, V., Kaur, A., Kumar, V., & Gupta, K. (2018). Millets: A solution to agrarian and nutritional challenges. *Agriculture and Food Security, 7*(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s40066-018-0183-3.

Kumar, S. R., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2020). Comparative study of physicochemical and functional properties of pan and microwave cooked underutilized millets (proso and little). *Lwt, 128*, Article 109465. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109465.

Kumari, Ritu, Singh, Karuna, Singh, Rashmi, Bhatia, Neelam, & Nain, M. S. (2019). Development of healthy ready-to-eat (RTE) breakfast cereal from popped pearl millet. *Indian Journal of Agricultural Sciences, 89*(5).

Kumari, R., Singh, K., Jha, S. K., Singh, R., Sarkar, S. K., & Bhatia, N. (2018). Nutritional composition and popping characteristics of some selected varieties of pearl millet (Pennisetum glaucum). *Indian Journal of Agricultural Sciences, 88*(8), 1222–1226.

Lemmens, E., Moroni, A. V., Pagand, J., Heirbaut, P., Ritala, A., Karlen, Y., …, Delcour, J.

A. (2018). Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(1), 1541-4337.12414. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414.

Li, E., Dhital, S., & Hasjim, J. (2014). Effects of grain milling on starch structures and flour/starch properties. *Starch/Staerke, 66*(1–2), 15–27. https://doi.org/10.1002/star.201200224.

Marak, N. R., Malemnganbi, C. C., Marak, C. R., & Mishra, L. K. (2019). Functional and antioxidant properties of cookies incorporated with foxtail millet and ginger powder. *Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03981- 6.

Mohammed Nour, A. A., Mohamed, A. R., Adiamo, O. Q., & Babiker, E. E. (2018).

Changes in protein nutritional quality as affected by processing of millet supplemented with Moringa seed flour. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17*(3), 275–281. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.05.006.

Mohapatra, D., Patel, A. S., Kar, A., Deshpande, S. S., & Tripathi, M. K. (2019). Effect of different processing conditions on proximate composition, anti-oxidants, anti- nutrients and amino acid profile of grain sorghum. *Food Chemistry, 271*, 129–135. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.196.

Najdi Hejazi, S., Orsat, V., Azadi, B., & Kubow, S. (2016). Improvement of the in vitro protein digestibility of amaranth grain through optimization of the malting process. *Journal of Cereal Science, 68*, 59–65. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.11.007.

Naveena, N., & Bhaskarachary, K. (2013). Effects of soaking and germination of total and individual polyphenols content in the commonly consumed millets and legumes in India. *International Journal of Food and Nutritional Sciences, 2*(3), 12.

Nazari, B., Mohammadifar, M. A., Shojaee-Aliabadi, S., Feizollahi, E., & Mirmoghtadaie, L. (2018). Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate. *Ultrasonics Sonochemistry, 41*, 382–388. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.10.002.

Obadina, Adewale O., Arogbokun, C. A., Soares, A. O., de Carvalho, C. W. P.,

Barboza, H. T., & Adekoya, I. O. (2017). Changes in nutritional and physico-chemical properties of pearl millet (Pennisetum glaucum) Ex-Borno variety flour as a result of malting. *Journal of Food Science and Technology, 54*(13), 4442–4451. https://doi.org/ 10.1007/s13197-017-2922-z.

Obadina, Adewale Olusegun, Ishola, I. O., Adekoya, I. O., Soares, A. G., de Carvalho, C. W. P., & Barboza, H. T. (2016). Nutritional and physico-chemical

properties of flour from native and roasted whole grain pearl millet (Pennisetum glaucum [L.]R. Br.). *Journal of Cereal Science, 70*, 247–252. https://doi.org/ 10.1016/j.jcs.2016.06.005.

Oghbaei, M., & Prakash, J. (2016). Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review. *Cogent Food & Agriculture, 2*(1), 1136015. https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1136015.

Oluwole, O., Fernando, W. M. A. D. B., Audain, K., & Fasanmade, O. (2020). The effects of germination and roasting on nutraceutical and antioxidant properties of jirani variety of millet. American Journal of Food Science and Technology, 7(October 2019), 234–241. https://doi.org/10.12691/ajfst-7-6-11.

Onyango, C., Luvitaa, S. K., Unbehend, G., & Haase, N. (2020). Physico-chemical properties of flour, dough and bread from wheat and hydrothermally-treated finger millet. *Journal of Cereal Science, 93*(January), Article 102954. https://doi.org/ 10.1016/j.jcs.2020.102954.

Pang, M., He, S., Wang, L., Cao, X., Cao, L., & Jiang, S. (2014). Physicochemical properties, antioxidant activities and protective effect against acute ethanol-induced hepatic injury in mice of foxtail millet (Setaria Italica) bran oil. *Food and Function, 5* (8), 1763–1770. https://doi.org/10.1039/c4fo00106k.

Patel, A., Vishwa Vidyalaya, K., Pradesh, M., Parihar, P., Ketki Dhumketi, I., Anamika Patel, C., & Dhumketi, K. (2018). Nutritional evaluation of Kodo millet and puffedd Patel, P., & Thorat, S. S. (2019). Studies on chemical, textural and color characteristics of decorticated finger millet (Eleusine coracana) fortified sponge cake. The Pharma Innovation Journal, 8(3), 64–67. www.thepharmajournal.com.

Piłat, B., Ogrodowska, D., & Zadernowski, R. (2016). Nutrient content of puffed proso millet (Panicum miliaceum L.) and amaranth (Amaranthus cruentus L.) grains. Czech Journal of Food Sciences, 34 (2016)(No. 4), 362–369. https://doi.org/10.17221/ 405/2015-CJFS.

Pradeep, P. M., & Sreerama, Y. N. (2015). Impact of processing on the phenolic profiles of small millets: Evaluation of their antioxidant and enzyme inhibitory properties associated with hyperglycemia. *Food Chemistry, 169*, 455–463. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.010.

Praveen, P. A., & Tandon, N. (2016). Childhood obesity and type 2 diabetes in India. *WHO South-East Asia Journal of Public Health, 5*(1), 17–21. https://doi.org/10.4103/ 2224-3151.206547.

Purewal, S. S., Sandhu, K. S., Salar, R. K., & Kaur, P. (2019). Fermented pearl millet: A product with enhanced bioactive compounds and DNA damage protection activity. *Journal of Food Measurement and Characterization, 13*(2), 1479–1488. https://doi. org/10.1007/s11694-019-00063-1.

Rajput, L. P. S., Parihar, P., Dhumketi, K., Naberia, S., & Tsuji, K. (2019). Development and acceptability of novel food products from millets for school children. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 8*(4), 2631–2638. https://doi.org/10.20546/ ijcmas.2019.804.307.

Ramadoss, D. P., & Sivalingam, N. (2019). Vanillin extracted from Proso and Barnyard millets induce apoptotic cell death in HT-29 human colon cancer cell line. *Nutrition and Cancer, 1–16*. https://doi.org/10.1080/01635581.2019.1672763.

Rani, M., Amane, D., & Ananthanarayan, L. (2019). Impact of partial replacement of rice with other selected cereals on idli batter fermentation and idli characteristics.

Journal of Food Science and Technology, 56(3), 1192–1201. https://doi.org/10.1007/ s13197-019-03582-3.

Rani, S., Singh, R., Sehrawat, R., Kaur, B. P., & Upadhyay, A. (2018). Pearl millet processing: A review. *Nutrition and Food Science*. https://doi.org/10.1108/NFS-04- 2017-0070.

Rathore, S. (2016). Millet grain processing, utilization and its role in health promotion: A review. *International Journal of Nutrition and Food Sciences, 5*(5), 318. https://doi. org/10.11648/j.ijnfs.20160505.12.

Ren, X., Chen, J., Molla, M. M., Wang, C., Diao, X., & Shen, Q. (2016). In vitro starch digestibility and in vivo glycemic response of foxtail millet and its products. *Food and Function, 7*(1), 372–379. https://doi.org/10.1039/c5fo01074h.

Saleh, A. S. M., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q. (2013). Millet grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12*(3), 281–295. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12012.

Samuel, K. S., & Peerkhan, N. (2020). Pearl millet protein bar: Nutritional, organoleptic, textural characterization, and in-vitro protein and starch digestibility. *Journal of Food Science and Technology, 57*(9), 3467–3473. https://doi.org/10.1007/s13197- 020-04381-x.

Sarita, E. S., & Singh, E. (2016). Potential of millets: Nutrients composition and health benefits. Journal of Scientific and Innovative Research, 5(2), 46–50. www. jsirjournal.com.

Setia, R., Dai, Z., Nickerson, M. T., Sopiwnyk, E., Malcolmson, L., & Ai, Y. (2019). Impacts of short-term germination on the chemical compositions, technological characteristics and nutritional quality of yellow pea and faba bean flours. *Food Research International, 122*, 263–272. https://doi.org/10.1016/j. foodres.2019.04.021.

Sharma, B., & Gujral, H. S. (2020). Modifying the dough mixing behavior, protein &

starch digestibility and antinutritional profile of minor millets by sprouting. *International Journal of Biological Macromolecules, 153*, 962–970. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.225.

Sharma, N., & Niranjan, K. (2018). Foxtail millet: Properties, processing, health benefits, and uses. *Food Reviews International, 34*(4), 329–363. https://doi.org/10.1080/87559129.2017.1290103.

Sharma, S., Saxena, D. C., & Riar, C. S. (2016). Analysing the effect of germination on phenolics, dietary fibres, minerals and γ-amino butyric acid contents of barnyard millet (Echinochloa frumentaceae). *Food Bioscience, 13*, 60–68. https://doi.org/ 10.1016/j.fbio.2015.12.007.

Sharma, S., Saxena, D. C., & Riar, C. S. (2017). Using combined optimization, GC–MS and analytical technique to analyze the germination effect on phenolics, dietary fibers, minerals and GABA contents of Kodo millet (Paspalum scrobiculatum). *Food Chemistry, 233*, 20–28. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.099.

Shigihalli, S., Ravindra, U., & Ravishankar, P. (2018). Effect of processing methods on phytic acid content in selected white finger millet varieties. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 7*(2), 1829–1835. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.220.

Singh, N., David, J., Thompkinson, D. K., Seelam, B. S., Rajput, H., & Morya, S. (2018).

Effect of roasting on functional and phytochemical constituents of finger millet (Eleusine coracana L.). 7(4), 414–418.

Singh, & Sarita. (2016). Nutraceutical and food processing properties of millets: a review. J Nutri Food Sci, 4(1), 1077. http://austinpublishinggroup.com/nutrition- food-sciences/fulltext/ajnfs-v4-id1077.php.

Siroha, A. K., & Sandhu, K. S. (2017). Effect of heat processing on the antioxidant properties of pearl millet (Pennisetum glaucum L.) cultivars. *Journal of Food Measurement and Characterization, 11*(2), 872–878. https://doi.org/10.1007/ s11694-016-9458-1.

Srilekha, K., Kamalaja, T., Maheswari, K. U., & Rani, R. N. (2019). Nutritional composition of little millet flour. International Research Journal of Pure and Applied Chemistry, 1–4. https://doi.org/https://doi.org/10.9734/irjpac/2019/v20i430140.

Srilekha, K., Uma Maheswari, K., Professor, M., Kamalaja, T., & Neela Rani, R. (2019). Evaluation of physical, functional and nutritional quality parameters of kodo millet flour. *~ 192 ~ Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8*(4), 192–195.

Suma, F. P. ; A. U. (2014). Influence of processing on physical properties of pearl millet (Pennisetum typhoideum) flour. Advances in Food Sciences, 36(3), 100–108.

Taylor, J. R. N., & Kruger, J. (2018). Sorghum and millets: Food and beverage nutritional attributes. In Sorghum and Millets: AACC International Press. AACCI. https://doi. org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00007-1.

Tumwine, G., Atukwase, A., Tumuhimbise, G. A., Tucungwirwe, F., & Linnemann, A. (2019). Production of nutrient-enhanced millet-based composite flour using skimmed milk powder and vegetables. *Food Science & Nutrition, 7*(1), 22–34. https:// doi.org/10.1002/fsn3.777.

Tyl, C., Marti, A., Hayek, J., Anderson, J., & Ismail, B. P. (2018). Effect of growing location and variety on nutritional and functional properties of proso millet (Panicum miliaceum) grown as a double crop. *Cereal Chemistry, 95*(2), 288–301. https://doi.org/10.1002/cche.10028.

Urooj, A. (2017). Impact of household processing methods on the nutritional characteristics of pearl millet (Pennisetumtyphoideum): A review. *MOJ Food*

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF WHEAT-UNRIPE PLANTAIN COMPOSITE COOKIES BASED ON PROXIMATE AND MINERIAL ANALYSIS.

Ezeofor Nebechi Jane (Ph.D)

Department Of Food Technology, Federal Polytechnic, Oko, Anambra State, Nigeria

ABSTRACT

Cookies represent the largest category of snack items among baked foods all over the world. It contains less moisture content, different varieties of cookies are used as one of the fast and nutritious snacks, cookies are popular as convenient food (Baljeet, 2014).This study evaluated the proximate composition, mineral evaluation and sensory properties of cookies produced from wheat and unripe plantain flour blends. Unripe plantain flour was produce using methods described by Ogundele and Hiam (2024). Unripe plantain was processed into flour and blend with wheat flour into different ratio of 70:30 (PWA), 60:40 (PWB) and 50:50 (PWC) of wheat-unripe plantain flour respectively, cookies were prepared using the method described by Oladebeye and Oladebeye .(2023). The method of A.O.A.C, (2012) was used for proximate, Calcium, magnesium, phosphorous and zinc content of the snacks samples were determined by the complexometric titration method described by Onwuka (2018). The sensory attributes of the cookies were evaluated using the method described by Iwe (2014). Twenty (20) panelists randomly selected from students of Department of Food Technology. The results of the sensory properties shows that all the cookies sample were accepted by the panelist. The general acceptability of the cookies shows the value of 8.28 for sample PWA, 7.92 for sample PWB and 7.98 for sample PWC. The proximate composition of the two best sample (PWA and PWC) shows that sample PWC recorded higher values for moisture (7.00%), ash (9.73%), crude fiber (4.50%), crude protein (19.15%) and crude fat (18.03%) more than sample PWA which recorded higher value in carbohydrate (53.15%) only. The mineral composition of the two best sample (PWA and PWC) shows that sample PWA recorded higher values for calcium (5.35mg/100g), magnesium (22.71mg/100g), phosphorous (0.15mg/100g), and iron (0.11mg/100g) more than sample PWC which recorded slightly higher value in zinc (4.30mg/100g) only. This shows that addition of unripe plantain flour improves the nutrient composition of the cookies. This study showed that unripe plantain can be used as partial replacement of wheat in cookies and bakery product in order to reduce the burden placed on wheat.

Keywords: Wheat-unripe plantain, cookies, characterization, proximate and mineral

INTRODUCTION

Cookies are nutritious ready-to-eat baked snacks available in different shapes and sizes. They are one of the most popular bakery items consumed among all age groups in many countries due to their creamy taste and low water activity which defines their long shelf life (Chauhan *et al.,* 2015; Usman *et al*., 2015) cookies constitute major component of human snacks in most part of the world. It is an unleavened crisp, sweet pastry made from wheat flour, shortening (hydrogenated fat) and sugar, and is usually made light by the addition of baking powder (a mixture of sodium carbonate, sodium bi-phosphate and cereal flour) (Oluwafemi and Seidu, 2017). Cookies are widely consumed and generally, they are rich in carbohydrates, fats and calories, but low in fiber, vitamins and minerals. Currently, fortification of cookies has evolved to improve its nutritional and functional quality (Loza *et al.,* 2017).

Wheat flour (*Triticum aestivum*. L) according to Masood *et al.* (2020), is the major ingredient for bread production and it can contribute to more than 50% of the total caloric intake worldwide. It has been confirmed that the entire grain is rich in nutrients such as minerals, protein, fat and fiber while the refined grain is generally starch (Senya *et al.,* 2021). Wheat is the ideal flour suitable for baking (Oluyemisi *et al*., 2021). The kernel consists of the wheat germ and the endosperm, which is full of starch and protein (Ndife *et al.,* 2014). Usually the whole grain is milled to leave just the endosperm for white flour, while the by-products of bran and germ are discarded. According to Olurin *et al.* (2020), the whole grain is a concentrated source of essential nutritional components such as vitamins, minerals, protein, fat and fiber while the refined grain is mostly

starch. Wheat therefore, is perhaps the most popular energy grain for the production of confectionary products, because of the unique properties of its protein (gluten) (Oluwafemi and Seidu, 2017).

Plantain (*Musa paradisiaca* L.) is a tree-like herb belonging to the Musaceae family. With its high starchy fruits, plantain fruit serves as a staple crop in most parts of the tropics including Nigeria. Unripe plantain fruits have high fiber contents which make it a diet for lowering of blood cholesterol and relieving of constipation thereby putting colon cancer at bay (Okareh, *et al.,* 2015). Plantain has a high demand for organic matter and thrives luxuriantly in waste dumpsites where they produce healthy bunch of fruits. Plantain is consumed in several forms: boiled, grilled, fried, kneaded, sautéed, braised and mashed. The starch contained in unripe plantain is mainly amylose and amylopectin and this is replaced by sucrose, fructose, and glucose during the ripening stage due to the hydrolysis of the starch (Adegunwa *et al*., 2020).Unripe plantain contains substantial amounts of potassium, magnesium and phosphate but low in fat (Adewale *et al.*, 2013). Unripe Plantains are rich in iron, potassium, B-complex vitamins and magnesium. It is also rich in dietary fiber and its consumption helps to cure anemia (Nwakalor and Obi, 2014).

Justification of the Study

Several cookies products in the country are imported and costly with increasing consumption. There is need for sustainable development by increasing use of our local agricultural products and reducing pressure on the nation's economy and saving scarce foreign resources spent on importation. Unripe plantain flour has shown potential as a source of nutrients and health advantages. Hence, the study on the quality evaluation of cookies produced from wheat flour and unripe plantain flours is very necessary as it will result in the development of biscuit with higher nutrition value. Also, when successful, it will provide better nutritious cookies which can be sold at a better cost than the commonly known 100 % wheat flour cookies. Also the success of this study will increase the storage and utilization of unripe plantain fruits which is currently underutilized because of it low shelf life.

Statement of Problem

The consumption of cookies in many countries, especially in Nigerians is on the rise due to urbanization, but there is a challenge to meet the supply and demand of the product in order to match the eating habit of consumers. Wheat flour, being the main ingredient for cookies production is imported into the country and this involves huge expenditure of foreign exchange resulting in high cost of bakery products. Inadequate wheat is grown locally to meet the demand of industries that uses wheat in making baked foods. Compositing wheat flour with locally available flours from other cereals, roots, tubers and legumes have successfully increased its nutritional quality and reduced cost of baked product (Aburime *et al*., 2021).The growing large market for confectioneries and pastries has encouraged replacement for wheat flour with local raw materials. Also governments in developing countries are encouraging policies aimed at assessing the possibility of using alternative local sources of flour as substitute for wheat flour (Sanni *et al.,* 2020). Hence, there is need for the use of composite flour from home grown sources for the production of some of the confectioneries consumed in the country. One of such crops that are abundantly grown in Nigeria is Plantain fruit. This study therefore seeks to investigate the possibility of producing acceptable cookies from the composite flours of wheat and unripe plantain.

Aim and Objectives of the Study

The work aimed at determining the proximate, mineral and sensory attributes of cookies from blend of wheat and unripe plantain flour.

The specific objectives of the study include:

- To process unripe Plantain into flour.
- To formulate composite flours from blends of wheat and unripe plantain flours.
- To produce cookies from the composite flours.

- To determine the proximate and mineral composition of the cookies.
- To determine the sensory acceptability of the cookies.

Scope of Study

The research focused on the production of cookies from the blends of wheat and unripe plantain flour. The cookies produced were analyzed to know their mineral compositions, as well as the sensory acceptability by consumers.

Statistical analysis was conducted on the data that was generated using version 25 of Statistical Package for Social Science (SPSS) software.

MATERIAL AND METHOD

Source of Material

Matured unripe plantain fruit, wheat flour, granulated sugar, fat, salt, baking powder, eggs and other ingredients used for cookies production were purchased from Eke Oko market. in Anambra State and taken to the Food Processing Laboratory of Department of Food Technology, Federal Polytechnic Oko, Anambra State, Nigeria; for processing

Sample Preparation

Processing of Unripe Plantain Flour

Unripe Plantain
↓
Cleaning
↓
Peeling
↓
Washing
↓
Slicing
↓
Blanching (80°C for 5mins)
↓
Drying (50°C-65°C for 5hrs)
↓
Milling
↓
Cooling
↓
Sieving
↓
Unripe Plantain Flour

Fig. 1: Flow chart for the production of Unripe Plantain flour.

Source: Ogundele and Hiam (2024).

Formulation of Blends

The composite flours for the production of cookies were formulated by blending wheat flour with unripe plantain flour in the ratio shown in the table below.

Table 1: Formulation of composite flours.

Samples	Wheat Flour	Unripe plantain Flour
PWA	70	30
PWB	60	40
PWC	50	50

Production of Wheat-Unripe Plantain Cookies

Cookies were prepared using the method described by Oladebeye and Oladebeye .(2023). 100% flour, 40% fat, 20% beaten eggs, 35% sugar, 20% milk, 20% salt and 1% baking powder. Fat and sugar were creamed together until fluffy. The flour, baking powder, milk, beaten eggs and salt were added and manually mixed in a bowl to form dough. The mixing was done manually because the quantity of mixture was too small for the use of a laboratory mixer. The dough was rolled to a uniform thickness on a rolling board and cut to a uniform diameter of 50mm using a cookie cutter and was placed in a greased baking tray and baked in a hot oven at 170°C for 20mins. The cookies were removed and allowed to cool on a rack, after which they were packaged in low-density polyethylene bags and kept in a plastic container at ambient temperature of 30-1° before further analysis.

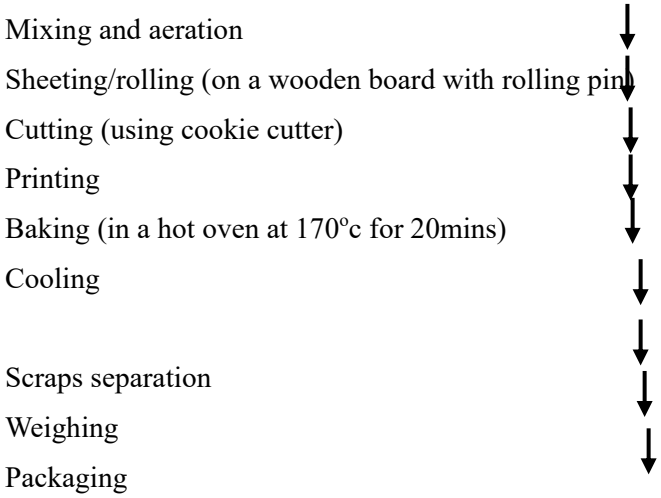


Fig.2: Flow chart for the production of cookies.

Evaluation of Sensory Properties of Wheat-Unripe plantain cookies

The sensory attributes of the cookies were evaluated using the method described by Iwe (2014). Twenty (20) panelists randomly selected from students of Department of Food Technology, Federal Polytechnic Oko, evaluated the colour, taste, aroma, texture, aftertaste and general acceptability of the snacks. The semi-trained panelists were instructed on how to evaluate the sensory attributes of the snacks prior to the exercise. Quality attributes of the bites were scored in a 9-point Hedonic scale. The degree of likeness was expressed as follows:

like extremely (9), like very much (8), like moderately (7), like slightly (6), neither like nor dislike (5), dislike slightly (4), dislike moderately (3), dislike very much (2), dislike extremely (1).

Proximate Analysis of Wheat-Unripe plantain Cookies

Determination of Moisture Content

The method of A.O.A.C, (2012) was used. Five grams (5g) of the sample was weighed into a previously weighed moisture can. The sample in the can was dried in the moisture extractor at 105°C for 3 hours. It was cooled in a dessicator and weighed. It was then, returned to the oven for further drying. Drying, cooling and weighing were done repeatedly at an hour interval until there was no further diminutions in the weight (i.e. a constant weight was obtained). The weight of moisture loss was calculated and expressed as a percentage of the weight of sample analyzed.

Calculation:

$$\% \text{ moisture content} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

Where,

W_1 = Weight of empty can;

W_2 = Weight of empty can + sample before drying;

W_3 = Weight of can + sample dried to a constant weight

Ash Content Determination

The AOAC (2012) method was used in determining the ash content of the flour samples. Clean dried crucibles were weighed on an electronic balance and 10g of sample weighed into the crucibles. The samples were dried in the moisture extraction oven until constant weights was obtained. Then, the sample was burnt to ashes in a muffle furnace at 550°C. When completely ashed, it was cooled in a dessicator and weighed. The weight of ash obtained was calculated by difference and expressed as a percentage of the weight of sample analyzed.

$$\% \text{ Ash content} = \frac{W_2 - W_1}{\text{Weight of sample}} \times 100\%$$

Where,

W_1 = weight of empty crucible;

W_2 = weight of crucible + Ash

Determination of Crude Fiber

Two grams of the sample was boiled in 150mls of 1.25% H_2SO_4 solution for 30 minutes. After washing in several portion of hot water, the sample was allowed to drain and dry before being transferred quantitatively to a weighed crucible where it was dried in the oven at 105^{0}C to a constant weight. It was thereafter taken to a muffle furnace where it was burnt until only ash was left of it by difference; the weight of fiber was obtained and expressed as a percentage of weight of sample analyzed. It was given by the formula below:

$$\% \text{ crude fibre} = \frac{W_2 - W_3}{\text{Weight of sample}} \times 100\%$$

Where,

W_2 = weight of crucible + sample after boiling, washing and drying.;

W_3 = weight of crucible + sample ashing.

Determination of Fat

The AOAC (2012) method was used. 10 g of the sample was weighed into a thimble carefully and put in the sample holder of the soxhlet extraction apparatus. A clean dried and weighed soxhlet extraction flask was filled with 250 ml of N hexane and the whole apparatus was assembled together, and the flask placed on the heating mantle and heated at 68°C. The fat was extracted for three hours. The drying, cooling and re-weighing of the sample was repeated until a constant weight is obtained. The percentage fat contained was determined thus;

$$\% \text{ fat} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

Where,

W_1 = weight of empty filter paper;

W_2 = Weight of paper + sample before defatting;

W_3 = weight of paper + sample after defatting

Determination of Crude Protein

This was done according to the method described by AOAC (2012). The total nitrogen was determined and multiplied with factor 6.25 to obtain the protein content. Half gram (0.5 g) of the sample was mixed with 10 ml of concentrated H_2SO_4 in a digestion flask. A tablet of selenium catalyst was added to it before it was heated under a fume cupboard until a clear solution was obtained (i.e. the digest). The digest was diluted to 100 ml in a volumetric flask and used for the analysis. 10 ml of the digest was mixed with equal volume of 45% NaOH solution in a Kjeldahl distillation into 10 ml of 4% buric acid containing three drops of mixed indicator (bromocressol green/methyl red). A total of 50 ml of distillates was collected and titrated against 0.02 N EDTA from green to a deep red end point. A reagent blank was also digested, distilled and titrated. The nitrogen and protein content was calculated using the formula below:

$$\% \text{ protein} = \% N_2 \times 6.25$$

$$\% N_2 = \frac{100}{10} \times \frac{N \times 14}{1000} \times \frac{Vt}{Va} \; T\text{-}B$$

Where,

Vt = Total digest volume (100 ml);

Va = Volume of digest analysed (10 ml);

T = Sample titre value;

B = Blank titre value

Determination of Carbohydrate

Carbohydrate content was determined by difference. It was calculated using the formula below:

% carbohydrate = 100 - % (moisture + crude protein + ash + crude fibre + crude fat).

Mineral Analysis of Wheat-Unripe Plantain Cookies

Determination of Calcium and Magnesium:

Calcium and magnesium content of the snacks samples were determined by the complexometric titration method described by Onwuka (2018). Twenty milliliters of the samples extract was dispersed into conical flask

and treated with pinches of the masking agents (Hydroxylamine hydrochloride, Sodium cyanide and Sodium ferrocyanide). Theflask was shaken and the mixture dissolved. Twenty milliliters of ammonia buffer was added toit to raise the pH to 10.00. The mixture was titrated against 0.02N EDTA solution usingErichrome Black T as indicator. A reagent blank was also titrated and titration in each case wasdone from deep red to a permanent blue end point. The titration value represents both Ca^{2+} andMg^{2+} in the test sample. The analysis was repeated to determine Ca^{2+} alone in the test samples.Titration of calcium alone was done in similarity with the above titration, 10% NaOH was used in place of ammonia buffer and solechrome dark blue indicator in place of Erichrome black T.Total calcium and magnesium content were calculated separately using the following formula:

$$\text{Ca/Mg (mg/mg)} = \frac{100}{W} x \frac{T-B(NxCa/Mg)}{Va} x \frac{Vf}{1}$$

Where,

W= Weight of sample

T = Titre value of sample

B = Titre value of blank

Ca = Calcium equivalence

Mg =Magnesium equivalence

Va = Volume of extract titrated

Vf = Total volume of extract

N=Normality of titrant (0.02N EDTA).

Determination of Phosphorus

Phosphorus content of the samples was determined according to the method described by Onwuka (2018) by using hydroquinone as a reducing agent. Five milliliters (5ml)of the test solution was pipetted into 50ml graduated flask. Then, 10ml of molybdate mixture was added and diluted to mark with water. It was then allowed to stand for 30m for color development. The absorbance was measured at 600nm against a blank. A curve relating absorbance to mg phosphorus present was plotted. Using the phosphorus standard solution, andfollowing the same procedure for the sample, a standard curve was plotted to determine theconcentration of phosphorus in the sample.

$$\text{Phosphorus} = \frac{GraphreadingxSolutionvloume}{100}$$

Determination of Zinc

Zinc was determined by the procedure described by Onwuka (2018). Zinc standard was prepared. The standard solution was used to calibrate the instrument read out. The meter reading was at 100% E (emission) to aspire the top concentration of the standards. The percent emissions of all the intermediate standard curves were plotted on linear graph paper with these readings. The snacks sample solution was aspired on the instrument and the readings (% emission) were recorded. The concentration of the element in the sample solution was read from the standard curve and zinc calculated as follows:

$$\text{Zinc} = \frac{ppmx\ 100\ xDf}{1000}$$

Where,

Df = Dilution factor

ppm = part per million

Determination of Iron

The iron content of the sample was determined by spectrophotometric method of AOAC (2012). Five millimeters of the samples was first digested with 20ml of acids mixture (650ml concentrated HNO_3, 80ml perchlonic acid and 20ml concentrated H_2SO_4). The digest was diluted by making up to 100ml with water. Two milliliters (2ml) of the flakes solution was pipette inside a flask before 3ml buffer solution, 2ml hydroquine solution and 2ml bipyridyl solution were added. The absorbance reading was taken at wavelength of 520nm and the blank was used to zero the instrument. Also, a standard solution of iron was prepared by dissolving 3.512g of $Fe(NH_4)_2.(SO_4)$. $6H_2O$ in water and two drop of 0.5N HCL was added and diluted to 500ml with distilled water. The iron standard was further prepared at different concentration at 2ppm to

10ppm by diluting with distilled water. Three milliliters (3ml) of buffer solution, 2ml of hydroquinone solution and 2 ml of bipyridtyl solution was added. Absorbance reading was taken at 520nm. The readings were used to plot a standard iron curve for extrapolation.

Statistical Analysis

The Statistical Package for Social Science (SPSS) version 25.0 software was used to analyze the data. Duncans Multiple Range Test was used to detect significant differences ($p < 0.05$) among the sample means using Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan Multiple Range Test (DMRT) for separation of significant means.

Results

Table 2: Sensory qualities of Wheat-Unripe plantain cookies

Samples	Color	Texture	Flavor	Taste	Mouth feel	Overall Acceptability
PWA	8.40^{a}±0.69	8.30^{a}±0.82	7.80^{a}±1.22	8.50^{a}±0.53	8.40^{a}±0.69	8.28^{a}±0.43
PWB	8.00^{a}±0.66	7.20^{b}±1.17	8.00^{a}±0.81	7.90^{a}±0.88	8.40^{a}±0.69	7.92^{a}±0.48
PWC	7.90^{a}±0.99	7.90^{ab}±0.99	7.90^{a}±0.87	8.30^{a}±0.82	7.90^{a}±1.28	7.98^{a}±0.82

*Values are means ± standard deviations of sensory evaluation. Means with the same superscript in the same column are not significantly different at $p< 0.05$.

Keys:

PWA: 70:30 Wheat-Unripe Plantain cookies

PWB: 60:40 Wheat-Unripe Plantain cookies

PWC: 50:50 Wheat-Unripe Plantain cookies

Table 3: Proximate composition of Wheat-Unripe plantain cookies

Samples	PWA	PWC
Moisture (%)	2.87±0.11	7.00±0.87
Crude Ash (%)	4.37±0.98	9.37±1.02
Crude Fiber (%)	2.33±0.28	4.50±0.87
Protein (%)	17.82±3.69	19.15±0.92
Crude Fat (%)	16.70±0.17	18.03±0.02
Carbohydrate by difference (%)	53.15±5.24	42.76±3.49

*Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.

Keys:

PWA: 70:30 Wheat-Unripe Plantain cookies

PWC: 50:50 Wheat-Unripe Plantain cookies

Table 4: Mineral composition of Wheat-Unripe plantain Cookies

Samples	PWA	PWC
Phosphorous (mg/100g)	0.15±0.01	0.15±0.01
Calcium (mg/100g)	5.35±0.01	4.86±0.01
Magnesium (mg/100g)	22.71±0.10	11.17±0.20
Zinc (mg/100g)	4.08±0.12	4.30±0.20
Iron (mg/100g)	0.11±0.01	0.08±0.01

*Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.

Keys:

PWA: 70:30 Wheat-Unripe Plantain cookies

PWC: 50:50 Wheat-Unripe Plantain cookies

Sensory Qualities of Wheat-Unripe plantain Cookies

The results of the sensory evaluation of cookies produced from wheat and unripe plantain flour are presented in Table 2. The mean scores recorded for color of the samples ranged from 7.90 to 8.40. The cookie sample containing 50% unripe plantain flour and 50% wheat flour (PWC) recorded the least score while the sample containing 30% unripe plantain flour and 30% wheat flour (PWA) recorded the highest score. The results showed that incorporation of unripe plantain flour in the formulation slightly reduced the preference for the color of the cookies. Color according to Feyera (2020) is a very significant parameter in judging well prepared cookies. This attribute reflects the suitable raw material used for the preparation and also provides information about the formulation and quality of the product. Ogundele and Hiam. (2024) reported slightly lower value of 6.63-7.35 for colour of cookies produced from blend of wheat, whole wheat and unripe plantain flours.

The scores adjudged for the texture of the samples ranged from 7.20 to 8.30 with sample PWB (60% wheat flour and 40% unripe plantain flour) having the least score and sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) having the highest score. The results revealed that the samples varied significantly ($p < 0.05$) from one another. This shows that the addition of unripe plantain flour in the cookies improves it texture.

There was no significant difference ($p > 0.05$) in the flavor and mouth feel of the cookies samples. Their mean scores ranged from 7.80 – 8.00 for flavor, and 7.90 – 8.40 for mouth feel. These scores according to 9 point Hedonic scale means that the preference for these attributes of the cookies ranged from 'like moderately' to 'like very much'. This shows that the addition of unripe plantain flour improves the flavor and mouth feel of the cookies. This is not in agreement with the study of Racheal and Margaret. (2016) who reported lower range of flavor (6.35-6.65) and mouth feel (6.70-6.90) for the sensory evaluation of cookies produce from the blend of wheat-unripe plantain-watermelon seed cookies. Variation in spice and raw material might be the reason for the difference.

The mean scores for the taste of the cookies samples ranged from 7.90 to 8.50. Sample PWB(60% wheat flour and 40% unripe plantain flour) had the lowest score while sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) had the highest score. There was no significant difference ($p > 0.05$) between taste of the samples as the panelists rated all the cookies sample high. Ogundele and Hiam, (2024) reported lower range of 6.35-7.15 for the taste of cookies produced from wheat-whole wheat-unripe plantain.

The scores for overall acceptability ranged from 7.92 to 8.28 with sample PWB (60% wheat flour and 40% unripe plantain flour) having the lowest score and sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) having the highest score. Statistically, there was no significant difference ($p > 0.05$) in the overall acceptability of all the cookies samples but numerically, the results revealed that all the composite samples containing lower amount of unripe plantain recorded higher scores than that of the higher amount. Hence, It was based on this sensory evaluation results that samples PWA and PWC were selected for further analysis in order to ascertain the proximate composition of the cookies

Proximate composition of Wheat-unripe plantain cookies

Table 3 shows the results of the proximate composition of cookies produced from blends of wheat flour and unripe plantain flour. The moisture content sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) and PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour) were 2.87 % and 7.00 % respectively. The moisture content recorded for the cookies in the present study is lower than 3.31 – 4.15 % reported by Ogundele and Hiam, (2024) for cookies produced from blends of wheat, whole wheat and unripe plantain flours. Duru-anyanwu and Obiegbuna(2023) reported slightly higher moisture content ranging from 4.53 – 8.97 for cookies produced from blends wheat, unripe plantain and moringa leaf. The variation in the moisture content can be attributed to differences in the raw materials used as well as processing method. Moisture content in excess of 14% facilitates the growth of microorganism, which in turn causes spoilage and low nutritional qualities of the food products (Dabel *et al.,* 2016). Therefore, the low moisture content obtained in this study is desirable for the prevention of microbial activities and extension of the shelf-life of the cookies if protected from absorbing moisture through proper packaging (Ogunlakin *et al.,* 2022).

The ash contents of the cookies samples were 4.37 % for sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) and 9.73% for sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). These values are not in agreement with the results of Adebayo-Oyetoro *et al*. (2016) who reported ash content ranging from 0.62 – 2.67 % for ginger spices cookies produced from wheat and unripe plantain. Lower ash contents ranging from 2.56 – 2.96 % were also reported for cookies produced from wheat, unripe plantain and germinated fluted pumpkin seed composite flour (Bello *et al.,* 2020). Differences in the raw material composition could be the reason for the varied results. The ash content of a food material could be used as an index of mineral constituents of the food because ash is the inorganic residue remaining, after the water and organic matter have been removed by heating in the presence of an oxidizing (Duru-anyanwu and Obiegbuna, 2023) The higher ash content recorded for this study indicates that the blends will contribute more minerals when consumed.

Sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour) contains higher amount of fiber 4.50% more than sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) which contains 2.33% fiber. The fiber content increased with high amount of unripe plantain flour in the cookies. Fiber composition is a measure of the quality of indigestible cellulose, pentose, lignin and other components present in food ,it also has little food value, but plays a vital role in increased utilization of nitrogen and absorption of some other micronutrients and provides bulk necessary for peristaltic action in the intestinal tract (Obinna-Echem *et al.,* 2020). The fibre contents obtained in this study were lower than 7.98 – 12.47 % reported by Ogundele and Hiam(2024) for cookies produced from wheat-whole wheat-unripe plantain flour. The varied results could be due to differences in the spice of raw material used.

Protein plays an important role in the organoleptic properties of food products and acts as a source of amino acids in the food" (Tahergorabi and Hosseini, 2017). The crude protein contents of the samples were 17.82 % for sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) and 19.15 % for the sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). These values are higher than 6.56 – 10.57 % reported for wheat-unripe plantain-moringa leaf cookies (Duruanyanwu and Obiegbuna, 2023) The value are also higher than 2.44-6.81% reported for cookies produced from wheat, unripe plantain and watermelon flour (Racheal and Margaret, 2016). The difference in the value may be due to the different in spice of unripe plantain and formulation of raw material. The high protein content of the samples accounts that the cookies may contribute little protein to the diet.

The crude fat content of the cookies were 16.70 % and 18.03 % respectively for sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) and PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). These values

are than 21.53 – 25.11 reported by Racheal and Margaret (2016) for wheat-unripe plantain-watermelon seed cookies. Bello *et al.* (2022) also reported higher range of 19.84-22.67 for cookies produced from wheat, unripe plantain and pumpkin seed composite flour. The varied results could be attributed to the differences in the raw materials used and also because of the function of the butter used in the cookies (Obinna-Echem*et al.,* 2020). High-fat content in food especially baked products can create the challenge of rancidity during storage, although fat facilitates absorption of fat-soluble vitamins, provides essential fatty acids and important volatile compounds for flavor and sensory qualities (Offia-Olua *et al.,* 2019).

Sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) contained higher carbohydrate more than the sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). Their respective values were 53.15 % and 42.76 %. These values fell within the range of 39.06 – 51.82 % reported by Ogundele and Hiam (2024) but lower than 51.87 – 56.55 % reported by Racheal and Margaret (2016). The high carbohydrate content of the cookies suggests that it could be a better source of energy. Energy is needed to drive the metabolic activity by cells such as active transport, respiration, circulation, physical work and maintenance of body temperature among others (Duruanyanwu and Obiegbuna, 2024).

Mineral composition of Wheat-Unripe plantain cookies

The mineral composition of cookies produce from blend of wheat and unripe plantain flour are presented in Table 4. The phosphorus content of the cookies was generally low. There values were 0.15 mg/g in samples PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) and 0.15 mg/g in sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). The two samples recorded the same amount of phosphorous. These values are much lower compared to 275.00 to 346.67 mg/100g reported by Oguntoyinbo *et al.* (2023) for wheat-unripe plantain-green pea composite flour cookies. Racheal and Margaret. (2016) also reported higher phosphorus content of 1.20-1.46 mg/100g for wheat-unripe plantain-watermelon seed cookies. The variation of the value could be difference in raw material composition. Phosphorus is important for normal cell growth and repair, bone growth, kidney function as well as in the maintenance of blood sugar levels and normal heart contraction (Chisom and Okenwa, 2021). The value recorded for phosphorus in this study indicates that the cookies will not be a good source of this essential element.

The calcium contents of the samples were 5.35 mg/100g for sample PWA and 4.87 mg/100g for sample PWC. Sample PWA (70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) recorded higher calcium content than sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). These values were higher than 0.42 – 0.49 mg/100g reported for wheat-unripe plantain-watermelon seed cookies (Racheal and Margaret, 2016). But the value are in close range of 5.05-6.20 reported for wheat-whole wheat-unripe plantain composite cookies (Ogundele and Hiam, 2024). The U.K. Department of Health recommended reference nutrients intake of 1000 mg/day of Calcium for adult and 550 mg/day for infants and children (Pravina *et al.,* 2013). Thus, to meet the recommended reference intake of calcium, the cookies should be consumed in accompaniment with other calcium rich or fortified beverage such as milk. Calcium helps in the formation of bones and also provides support and rigidity to skeletal bones. It is important in regulation of the tone and contractility of heart and acts as an antidote to the depressant action of potassium (Pravina *et al.,* 2013).

The magnesium contents of the samples were 11.17 mg/100g and 22.71 mg/100g for sample PWC and PWA respectively. Sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) recorded very high magnesium content more than sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). This could be because of high magnesium which has been reported in wheat. The high magnesium content of the cookies is of health significance as magnesium is beneficial for potassium, and calcium metabolism, insulin function as well as in prevention of circulatory and coronary heart diseases (Betty *et al.,* 2016). Magnesium is also important for the proper functioning of the cardiovascular system, as it helps regulate the contraction and relaxation of muscles, including the heart muscle (Faryadi, 2012).The magnesium content obtained in this study are higher than 0.03 – 0.06 mg/100g reported by Ogundele and Hiam. (2024) but lower than 57.19-289.30 reported by Chinma*et al.* (2012) for unripe plantain-sesame seed composite cookies. Diffrence in formulation and specie of raw material could be the reason for the varation.

The zinc contents of the samples were 4.30 mg/100g for sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour).and 4.08mg/100g for sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour).The results showed that the composite cookies contained high zinc and iron content. The value recorded in this study is

higher than 1.55-1.71 reported for wheat-unripe plantain-watermelon seed composite cookies (Racheal and Margaret, 2016).Ogundele and Hiam. (2024) also reported lower range of 0.49-0.67 for cookies produce from wheat, whole wheat and unripe plantain flour. Zinc is needed for growth and for maintenance of immune function and enhances both the prevention of recovery from infectious diseases. itis also a trace element important for body immunity and an antiviral mineral, critical for the development and function of immune cells, and thus, reported to be medicinal (Achi *et al*., 2017).

The iron content of the samples was 0.08 mg/g and 0.11 mg/g for sample PWC and PWA respectively. Sample PWC (50% unripe plantain flour and 50% wheat flour). had the lowest value while sample PWA(70% wheat flour and 30% unripe plantain flour) had the highest value. Though, the iron content values of the cookies were generally low. The iron contents obtained in this study are lower than the recommended daily intake for infants and children (5.90mg/day to 6.20mg/day), adolescents (9.30mg/day to 20.70mg/day for female and 9.70mg/day to 12.5mg/day for males) and adults (19.60mg/day for females and 9.10mg/day for males) respectively (FAO/WHO, 1998). Iron is an essential trace element which plays vital roles such as hemoglobin formation and oxidation of fats, protein and carbohydrates. It is highly required for replenishment of blood in menstruating women and much more in pregnant women for proper development of the fetus (Kiin-Kabari *et al.,* 2021). Hence, the cookies need to be eaten in accompaniment with other foods in order to meet up with the required daily intake.

Conclusion

The study has shown that cookies can be produced from blends of wheat flour and unripe plantain flour. Unripe plantain flour was successfully processed and incorporated into wheat-based composite flours for cookies production. The addition improved the proximate and mineral composition of the cookies indicating enhanced nutritional quality. The results of the sensory evaluation revealed that the whole samples were appreciated. The cookies produced from 70:30 and 50:50 wheat-unripe plantain were the most accepted samples and their proximate analysis results showed an improvement in their crude fat, crude protein, ash, crude fiber and carbohydrate content. The findings support the potential of unripe plantain flour as a functional ingredient and partial wheat substitute in baked products.

REFERENCES

Aburime, L. C., Ene-Obong, H. N. & Oku, E. D. (2021).Functional properties and sensory evaluations of 'chin-chin', bread and biscuits produced from composite flours from african yam bean, orange fleshed sweet potatoes, plantain, cocoyam, maize, and wheat. *European Journal of Food Science and Technology*, 9(1),18-36.

Achi, N. K., Onyeabo, C., Ekeleme-Egedigwe, C.A. & Onyeanula, J.C. (2017). Phytochemical, proximate analysis, vitamin and mineral composition of aqueous extract of *Ficuscapensis*leaves in South Eastern Nigeria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7:117-122.

Adebayo-Oyetoro, A. O., Ogundipe, O. O., Azoro, C. G., & Adeyeye, S. A. O. (2016). Production and evaluation of ginger spiced cookies from wheat-plantain composite flour. *Pac. J. Sci. Technol*, *17*, 281-287.

Adegunwa, M. O., Bamidele, B. O., Alamu, E. O.& Adebanjo, L. A. (2020). Production and quality evaluation of cookies from composite flour of unripe plantain (Musa paradisiaca), groundnut (Arachishypogaea L.) and cinnamon (Cinnamomumvenum). *Journal of Culinary Science & Technology*, *18*(5), 413-427.

Adewale, I. O., Adefila, A., & Adewale, T. B. (2013). Changes in amylase activity, soluble sugars and proteins of unripe banana and plantain during ripening. *Annual Research & Review in Biology*, *3*(4), 678-685.

Akusu, O. M., Kiin-Kabari, D. B., & Isah, E. M. (2019). Effects of processing methods on the nutrient composition and sensory attributes of cookies produced from wheat and sesame seed flour blends. *International Journal of Nutrition Science and Food Technology*, *5*(5), 34-40.

AOAC (2012) official Methods of Analysis (13th edn). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC

Asefa, B., Assefa, H., Girma, G., Tsehanew, H., & Shemsadin, F. (2017). The physicochemical and sensory characteristic of cookies baked from wheat flour and mango pulp. *Food Science and Quality Management*, *65*, 16-21.

Baljeet .S.Y. (2014). Effect of incorporation of carrot pomace powder and germinated chickpea flour on the quality characteristics of biscuits. *International Food Research Journal*, *21*(1).234-258.

Bello, F. A., Akpan, M. E., & Sodipo, M. A. (2020). Physicochemical and sensory properties of cookies produced from wheat, unripe plantain and germinated fluted pumpkin seed composite flour. *Food Science and Quality Management*, *96*, 36-43.

Betty, T., Jacob, K. A., Faustina, D. W. & Elsa, I. O. (2016). Water melon Seeds as Food: Nutrient Composition, Phytochemicals and Antioxidant Activity. *Int. J. Nutr. Food Sci.*; 5(2), 139 -144.

Blessing D P ,Fehintola E U, Ozioma U A.(2022)Food and Health Value Potentials of Unripe Plantain (Musa paradisiaca) from its Chemical and Nutritional Compositions. *J PhysChemBiophys*, Vol.12 Iss.1 No:1000320

Boris, N. T. J., Laurette, N. N., & Modestine, K. S. M. (2023). Plantain (Musa paradisiaca L.): Production, Consumption and Processing in Cameroon. *American Journal of Food Science and Technology*, *11*(1), 8-14.

Chinma, C. E., & Gernah, D. I. (2007). Physicochemical and sensory properties of cookies produced from cassava/soyabean/mango composite flours.

Chisom, F. & Okenwa, U. I. (2021). Phytochemical and nutritional profile of *Tetrafonia tetragonioides* leaves grovon in southeastern Nigeria. *Chemsearch Journal,* 12(2): 1-5.

Dabei, N., Igbabul, B.D . Amove, J., & Iorliam,B. (2016). Nutritional composition, physical and sensory properties of cookies from wheat, acha and mungu bean composite flour. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(6), 401-406.

Duru-anyanwu, A. B., & Obiegbuna, J. E. (2023). Proximate Composition and Microbiological Evaluation of Cookies Produced from Whole Wheat Flour, Unripe Plantain Flour (R. *markham* and *Moringa oleifera* Leaf Powder). *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, *2*(4), 571-582.

Faryadi, Q. (2012). The magnificent effect of magnesium to human health: a critical review. *International Journal of Applied*, *2*(3), 118-126.

Feyera, M. (2020). Review on some cereal and legume based composite biscuits. *Int J AgricSc Food Technol,* 6(2),101-109.

Freeland, K. R., Anderson, G. H. & Wolever, T. M. S. (2009). Acute effects of dietary fibre and glycaemic carbohydrate on appetite and food intake in healthy males. *Appetite*; 52(1): 58-64.

Gernah, D. I., &Anyam, K. (2014). Production and quality assessment of protein–rich biscuits from blends of wheat and defatted sesame flours. *International Journal of Food Processing Technology*, *1*(1), 27-31.

Jideani, I. A., & Jideani, V. A. (2011). Developments on the cereal grains Digitariaexilis (acha) and Digitariaiburua (iburu). *Journal of food science and technology*, *48*, 251-259.

Kaut, A. H. E. E., Mason, H. E., Navabi, A., O'Donovan, J. T., &Spaner, D. (2008). Organic and conventional management of mixtures of wheat and spring cereals. *Agronomy for Sustainable Development*, *28*, 363-371.

Kerbel, E. (2004). Banana & Plantain. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and Nursery stocks*, 224.

Kiin-Kabari, D. B., Mbanefo, C. U. & Akusu, O. M. (2021). Production, Nutritional Evaluation and Acceptability of Cookies Made from a Blend of Wheat, African Walnut, and Carrot Flours. *Asian Food Science Journal* 20(6): 60-76.

Kumar, P., Yadava, R. K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R. K. & Yadav, S. (2011). Nutritional contents and medicinal properties of wheat: a review. *Life Sciences and Medicine Research*, *22*, 1-10.

Loza, A., Quispe, M., Villanueva, J., & P Peláez, P. (2017). Development of functional cookies with wheat flour, banana flour (Musa paradisiaca), sesame seeds (Sesamumindicum) and storage stability. *ScientiaAgropecuaria*, *8*(4), 315-325.

Masood, S., Attiq, R., Shahid, B., Muhammad, I., Palwasha, K., Tara, K., Faiza, I., Hafiza, M., Sana, F., Bahisht, R. & Nida, J. (2020). Proximate and Sensory Analysis of Wheat Bread Supplemented with Onion Powder and Onion Peel Extract. *Bioscience Research,* 17(4), 71-78.

Ndife, J., Kid, F. & Fagbemi, S. (2014). Production and Quality Assessment of Enriched Cookies from Whole Wheat and Full Fat Soya. *European Journal of Food Science and Technology,* 2(1),19-28.

Nwakalor, C. N., & Obi, C. D. (2014). Formulation and sensory evaluation of sorghum based weaning food fortified with soybean and unripe plantain flour. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, *3*(5), 387-390.

Obinna-Echem, P. C., & Robinson, E. S. (2019). Proximate composition, physical and sensory properties of biscuits produced from blends of maize (Zea mays) and tigernut (Cyperusesculentus) flour. *Sky Journal of Food Science*, *7*(2), 30-36.

Obinna-Echem, P. C., Wachukwu-Chikaodi, H. I., & Dickson, O. A. (2020). Functional properties of tigernut and cowpea flour blends. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, *2*(6)..

Offia-Olua, B. I., Onwuzuruike, U. A., & Okoroafor, O. S. (2019). Effect of processing on dietary fibre, proximate and functional properties of soybean (Gyycine max mer.) and African yam bean (Sphenostylisstenocarpa) flour samples. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, *5*(3), 369-383.

Ogundele, O. O., & Hiam, M. N. (2024). Chemicals, Physical and Sensory Properties of Cookies Produced from Wheat (Triticum aestivum), Whole Wheat (Triticumaestivum), and Unripe Plantain (Musa paradisiaca l.) Flour Blends. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, *3*(3), 582-599.

Ogunlakin, G. O., Ajala, F. O., & Olajire, A. S. (2022). Nutritional composition of wheat, mushroom (Pleurotusostreatus) and Unripe Plantain (Musa paradisiaca) Flour Blends. *Asian Food Science Journal*, *21*(7), 14-23.

Oguntoyinbo, O. O., Folarin, M. F., & Kareem, K. O. (2023).Quality evaluation of cookies produced from wheat, unripe plantain flour and green pea flour.*Journal of Agricultural Engineering and Technology (JAET)* Volume (3)

Okareh, O. T., Adeolu, A. T., &Adepoju, O. T. (2015). Proximate and mineral composition of plantain (Musa Paradisiaca) wastes flour; a potential nutrients source in the formulation of animal feeds. *African Journal of Food Science and Technology*, *6*(2), 53-57.

Oko, A. O., Famurewa, A. C., &Nwaza, J. O. (2015). Proximate composition, mineral elements and starch characteristics: study of eight (8) unripe plantain cultivars in Nigeria. *British Journal of Applied Science & Technology*, *6*(3):285.

Oladebeye,A.O.,& Oladebeye, A.A. (2023). Physicochemical and nutritional properties of baby-led cookies produced from rice, banana and cashew-nut flour blends. European Journal of Nutrition & Food Safety,*15*(7),14-25

Olurin, T. O., Ogunmoyela, O. A. B., Dudu, O. E. & Adubi, T. A. (2020). Cookies-making potentials of sorghum-wheat flour blends. *Anchor University Journal of Science and Technology*, *1*(2), 44-51.

Oluwafemi, G. I., & Seidu, K. T. (2017). Quality evaluation of composite bread produced from wheat, cassava, plantain corn and soy-bean flour. *American Journal of Food Science and Nutrition*, 4(4), 42-47.

Oluyemisi E. A. Bosede F. O. Olusegun J. O. & Opeyemi A. O. (2021).Evaluation of Cookies produced from blends of Wheat, Soybean and Corn Flours. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 12, Issue 6, ISSN 2229-5518

Onwuka, G. I. (2018). Food analysis and instrumentation. Theory and Practices. Revised Edition. Napthali Print, Lagos. 10-20.

Pravina, P., Sayaji, D. and Avinash, M. (2013). Calcium and its role in human body. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*; 4(2):659-668.

Racheal, O. O., & Margaret, A. A. (2016). Quality characteristics of cookies produced from composite flours of unripe plantain, wheat and watermelon seed. *Indian Journal of Nutrition*, *2*(2), 1-8.

Sanni, T. A., Gbolagade, O. H., Ogunbusola, E. M. &Araoye, K. T. (2020).Quality assessment of cookies made from composite flour of wheat, sorrel seed protein isolate and yellow cassava flours. *J Microbiol Biotech Food Sci*.9(6), 1073-1079.

Senya, E. K., Kwaatemaa, F. & Sitsofe, K. R. (2021). Production and Acceptability of Tit-Bits Made From Wheat and Tiger Nut Flour Blends. *International Journal of Academic and Applied Research,* 5(1), 142-147.

Tahergorabi, R., & Hosseini, S. V. (2017). Proteins, peptides, & amino acids. In *Nutraceutical and functional food components* (pp. 15-38). Academic Press.

Usman, G. O., Ameh, U. E., Alifa, O. N. & Babatunde, R. M. (2015). Proximate composition of biscuits produced from wheat flour and maize bran composite flour fortified with carrot extract. *Journal of Nutrition and Food Sciences,* 5(3),*256-283*

NANO-ENCAPSULATED MANGOSTEEN PEEL: AN ECONOMIC EVALUATION OF ITS USE AS A PHYTOGENIC ADDITIVE IN APEC-INFECTED BROILERS

Ristina Siti Sundari[1*], Andri Kusmayadi[2]

1 Agribusiness Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Jl. PETA No. 177 Tasikmalaya 46115. https://orcid.org/0000-0002-5310-8520

2 Husbandary Study Program, Agricultural faculty, Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Jl. PETA No. 177 Tasikmalaya 46115. https://orcid.org/0000-0002-7384-7072

ABSTRACT

Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) infections heavily compromise intensive broiler production by decreasing biological performance and increasing operational costs. While mangosteen peel extract serves as a sustainable phytogenic alternative, and nanocapsule technology optimizes active compound delivery, the economic viability of this integration has not been validated. This study evaluates the economic impact of dietary mangosteen peel extract nanocapsules in APEC-challenged broilers. Economic assessments were conducted using the Income Over Feed Cost (IOFC) and Break-Even Value (BEV) methods, along with sensitivity simulations. The study also established economic price thresholds for active ingredients (P_{aBE} and P_{EFE})) against feed efficiency variations and market dynamics. Dietary inclusion of nanocapsules significantly improved feed efficiency and profit margins, with the highest financial returns observed in carcass-based marketing frameworks. Furthermore, adaptive economic price thresholds for the active ingredients were successfully defined to account for efficiency gains and market fluctuations. Implementing mangosteen peel extract nanocapsules provides a financially viable and sustainable feed strategy for the poultry industry. These findings offer a robust framework to mitigate economic losses from disease challenges.

Keywords: Broiler; infecyed; mangosteen peel extract

• INTRODUCTION

The poultry industry, particularly broiler production, is a cornerstone of global food security and local economies due to its rapid production cycles and robust market demand. However, intensive production systems inherently elevate the risk of infectious diseases. Among the most detrimental pathogens is Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC), the causative agent of colibacillosis, which manifests as septicemia, peritonitis, and severe organ lesions (Konold *et al.*, 2020). Beyond high mortality rates, APEC infection inflicts severe economic losses via depressed harvest weights, elevated feed conversion ratios (FCR), increased veterinary costs, and downgraded carcass quality (Konold *et al.*, 2020); (Pratiwi and Noviadi, 2018).

Historically, the poultry sector relied heavily on subtherapeutic antibiotics to mitigate pathogen challenges and promote growth. However, the resulting surge in antimicrobial resistance (AMR) poses unprecedented threats to animal, human, and environmental health (FAO et al., 2016). This global crisis has triggered stringent regulatory bans and intense consumer pressure for residue-free poultry products, accelerating the search for safe, potent, and cost-effective phytogenic feed additives (PFAs). Phytogenics derived from agro-industrial waste, such as mangosteen peel (*Garcinia mangostana* L.), offer a promising alternative. Rich in bioactive xanthones (α and γ -mangostin), tannins, and flavonoids, mangosteen peel exhibits potent antimicrobial actions against Gram-negative pathogens, alongside robust antioxidant and immunomodulatory properties (Bharucha *et al.*, 2018; Pabich, 2019).

Despite this biological potential, the direct application of raw plant extracts in animal feed faces critical technical bottlenecks. Bioactive phytochemicals, particularly lipophilic xanthones, are highly susceptible to thermal and oxidative degradation during feed processing, exhibit poor aqueous solubility, and suffer from limited intestinal bioavailability (Ruocco *et al.*, 2020). Furthermore, strong palatability profiles (taste or odor) can depress feed intake. Nanocapsulation technology addresses these limitations by embedding extracts within nanoscale polymer or lipid matrices. This engineering approach shields active compounds from harsh

gastrointestinal environments, masks offensive odors, ensures homogeneous mixing in feed premixes, and enables targeted, controlled release in the broiler gut (Bharucha *et al.*, 2018; Pabich, 2019).

While the biological efficacy of nanencapsulated phytogenics is increasingly documented, biological superiority alone does not guarantee commercial adoption. Farm-level technology integration is fundamentally dictated by economic viability. Feed costs regularly command over 50–70% of total broiler production expenditures, making operational margins exceptionally sensitive to minor fluctuations in FCR and market prices (Choeroni, 2023; Penstate, 2023). Consequently, practitioners rely heavily on Income Over Feed Cost (IOFC) as a decisive financial metric to gauge whether the added cost of a novel additive is offset by improved biological performance.

Currently, a critical knowledge gap exists at the intersection of nanotechnology, poultry pathology, and production economics. While separate studies investigate the antimicrobial traits of mangosteen or the mechanics of nanocapsules, empirical literature that translates these laboratory-scale biological triumphs into comprehensive IOFC and break-even analyses under live-pathogen challenges remains virtually nonexistent. This lack of economic validation creates a "valley of death" that stalls the transition of poultry nanotechnology from academic research to commercial feed mills. Furthermore, the economic robustness of this specific intervention against volatile market dynamics such as fluctuating feed prices and carcass-based marketing frameworks has yet to be modeled.

To bridge this gap, this study evaluates the economic impact of dietary mangosteen peel extract nanocapsules in broilers experimentally challenged with APEC. By integrating live biological performance with rigorous IOFC, break-even value (BEV) analyses, and market sensitivity simulations, this research provides a dual-benefit framework. It not only advances sustainable disease management but also delivers the empirical financial metrics required by farmers, feed manufacturers, and policymakers to confidently adopt circular-economy nanotechnology in intensive poultry production.

• METHODS

This study develops a deterministic economic model to evaluate the microeconomic feasibility of incorporating dietary mangosteen peel extract nanocapsules as a phytogenic feed additive (PFA). The framework integrates live biological performance data with financial simulations under an *Avian Pathogenic Escherichia coli* (APEC) pathogen challenge.

1. Study Design and Scope

The economic assessment employs a deterministic analytical design operating under an optimistic production scenario combined with a one-way sensitivity analysis. The evaluation was grounded in the regional production dynamics of broiler breeder partners in Tasikmalaya Regency, West Java, Indonesia. The unit of analysis is defined as one complete production cycle, tracking a flock size of N_{DOC} = 200 day-old chicks (DOC) from placement through the final rearing period until harvest. All data inputs were processed as primary empirical metrics derived directly from this computational model.

2. Variables, Assumptions, and Model Parameters

The simulation framework is governed by baseline input parameters, biological variables, and technological cost components defined as follows:

N_{doc} = Amounts of DOC (head)

Mort = mortalitas (head) → $N_{harvest} = N_{doc} - Mort$

W_{live} = final average live weight (kg/head)

Y_{carc} = carcass yield (proportion of live weight; e.g. 0.70)

N_h: Final number of birds successfully harvested (head), where $N_{harvest} = N_{doc} - Mort$

ΔFCR = absolute FCR improvement in the feed conversion ratio

ΔBW = incremental gain in final bodyweight (kg)

Market and Additive Cost Parameters

P_{live} = Farm-gate selling price for live broilers (IDR/kg)

P_{carc} = Market selling price for processed carcass (IDR/kg)

$C_{slaughter}$ = Commercial slaughtering and processing fee (IDR/kg live weight)

P_{feed_kg} = Unit price of baseline commercial broiler ration (IDR/kg)

$Cost_{DOCtotal}$ = total DOC cost (IDR) atau $P_{DOC\ per\ ekor}$ (IDR/head)

d = Inclusion dosage of the nanocapsule additive (g per kg of feed)

$Rations_{tot}$ =total rations(kg)

P_a = Production cost of the active nanocapsule ingredient (IDR/kg)

$P_{add_per_kg_feed}$ (IDR/kg feed) = Incremental cost added per kilogram of finished ration

Other optional costs that can be included: vaccines/medicines, labor, electricity, transportation, and overhead.

3. **Mathematical Formulations and Calculation Steps**

Flock Output Determination

The total live weight and total carcass mass generated per production cycle are calculated via Equations

$$W_{live,total} = N_h \,.\, W_{live} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$W_{carcass,total} = W_{live,Toal} \,.\, Y_{carcass} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

Revenue Frameworks

Gross revenue is modeled under two distinct local commercial marketing channels:

$$R_{live} = P_{live} \,.\, W_{live,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$R_{carcas} = P_{carc} \,.\, W_{carcass,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

If take into account the cost of slaughter:

$$R_{carcas,net} = P_{carcass} - C_{slaughter} \,.\, W_{live,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$R_{live} = P_{live} \,.\, W_{live,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$R_{carcas} = P_{carc} \,.\, W_{carcass,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

If take into account the cost of slaughter:

$$R_{carcas,net} = P_{carcass} - C_{slaughter} \,.\, W_{live,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Total feed intake

If using FCR:

$$F_t = FCR \,.\, W_{live,total} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

If the ration is measured:

$$F_t = Ransum_{tot} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Basic feed costs:

$$FC_{base} = P_{feed_kg} \cdot F_t \text{.....(9)}$$

Additive Cost (nanocapsules):

Calculated based on the dosage per kg of feed and the production cost per kg of additive:

$$C_{\propto} = F_t \cdot \left(\frac{d}{1000}\right) \cdot P_{\propto} \text{ .....(10)}$$

If given as an additional cost per kg of feed

$$C_{\propto} = F_t \cdot P_{add_per_kg_feed} \text{ .....(11)}$$

5. Total Feed Cost:

$$FC_{total} = FC_{base} + C_{\propto} \text{ .....(12)}$$

6. IOFC:

$$IOFC = R - FC_{total} \text{ .....(13)}$$

R live or R carcass

7. IOFC per head and per kg carcass

$$IOFC_{per\ ekor} = \frac{IOFC}{N_h} \text{ ..... (14)}$$

$$IOFC_{per\ kg\ karkas} = \frac{IOFC}{W_{carcass,total}} \text{ .....(15)}$$

4. Break-Even Value (BEV) Specification

To evaluate economic feasibility, the break-even threshold represents the maximum allowable cost of the additive IOFC, which does not decrease compared to the control:

$$\frac{C_{\{a,max\}}}{C_{\{a,mx\}}} = \left(FC_{base,cntrl} - FC_{base,intrv}\right) + \left(R_{intrv} - R_{cntrl}\right) \text{ .....(16)}$$

If revenue assumptions remain unchanged:

$$R_{interv} = R_{cntrl} \text{ ..... (17)}$$

And the improvement is only in feed consumption:

$$C_{a,max} = P_{feed\ kg} \cdot F_{t,cntrl} - F_{t,interv} \text{ ..... (18)}$$

Break-even price of additive per kg of active ingredient:

$$P_{a,BE} = \frac{C_{\{a,max\}}}{F_{\{t,interv\}}} \cdot \frac{d}{1000} \text{ .....(19)}$$

Feed Consumption Modeling

Jika pakai FCR:

$$F_t = FCR \cdot W_{live,total} \text{ .....(20)}$$

Jika pakai ransum terukur:

$$F_t = Ransum_{\ total} \text{ .....(21)}$$

5. Mortality and Unproductive Feed Consumption Adjustments

The feed consumed by dead birds must still be calculated: total feed consumption in the period = consumption by live birds until harvest + consumption by dead birds during their lifetime. If daily consumption data by age are available, integrate actual consumption; otherwise, use a proportional assumption based on the average age at death. In a simple model (without age-specific consumption data), feed consumption is calculated as the FCR relative to total weight gain in live birds, and additional feed for dead birds is estimated as a small percentage or included as an overhead cost. To account for feed consumed by broilers that died prior to harvest (unproductive feed intake). Total feed consumed is modeled as:

$$Ft = F_{live} + F_{mort} \quad \text{..... (22)}$$

Where daily flock-feeding sheets are unavailable, is evaluated using a proportional timeline assumption based on the mean age at death:

$$F_{mort} = \sum_{i=1}^{\square} FCR_{mort} x \sum_{i}^{\square} W_{tdeath} \text{.....} \quad (23)$$

is integrated into the model as an overhead feed correction factor calibrated at a fixed level of total biological feed utilization.

6. Sensitivity Analysis

A systematic one-way and multivariable sensitivity simulation matrix was executed to examine model robustness against real-world market volatility. Key operational input parameters were fluctuated across realistic boundaries:

Based feed costs ($P_{feed\text{-}kg}$) = ±10% and ±20%; Carcass market value (Pcarc) = ±10% and ±15%; Biological efficiency shift (ΔFCR): 0.00, 0.05, and 0.10; Nanocapsule blending dose (d): 0.5 to 2.0 g/kg of feed. The dynamic iterations were mapped onto 3x3 and 5x5 cross-over risk matrices. The primary simulated output targets tracked under each variable combination were absolute IOFC, $IOFC_{head}$, and the active ingredient break-even price threshold ($P_{a,BE}$)

- **RESULT AND DISCUSSION**

The IOFC value per kg of carcass, Rp 12,974, also provides an efficiency indicator for comparing batches or treatment scenarios. In the context of sensitivity analysis, a higher profit margin on carcass sales indicates economic resilience to fluctuations in input (feed) and output (selling price) prices. Formulations with phytogenic feed additives tend to produce more stable performance, as explained by (Satriawan *et al.*, 2021; Maulana, Herlina and Firman, 2025; Setiawan and Sholikah, 2025) The use of phytogenic active ingredients can improve feed conversion and resistance to pathogenic stress.

The strategy of using mangosteen rind nanocapsules as a feed additive not only provides health benefits for broilers infected with *E. coli* but also improves economic aspects by increasing IOFC, reducing BEV, and resilience to market variability. This approach is relevant for implementation in broiler production systems that prioritize efficiency and sustainability.

Table 1. Maximum Price Limits for Phytogenic Feed Additives Based on Improvements in AFCR and Broiler Feed Efficiency

ΔFCR	F_{t_new} (kg)	ΔF (kg)	$C_{a,max}$ (IDR)	Total additive (kg)	$P_{a,BE}$ (IDR/kg)
0.02	592.4	7.6	71,820	0.5924	121,224
0.05	580.0	20.0	189,000	0.5800	325,862
0.10	562.0	38.0	359,100	0.5620	638,820
0.15	543.0	57.0	538,650	0.5430	992,313

1. IOFC Analysis and Net Profit

The results showed that the IOFC for the carcass sales reached IDR 3,450,000 per batch, or IDR 18,158 per head, significantly higher than the IOFC for live sales of IDR 1,930,000, or IDR 10,158 per head. When DOC and slaughter costs were included, the net profit margin remained higher for carcass sales (IDR 2,050,000 per batch) compared to live sales (IDR 530,000 per batch). The IOFC per kg of carcass, at IDR 12,974, provides a useful efficiency indicator for comparing batches or treatments. This strategy aligns with the bioeconomic approach that emphasizes the importance of input efficiency in poultry production systems, as explained by (Satriawan *et al.*, 2021; Maulana, Herlina and Firman, 2025; Setiawan and Sholikah, 2025) regarding feed restrictions and closed cage-based broiler IOFC.

The standardized metric of IDR 12,974/kg serves as an objective bioeconomic efficiency index to compare distinct production cycles and pathogen-mitigation treatments. This revenue-retention pattern directly aligns with current poultry bioeconomic strategies that prioritize tight operational input efficiency (Satriawan et al., 2021). Furthermore, maximizing carcass-based value over live transactions reflects established empirical models of closed-house broiler farming, where marketing frameworks and feed restrictions heavily dictate the final IOFC limits (Maulana et al., 2025; Setiawan & Sholikah, 2025).

2. BEV and the Additive Price Limit

To determine the economically viable price limits for the active phytogenic ingredients, a break-even simulation was constructed around incremental improvements in the Additive Feed Conversion Ratio (ΔAFCR). The following table shows the relationship between feed efficiency, consumption savings, and the additive cost limit:

Table 2. The Maximum Price Limit of Feed Additive Based on AFCR Improvement

AFCR	F_t, ne (kg)	ΔF (kg)	C_{max} (IDR)	Total Additive (kg)	P_{aBE} (IDR/kg)
0.02	592.4	11.8	276,000	3.00	92,000
0.05	580.6	23.6	300,000	3.00	100,000
0.08	568.8	35.4	324,000	3.00	108,000

Table 2 shows that the higher the feed efficiency (AFCR), the greater the cost headroom for additives. At an AFCR of 0.05, for example, a reduction in feed consumption of 23.6 kg allows additive costs of up to IDR 300,000 per batch, with a maximum active ingredient price of IDR 100,000/kg. This approach supports efficiency-based formulation strategies, such as those used in feed additive break-even simulations for intensive broiler systems (Pratiwi and Noviadi, 2018; Choeroni, 2023). This revenue-retention pattern directly aligns with current poultry bioeconomic strategies that prioritize tight operational input efficiency (Satriawan et al., 2021). Furthermore, maximizing carcass-based value over live transactions reflects established empirical models of closed-house broiler farming, where marketing frameworks and feed restrictions heavily dictate the final (ΔAFCR) limits (Maulana et al., 2025; Setiawan & Sholikah, 2025).

3. The Relevance of Phytogenics and Nanotechnology

The use of phytogenic active ingredients such as mangosteen peel extract has been shown to improve physiological performance and feed efficiency in broilers, especially under pathogenic stress conditions. Research by (Maulana, Herlina and Firman, 2025) showed that bioactive compound-based feed additives were able to reduce FCR and increase final weight, which had a direct impact on increasing IOFC and product competitiveness (JITPU). In addition, nanotechnology-based approaches enabled a more efficient and stable release of active substances in the digestive tract, as explained in a study on the stability of phytogenic nanocapsules for broilers (Choeroni, 2023).

4. Practical Implications and Adoption Strategies

The adaptive P_{aBE} thresholds modeled across the economic scenarios offer a practical, data-driven framework for feed formulators and smallholder poultry enterprises. Rather than relying on rigid, static feed recipes, producers can use the C_{max} boundaries to continuously scale PFA inclusion costs relative to volatile, real-time market shifts. Farmers can adjust feed formulations according to efficiency targets and local market conditions. The study results emphasize the importance of a bioeconomic-based approach in poultry feed formulation that focuses on sustainability and production efficiency (Penstate, 2023; Maulana, Herlina and Firman, 2025; Setiawan and Sholikah, 2025).

For micro, small, and medium enterprises (MSMEs) where cash flow stability takes priority over chasing extreme animal performance, the conservative threshold (IDR 69,788/kg) sets a transparent safety line to preserve margins during prolonged down-market cycles. Conversely, the standard-to-optimistic ceiling range (IDR 309,000 to IDR 575,000/kg) provides commercial feed mills with clear purchasing and manufacturing cost benchmarks, guaranteeing that nanocapsule integration remains highly profitable under typical rearing conditions (Kusmayadi et al., 2023). Integrating these biological parameters with precise price sensitivity models provides a scalable pathway to transition advanced poultry nanotechnology from laboratory trials into sustainable commercial feed milling operations.

- **Economic Sensitivity and Resilience Analysis**

  Formulations with phytogenic feed additives demonstrate greater economic resilience to fluctuations in feed and selling prices. Due to reduced feed consumption and increased conversion efficiency, IOFC margins remain stable despite changes in input prices. This approach supports risk- and efficiency-based decision-making for *Lactobacillus salivarius* for broiler economic efficiency (Setiawan and Sholikah, 2025)

6. Sensitivity Analysis Based on Economic Scenario

Table 3 shows the results of a sensitivity analysis for three economic scenarios: conservative, standard, and optimistic. Each scenario considers changes in feed price, feed consumption, and conversion efficiency (ΔFCR), which directly affect the IOFC and the price limits for additives (P_{EFE}).

Table 3. Sensitivity Analysis Results per Scenario

Scenario	Conservative	Standard	Optimistic
ΔFCR	0.01	0.05	0.1
Feed Price (IDR/kg)	10,395 (+10%)	9,450 (0%)	8,505 (−10%)
Carcass Price (IDR/kg)	31,500 (−10%)	35,000 (0%)	38,500 (+10%)
Feed consumption F_t (kg)	596	581	562
Biaya pakan (Rp)	6,195,420	5,490,450	4,779,810
Pendapatan net karkas (Rp)	8,189,000	9,120,000	10,051,000
IOFC (Rp)	1,993,580	3,629,550	5,271,190
$C_{a,max}$ (Rp)	141,580	179,550	323,190
Total additive (kg, d=1 g/kg)	0.596	0.581	0.562
$P_{a,BE}$ (Rp/kg)	69,788	309,000	575,000

In the conservative scenario, a 0.01 improvement in FCR and an 11.3% decrease in feed price resulted in an IOFC of IDR 1,993,580. Although the profit margin is lower than in other scenarios, the PEFE value of IDR 69,788/kg indicates that the additive remains viable as long as the price remains below this threshold. This approach aligns with the principle of minimum efficiency in unstable market conditions (Maulana, Herlina and Firman, 2025).

The standard scenario reflects actual conditions, with no changes to FCR, a feed price of IDR 9,450/kg, and feed consumption of 5.81 kg/head. The IOFC reached IDR 3,629,550, and the additive price ceiling (PEFE) increased dramatically to IDR 309,000/kg. This suggests that under normal conditions, the cost headroom for additives is much more flexible. These findings show that phytogenic feed additives can maintain economic performance even without direct improvements in FCR (Maulana, Herlina and Firman, 2025).

The optimistic scenario shows a 0.01 decrease in FCR and a 12.13% decrease in feed prices, resulting in the highest IOFC of IDR 4,919,500. Feed consumption is only 5.06 kg/head, and the additive price ceiling (PEFE) reaches IDR 575,000/kg. This indicates that under highly favorable market conditions, the use of feed additives can be tolerated at high prices without reducing profit margins. This approach aligns with break-even calculations that emphasize the importance of price flexibility in high-efficiency feed formulations. (Candra, Putri and Oktyana, no date; Satriawan *et al.*, 2021; Penstate, 2023).

This sensitivity analysis shows that the P_{EFE} value is highly dependent on market conditions and biological efficiency. In an optimistic scenario, the cost window for additives is broad, while in a conservative scenario, the price ceiling becomes tighter. Therefore, strategies for adopting phytogenic feed additives must simultaneously consider input price dynamics and production performance. This approach is reinforced by a study of nanotechnology in feed formulation by (Kusmayadi and Sundari, 2021; Kusmayadi, Sundari and Sumaryana, 2023), which emphasized that efficient release of active ingredients can increase the economic value of additives in various production scenarios.

7. Synthesis and Strategic Implications

The sensitivity analysis results show that the PEFE value, the economically viable price limit for additives, varies significantly between scenarios. Under conservative conditions, the price limit is only IDR 69,788/kg, requiring very stringent formulation efficiency. Conversely, under optimistic scenarios, the price limit reaches IDR 575,000/kg, providing ample room for innovation in the selection of active ingredients and encapsulation technology. These findings reinforce a dynamic efficiency-based approach, where feed formulation must be adaptive to market fluctuations and broiler biological performance (Satriawan *et al.*, 2021; Choeroni, 2023).

This approach also aligns with a study by Sari and Wibowo (2024), which emphasized that nanocapsule technology can increase the effectiveness of active ingredients at low doses, thus expanding economic feasibility even in conservative scenarios (Journal of Animal Technology). By considering IOFC, Cfeed, and PEFE values, farmers can design formulation strategies that are not only biologically efficient but also financially resilient.

The use of phytogenic feed additives can maintain production performance even without immediate improvements in FCR, as long as the price of the active ingredient remains within the limits determined by the sensitivity analysis.(Maulana, Herlina and Firman, 2025; Setiawan and Sholikah, 2025)This is important for smallholder and MSME farms, where margin stability is more crucial than exploring extreme performance.

The AFCR price sensitivity provides a practical framework for decision-makers in the broiler sector. By integrating technical and economic data, the strategy for using mangosteen peel extract nanocapsules as a phytogenic feed additive can be precisely tailored to market conditions and production capacity. This approach supports the vision of sustainability and efficiency discussed of closed housing and feed efficiency (Maulana, Herlina and Firman, 2025) as well as probiotic-based formulations and litter management (Setiawan and Sholikah, 2025).

mangosteen peel extract nanocapsules as a phytogenic feed additive significantly improved the economic performance of broiler farming in birds infected with Avian Pathogenic Escherichia coli. The evaluation was conducted using the Income Over Feed Cost (IOFC) approach, Break-Even Value (BEV), and sensitivity analysis to input and output price fluctuations. The IOFC calculation results showed that the treatment group with nanocapsule supplementation had a higher profit margin compared to the control, in line with the findings of (Maulana, Herlina and Firman, 2025) who emphasized that feed efficiency directly contributes to increased IOFC in a closed-cage system. The lower BEV value in the treatment group indicates that the break-even point can be achieved at a lower selling price, strengthening the competitiveness of broiler products in the market, as explained by (Setiawan and Sholikah, 2025) In a study on the use of probiotics for economic efficiency, broilerjim.unisma.ac.id. The sensitivity test showed that the formulation with phytogenic feed additives is more resilient to changes in feed prices and to fluctuations in selling prices, supporting economic stability in dynamic market conditions. This approach is in line with the principles of bioeconomic evaluation, which emphasize resilience to external variables in poultry production systems (Satriawan *et al.*, 2021).

The study found that using phytogenic feed additives based on mangosteen peel extract nanocapsules improved the economic efficiency of broiler farming. This was reflected in a higher Income Over Feed Cost (IOFC)

value in the carcass sales scenario than in the live sales scenario. Carcass IOFC reached IDR 3,450,000 per batch or IDR 18,158 per head, while live IOFC was only IDR 1,930,000 or IDR 10,158 per head. This difference indicates that the carcass slaughter and sales strategy is more economically profitable, in line with the findings (Maulana, Herlina and Firman, 2025) This indicates that feed efficiency and marketing practices directly influence IOFC in closed-house systems.

Furthermore, an analysis of net profits after including DOC and slaughter costs confirms that carcass sales are more profitable, with a margin of IDR 2,050,000 per batch, or IDR 10,789 per head, compared to IDR 530,000, or IDR 2,789 per head, for live sales. This approach aligns with bioeconomic evaluation principles, which emphasize the importance of accounting for all cost components to obtain a realistic picture of profitability (Satriawan *et al.*, 2021).

- **CONCLUSION AND RECOMMENDATION**

- **Economic Viability:** Dietary inclusion of mangosteen peel extract nanocapsules is a financially viable strategy to mitigate the economic losses caused by *Avian Pathogenic Escherichia coli* (APEC) infections in intensive broiler production.
- **Marketing Optimization:** Vertical integration into a carcass-based marketing framework yields vastly superior economic returns, generating a net profit margin of IDR 2,050,000 per batch (IDR 10,789 per head) compared to only IDR 530,000 per batch (IDR 2,789 per head) for live-broiler sales.
- **Threshold Dynamics:** The economically acceptable active ingredient price ceiling $P_{a,BE}$ scales dynamically with biological efficiency gains and market conditions, ranging from astringent IDR 69,788/kg under conservative stress scenarios to an accommodating IDR 575,000/kg under optimistic market conditions.
- **Bioeconomic Resilience:** Advanced nanocapsulation technology expands the operational cost headroom for feed formulation by protecting bioactive xanthones, ensuring precise target site delivery, and maintaining stable Income Over Feed Cost (IOFC) margins against input price volatility.

Policy and Practical Recommendations

- **For Commercial Feed Mills**

Industrial manufacturers should utilize the established standard-to-optimistic break-even thresholds (BEV) as precise cost targets for procuring and scaling up phytogenic nanocapsule premixes.

- **For Smallholder Farmers and MSMEs**

  Poultry practitioners facing localized APEC outbreaks should transition from live transactions to carcass-based sales channels to maximize profit retention and absorb potential feed price shocks.

- **For Government and Policymakers**

  Agricultural authorities should incentivize the commercialization of circular-economy nanotechnologies that utilize local agro-industrial waste, such as mangosteen peel, to accelerate the reduction of subtherapeutic antibiotic use and combat antimicrobial resistance (AMR).

- **For Future Academic Research**

  Subsequent empirical studies should integrate dynamic, age-specific mortality feed consumption data into bioeconomic models to further refine the predictive accuracy of fitogenic break-even values under varied field challenges.

The administration of mangosteen peel extract nanocapsules as a phytogenic feed additive has been shown to have a significant economic impact on broiler farming operations infected with Avian Pathogenic Escherichia coli. IOFC analysis showed that carcass sales generated higher profit margins than live sales, especially after accounting for feed, DOC, and slaughter costs. AFCR simulations and price sensitivity analysis indicated that

greater feed efficiency and higher additive cost limits could be tolerated without reducing profitability. The PaBE and PEFE values generated from various scenarios provide practical guidance for farmers in determining the maximum price of active ingredients that remains economically feasible. This approach supports a feed formulation strategy that adapts to market conditions and poultry biological performance. The use of nanocapsule-based phytogenic feed additives not only improves production efficiency but also strengthens the economic resilience of broiler farming across various operational scenarios.

REFERENCES

Bharucha, J.B. *et al.* (2018) 'A Prospective Randomized Clinical Trial of a Novel , Noninvasive Perfusion Enhancement System for the Prevention of Hospital-Acquired Sacral Pressure Injuries', *Wound Care Journal of Wound Ostomy Continence Nurses*, 00(0), pp. 1–9. Available at: https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000450.

Candra, A.A., Putri, D.D. and Oktyana, S.N. (no date) 'Analisis Produktivitas dan Income Over Feed Chick Cost (IOFCC) Ayam Ras Pedaging yang Dipelihara dalam Kondisi Heat Stress Menggunakan Kunyit (Curcuma domestica) pada Air Minum Analysis of Productivity and Income Over Feed Chick Cost (IOFCC) of Broiler Chickens Raised Under Heat Stress Conditions Using Kunyit (Curcuma Domestica) in Drinking Water', 6(2), pp. 110–118.

Choeroni, I. (2023) *Income Over Feed Cost, Benefit Cost Ratio, Break Event Point Ayam Ras Pedagung yang Diberi Ransum Mengandung Tepung Umbi Talas Fermentasi dengan Rhyzopuh oryzae sebagai Pensubstitusi Sebagian Jagung*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

FAO *et al.* (2016) *Implementing the global action plan on antimicrobial resistance*.

Fitriani (2023) 'Penambahan Tepung Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L .) dengan Level Berbeda terhadap Berat dan Persentase Karkas Broiler', *Jurnal Gallus-gallus*, 2(1), pp. 15–24. Available at: https://media.neliti.com/media/publications/520696-none-c49a4c5c.pdf.

Konold, T. *et al.* (2020) 'Classical Scrapie Did Not Re-occur in Goats After Cleaning and Disinfection of the Farm Premises', *Frontiers in Veterinary Science*, 7(585), pp. 1–6. Available at: https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00585.

Kusmayadi, A. and Sundari, R.S. (2021) 'Penambahan Ampas Teh Hijau Fermentasi dalam Ransum Itik CIhateup sebagai Upaya Perbaikan Profil Lipid Darah', *Jurnal Ilmu dan Teknoogi Peternakan (ITP)*, 9(2), pp. 59–63. Available at: https://doi.org/10.20956/jitp.v9i2.14361.

Kusmayadi, A., Sundari, R.S. and Sumaryana, D.Y. (2023) 'Penambahan Kombinasi Ampas Teh Hijau Fermentasi dan Probiotik Lactobacillus Sp dalam Ransum Itik Cihateup terhadap Kualitas Kimia Daging', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 11(1), pp. 6–10. Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.20956/jitp.v11i1.24859.

Luca, S.V. *et al.* (2019) 'Bioactivity of dietary polyphenols : The role of metabolites', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), pp. 1–34. Available at: https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1546669.

Luciferase, N.-B. *et al.* (2020) 'Anti-Inflammatory and Reactive Oxygen Species Suppression through Aspirin Pretreatment to Treat Hyperoxia-Induced Acute Lung Injury in', *Antioxidants*, 9(429), pp. 1–12.

Maulana, M.I., Herlina, L. and Firman, A. (2025) 'Pengaruh Pembatasan Pakan Terhadap Bobot Akhir , FCR dan Income Over Feed Cost pada Pemeliharaan Ayam Broiler dengan Kandang Closed House The Effect of Feed Restriction on Final Weight , FCR and Income Over Feed Cost in Broiler Chicken Using Closed House', *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 11(1), pp. 880–885.

Pabich, M. (2019) 'Biological E ff ect of Soy Isoflavones in the Prevention of Civilization Diseases', *Nutrients*, 11(1660), pp. 1–13. Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu11071660.

Penstate (2023) *Managing Income Over Feed Cost*.

Pratiwi, R. and Noviadi, R. (2018) 'Analisis Ekonomi Broiler yang Diberi Ekstrak Kulit Manggis (Garcinia mangostana L .) dalam Ransum', *Jurnal Peternakan Terapan*, 4(1), pp. 19–25. Available at:

https://media.neliti.com/media/publications/520696-none-c49a4c5c.pdf.

Rigitno, Nurhayatin, T. and Herawati, E. (2020) 'Pengaruh Penggunaan Kunyit (Curcuma domestica) dalam Air Minum terhadap Bobot Badan Akhir Efisiensi Ransum dan Nilai IOFCC Ayam Broiler', *Jurnal Ilmu Peternakan*, 4(2), pp. 69–75.

Ruocco, N. *et al.* (2020) 'Multiple Roles of Diatom-Derived Oxylipins within Marine Environments and Their Potential', *Marinedrugs*, 18(342), pp. 1–25. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7401250/pdf/marinedrugs-18-00342.pdf.

Satriawan *et al.* (2021) 'Berat Badan Akhir dan Income Over Feed Cost (IOFC) Ayam Broiler dengan Pemberian Probiotik Starbio', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Terpadu*, 1(1), pp. 28–34.

Setiawan, E.D. and Sholikah, N. (2025) 'Analisis Nilai R/C dan IOFC pada Produksi Broiler dengan Aplikasi SPray Lactobacillus salivarius di Litter', *Jurnal Dinamika Rekasatwa*, 8(2), pp. 50–53. Available at: https://jim.unisma.ac.id/index.php/fapet/article/view/28347/21384.

YAPAY ZEKA VE HEMŞİRELİK: DÜN, BUGÜN VE YARIN

Haticekübra İLTER

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları A.B.D., Sivas -Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6469-6342

Doç. Dr. Fatma TOK YILDIZ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler Ve Teknikler, Anestezi, Sivas – Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7543-2076

ÖZET

Giriş: Bilim ve teknolojideki hızlı ilerlemeler, sağlık hizmetlerinin sunumu ve yönetiminde köklü bir paradigma değişimini tetikleyerek kapsamlı bir dijital dönüşüm sürecini başlatmıştır. Bu dönüşümün merkezinde yer alan Yapay Zeka (YZ), literatürde ilk kez John McCarthy tarafından tanımlanmıştır. YZ teknolojileri; özellikle karmaşık bakım senaryolarında klinik karar verme ve dokümantasyon süreçlerini destekleyerek, hemşirelerin iş yükünü azaltma ve hasta bakımı kalitesini artırma potansiyeline sahiptir. İnsan zekasını taklit eden ve bilişsel süreçleri simüle eden bu teknolojiler; hemşirelik mesleğinin geçmişini, bugününü ve geleceğini şekillendirmektedir.

Amaç: Bu çalışma, yapay zeka teknolojilerinin hemşirelik mesleğine entegrasyonunu; tarihsel gelişim, güncel uygulamalar ve gelecek projeksiyonları çerçevesinde kapsamlı bir şekilde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Bu çalışma, bir derleme makalesi olarak yapılandırılmıştır.

Bulgular: Günümüzde YZ uygulamaları; klinik karar destek sistemleri, elektronik sağlık kayıtları ve tanısal algoritmalar aracılığıyla hemşirelik bakımı kalitesini optimize etmek için aktif olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bireyselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulması ve tıbbi hataların minimize edilmesi noktasında yenilikçi çözümler sunmaktadır. Özellikle pandemi döneminde ivme kazanan dijitalleşme; 'Robear', 'Pepper' ve 'Grace' gibi küresel örneklerin yanı sıra, Türkiye'de geliştirilen 'ADA' ve 'Atacan' gibi yerli robotik sistemlerin bakım süreçlerine dahil edilmesine zemin hazırlamıştır. Bu yardımcı robotlar; mobilizasyon, lojistik ve psikososyal destek gibi alanlarda hemşirelerin fiziksel iş yükünü hafifleterek operasyonel verimlilik sağlamaktadır. Teknolojinin bu pratik yansımalarına rağmen, hemşirelerin YZ'ye yönelik tutumları genel olarak orta düzeyde pozitif bir seyir izlerken; mesleki deneyimi daha az olan genç kuşak hemşirelerin ve dijital okuryazarlığı yüksek profesyonellerin bu teknolojilere yönelik kabul düzeylerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Sonuç: Gelecek perspektifinde, YZ'nin rutin ve idari görevleri devralması; böylece hemşirelerin empati, duygusal destek ve etik muhakeme gibi hümanistik bakım süreçlerine daha fazla zaman ayırması öngörülmektedir. Hemşirelikte Metaverse, giyilebilir sensör yamaları ve öngörücü analitik araçların kişiselleştirilmiş bakım planlarını optimize etmesi beklenmektedir. Sonuç olarak, hemşirelerin bu teknolojik dönüşümde yalnızca izleyici kalmamaları; aksine YZ teknolojilerinin tasarımı, uygulanması ve etik denetim süreçlerinde aktif liderlik rolleri üstlenmeleri mesleki gelecekleri açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Yapay Zeka, Bakım.

ABSTRACT

Introduction: Rapid advancements in science and technology have initiated a fundamental shift in the delivery and management of healthcare services, bringing about a comprehensive process of digital transformation. Artificial Intelligence (AI), which lies at the center of this transformation, was first defined in the literature by John McCarthy. AI technologies possess the potential to reduce the workload of nurses and enhance the quality of patient care by supporting clinical decision-making and documentation processes, particularly in complex care scenarios. Accordingly, these technologies, which mimic human intelligence and simulate cognitive processes, are shaping the past, present, and future of the nursing profession.

Objective: This study aims to comprehensively analyze the integration of AI technologies into the nursing profession within the framework of historical development, current applications, and future projections.

Method: This study was conducted as a review article.

Findings: Today, AI applications are actively utilized to optimize the quality of nursing care through clinical decision support systems, electronic health records, and diagnostic algorithms. Furthermore, it offers innovative solutions for formulating individualized treatment plans and minimizing medical errors. Digitalization, which gained momentum specifically during the pandemic, has paved the way for the integration of global examples such as 'Robear', 'Pepper', and 'Grace', as well as domestic robotic systems developed in Turkey like 'ADA' and 'Atacan', into care processes. These assistive robots provide operational efficiency by alleviating the physical workload of nurses in areas such as mobilization, logistics, and psychosocial support. Despite these practical reflections of technology, while nurses' attitudes toward AI generally follow a moderately positive trend, it is observed that younger generation nurses with less professional experience and professionals with high digital literacy exhibit higher levels of acceptance toward these technologies.

Conclusion: In a future perspective, it is envisioned that AI will take over routine and administrative tasks, thereby allowing nurses more time for humanistic care processes such as empathy, emotional support, and ethical reasoning. In nursing, it is expected that the Metaverse, wearable sensor patches, and predictive analytical tools will optimize personalized care plans. Consequently, it is critical for the professional future of nurses that they do not remain mere spectators to this technological transformation but instead assume active leadership roles in the design, implementation, and ethical oversight processes of AI technologies.

Keywords: Nursing, Artificial Intelligence, Care.

GİRİŞ

Bilim ve teknolojide yaşanan ivmeli gelişmeler, sağlık hizmetlerinin sunumu ile yönetim mekanizmalarında köklü bir paradigma değişimini tetiklemiş ve kapsamlı bir dijital dönüşüm sürecini başlatmıştır (Bodur ve Küçükkaya, 2026; Ekinci ve Kızılarslan, 2025). Özellikle büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT) ve otomasyon sistemlerinin sağlık disiplinlerine entegrasyonu; klinik karar alma süreçlerinin optimize edilmesi, tıbbi hataların minimize edilmesi ve hasta bakım kalitesinin artırılması açısından kritik bir eşiği temsil etmektedir (Ceviz ve Özden, 2025; Ekinci ve Başyiğit, 2025; Kardan, 2024; Tutar ve ark., 2025). Bu dönüşümün odağında yer alan ve geleneksel sağlık yaklaşımlarını dinamik bir yapıya kavuşturan yapay zekâ (YZ) kavramı ise literatürde ilk kez John McCarthy tarafından "zeki makineler, özellikle de zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği" şeklinde tanımlanmıştır (Ekinci ve Kızılarslan, 2025). McCarthy'nin 1950'li yıllarda attığı bu teorik temel, günümüz sağlık literatüründe derin öğrenme algoritmaları, doğal dil işleme modelleri ve akıllı karar destek sistemleri gibi pratik uygulamalarla insan bilişini simüle eden ve sağlık profesyonellerine rehberlik eden yaşayan bir ekosisteme dönüşmüştür (Barrett ve Jones, 2025; Kardan, 2024; Tutar ve ark., 2025). Genel bir ifadeyle YZ; insan zekâsına özgü algılama, öğrenme, muhakeme, sorun çözme ve karar verme gibi karmaşık zihinsel süreçlerin bilgisayar sistemleri veya makineler tarafından simüle edilmesidir (Akalın ve Veranyurt, 2020; Buchanan ve ark., 2020; Gümüş, 2023).

Kavramsal bir şemsiye terim olarak kabul edilen YZ; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi çeşitli alt disiplinleri bünyesinde barındırmaktadır (Aslan ve Subaşı, 2022; Nirgiz, 2025). Bu disiplinlerden makine öğrenmesi verilerdeki örüntüleri tanımlayarak öngörülerde bulunmaya odaklanırken; derin öğrenme, biyolojik nöronlardan ilham alan çok katmanlı yapay sinir ağları aracılığıyla karmaşık verileri işlemektedir (Robert, 2019; Abuzaid ve ark., 2022). Doğal dil işleme ise makinelerin insan dilini anlamasını ve üretmesini sağlayarak klinik dokümantasyonun analizinde ve hasta etkileşiminde kritik bir rol oynamaktadır (Ruksakulpiwat ve ark., 2024; Seibert ve ark., 2021). Bu kolektif teknolojiler bütünü, insan yeteneklerini artırarak veriden aksiyon alınabilir içgörüler çıkarmayı; böylece sağlık hizmetlerinin kalitesini, verimliliğini ve hassasiyetini iyileştirmeyi hedeflemektedir (Rony ve ark., 2024; Yelne ve ark., 2023).

Bu süreçte sağlık sisteminin vazgeçilmez bir unsuru olan hemşirelik mesleği, bu teknolojik evrimden derinlemesine etkilenmektedir. Hemşirelik, 19. yüzyılın geleneksel bakım temellerinden sıyrılarak, özellikle 1980'li yıllardan itibaren karar destek sistemlerinin entegrasyonuyla ileri teknolojiyle giderek daha fazla bütünleşmiştir (Akgerman ve ark., 2022; Mrayyan ve Alomari, 2026; Yelne ve ark., 2023). Günümüzde hemşireler, YZ uygulamalarını tanıdıkça bu sistemleri klinik bakım süreçlerine dahil etmeye başlamıştır (Aslan ve Subaşı, 2022). Yeni nesil YZ teknolojileri, özellikle karmaşık bakım durumlarında klinik karar verme ve

dokümantasyon süreçlerini destekleyerek hemşirelerin iş yükünü azaltma ve hasta bakım kalitesini artırma potansiyeline sahiptir (Eren, 2022; Nirgiz, 2025). Sağlık bakım hizmetlerinde devrim yaratan yapay zekâ teknolojileri, hemşirelik uygulamasının her alanına nüfuz ederek bakımın kalitesini, güvenliğini ve verimliliğini artırmaktadır (Ramadan ve ark., 2024). YZ sistemleri, erken teşhis doğruluğunun iyileştirilmesi, bireyselleştirilmiş tedavi planlarının kurgulanması ve tıbbi hataların minimize edilmesi gibi pek çok alanda yenilikçi çözümler sunmaktadır (Akalın ve Veranyurt, 2020; Nurkalem ve Karabacak, 2025). Hemşirelik özelinde YZ uygulamaları; sepsis, düşme ve basınç yarası gibi klinik risklerin öngörüldüğü prediktif (tahminleyici) analizlerde, yaşamsal bulguların anlık takibinde, triyaj yönetiminde ve güvenli ilaç hazırlama süreçlerinde kullanılmaktadır (Eren, 2022; Ruksakulpiwat ve ark., 2024). Ayrıca, Doğal Dil İşleme teknolojileri klinik notların analizini ve otomatik dokümantasyonu sağlayarak hemşirelerin idari yükünü hafifletirken; akıllı sensörler, sanal asistanlar ve robotik teknolojiler hasta takip süreçlerini, mobilizasyonu, numune sevkiyatını ve cerrahi asistanlık görevlerini optimize etmektedir (Al Khatib ve Ndiaye, 2025; Akdoğan, 2021). Bu teknolojik entegrasyonun hemşirelik mesleği açısından temel önemi, tekrarlayan ve zaman alan rutin işlemlerin YZ sistemlerine devredilmesidir. Bu devir, hemşirelerin iş yükünü azaltarak onlara doğrudan hasta bakımına, duygusal desteğe, şefkatli bakıma (compassionate care), etik karar verme süreçlerine ve bakımın hümanistik/holistik boyutuna daha nitelikli zaman ayırabilmeleri için alan açmaktadır (Gökçen Gökalp ve Üzer, 2024; Han ve ark., 2026).

Sağlık alanındaki bu yenilikler, devasa veri setlerinden anlamlı içgörüler çıkararak kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarına ve operasyonel verimliliği artıran stratejilere zemin hazırlamaktadır (Yelne ve ark., 2023). Buna ek olarak, YZ tabanlı bireyselliştirilmiş öğrenme platformları ve sanal gerçeklik simülasyonları, hemşirelik eğitiminde klinik yetkinliklerin güvenli bir ortamda geliştirilmesini sağlayarak mesleki gelişime stratejik bir katkı sunmaktadır (Aslan ve Subaşı, 2022; Yapal ve Evgin, 2025). Sonuç olarak YZ, modern sağlık sistemlerini dönüştürürken, hemşirelik mesleğinin profesyonel etkinliğini güçlendiren tamamlayıcı bir güç olarak konumlanmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı yapay zekâ teknolojilerinin hemşirelik mesleğine entegrasyonunu tarihsel gelişimi, güncel uygulamaları ve gelecek öngörüleri çerçevesinde kapsamlı bir biçimde analiz etmektir. Çalışma, hemşirelerin bakım süreçlerini mesleki bilgi ve klinik deneyimle yürütürken YZ teknolojisini bu süreçlere nasıl dahil edebileceklerini tartışmayı hedeflemektedir.

Bulgular ve Tartışma

Hemşirelik mesleği, kökleri 19. yüzyılın temel bilimsel ilkelerine dayanan ve başlangıçta hemşirelerin tam zamanlı, uygulamalı bakım vericiler olarak görev yaptığı bir disiplin olarak şekillenmiştir (Akgerman ve ark., 2022). Yapay zekânın kavramsal kökenleri ise antik Yunan mitolojisine kadar uzansa da teknik anlamdaki ilk adımları, 1943 yılında biyolojik nöronun bilgisayarlaştırıldığı matematiksel modelin oluşturulmasıyla atılmış ve modern temelleri 1950'li yıllarda şekillenmiştir (Enginyurt, 2025; Mrayyan ve Alomari, 2026). Alanın öncü ismi John McCarthy, 1956 yılında "yapay zekâ" terimini literatüre kazandırmış ve bu disiplini "zeki makineler, özellikle de zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamıştır (Akgerman ve ark., 2022; Gökçen Gökalp ve Üzer, 2024).

Sağlık hizmetlerinde YZ uygulamalarının ilk örnekleri 1970'li yıllarda görülmeye başlanmıştır. Bu başlangıç aşamasında teknolojiler, bilgi temelli planlanmış ve sadece kodlanmış verilerle sorun çözme işlevine odaklanmıştır (Gökçen Gökalp ve Üzer, 2024; Şöhret, 2025). Aynı dönemde sözdizimsel örüntü tanıma mekanizmaları üzerine yapılan araştırmalar da günümüzdeki karmaşık algoritmaların teknik temellerini oluşturmuştur (McGrow, 2019). Hemşirelik disiplini, yaşanan bu teknolojik dönüşüme erken dönemde uyum sağlamış; nitekim hemşireler dijital değişimin ön saflarında yer almış ve hemşirelik bilişimi 1984 yılından itibaren bir uzmanlık alanı olarak kabul edilmeye başlanmıştır (Ulubay ve ark., 2022).

1980'li yıllara gelindiğinde, sağlık profesyonellerinin kararlarını simüle eden karar destek sistemleri ve uzman sistemlerin ortaya çıkışıyla YZ'nin hemşirelik alanındaki etkisi daha da belirginleşmiştir (Mrayyan ve Alomari, 2026). YZ yaklaşımlarının "ilk dalgası" olarak kabul edilen bu sembolik YZ ve uzman sistemler, belirli bir bilgi birikimine dayanan "eğer-ise" kuralları aracılığıyla insan mantığını taklit etmeye odaklanmıştır (Seibert ve ark., 2023; Al Khatib ve Ndiaye, 2025). Akgerman ve ark. (2022) de çalışmalarında, YZ'nin eğitimsel uygulamalarının 1980'lerden 2000'li yıllara kadar günümüzdeki modern sistemlerin aksine tamamen bu bilgi tabanlı yaklaşım ekseninde ilerlediğini belirtmektedir. Bu dönemdeki bilimsel çalışmalara öncü bir örnek olarak Woolery ve ark. (1991), hemşirelikte uzman sistem geliştirme sürecinde makine öğrenmesi

programlarının bilgi edinimi amacıyla kullanımını incelemiş ve bu teknolojinin klinik veri yönetimine entegre edilebileceğini ortaya koymuştur (Abuzaid ve ark., 2022). Teknolojinin eğitim alanındaki etkileri ise hemşirelik eğitimi ve pratiğine somut bir şekilde giriş yapması 1980'li yılları bulmuştur. Scholes ve arkadaşları (1983), yaptıkları çalışmada bilgisayarların hemşirelik üzerindeki uluslararası etkisini inceleyerek bu alandaki en erken akademik tartışmalardan birini başlatmışlardır. Buna paralel olarak sağlık profesyonellerinin kararlarını simüle eden ilk uzman sistemlerin ve karar destek mekanizmalarının ortaya çıkışı yapay zekanın hemşirelik eğitimine entegrasyonunu hızlandırmıştır (Nashwan ve ark., 2025; Mrayyan ve Alomari, 2026). Bir başka çalışmada Sandelowski, hemşirelik ve teknoloji arasındaki tartışmalı ilişkiyi felsefi bir boyutta ele alarak mesleğin dijital dönüşüm sürecine kuramsal bir ışık tutmuştur (Buchanan ve ark., 2020). 2000'li yıllar, veri madenciliği ve klinik karar destek süreçlerinin modern sistemlerin öncüsü sayılan "Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi" yöntemlerine odaklandığı bir dönem olmuştur. Volrathongchai (2004) tarafından yürütülen öncü çalışmada, yaşlılarda düşme riskini tahmin etmek amacıyla Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi yönteminden yararlanılmıştır (Seibert ve ark. 2023). Benzer şekilde Frize ve arkadaşları (2005), yenidoğan yoğun bakım birimlerinde etik karar desteği sağlamak adına uzman sistemlerin potansiyelini incelemiştir. Bu teknolojik gelişmelerin hemşirelik teorileriyle temellendirilmesi ihtiyacı hemşirelikte yapay zekânın tarihsel gelişimi; geleneksel kural tabanlı basit karar destek mekanizmalarından, günümüzün karmaşık makine öğrenmesi, derin öğrenme ve veriye dayalı proaktif sistemlerine doğru evrilen kesintisiz bir yolculuğu temsil etmektedir." (Enginyurt, 2025; Ruksakulpiwat ve ark., 2024; Al Khatib ve Ndiaye, 2025).

Günümüzde yapay zekâ, hemşirelik mesleğini veri odaklı bir dönüşüm sürecine hazırlayarak; klinik karar verme, iş akışı optimizasyonu, dokümantasyon ve hasta izleme süreçlerinde sağlık hizmetlerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Eren, 2022; Gökçen Gökalp ve Üzer, 2024; Ramadan ve ark., 2024; Seibert ve ark., 2023). Modern hemşirelikte yaşanan bu teknolojik devrim; rutin görevlerin otomatikleştirilmesi, tıbbi hataların minimize edilmesi, risk tanımlama, sağlık değerlendirmesi, hasta sınıflandırması, 7/24 kesintisiz monitorizasyon ve kişiselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulması gibi önemli fırsatlar sunmaktadır (Kaplan ve Giersbergen, 2025; Nirgiz, 2025; Ruksakulpiwat ve ark., 2024; Wei ve ark., 2025; Yapal ve Evgin, 2025). Ancak, yapay zekânın hemşirelik uygulamalarına bu denli entegrasyonu; veri gizliliği ve mahremiyet ihlalleri, algoritmik önyargılar ve şeffaflık eksikliği gibi ciddi etik sorunları da beraberinde getirmektedir (Bodur ve Küçükkaya, 2026; Ceviz ve Özden, 2025; Ekinci ve Kızılarslan, 2025; Kutman, 2026; Kwan ve ark., 2025). Bunun yanı sıra, teknolojinin doğasındaki mekanik yaklaşım, hemşireliğin özü olan empati, şefkat ve insani dokunuşun geri planda kalması ve hemşire-hasta etkileşiminin zayıflaması riskini doğurmaktadır (Ceviz ve Özden, 2025; Ekinci ve Kızılarslan, 2025; Kutman, 2026; Çapuk, 2026). Teknolojik ve mesleki açıdan bakıldığında, yapay zekâ araçlarına aşırı bağımlılığın hemşirelik öğrencilerinde ve profesyonellerinde eleştirel düşünme, klinik muhakeme ve bağımsız karar verme yetilerinin körelmesine yol açabileceği öngörülmektedir; üstelik hatalı algoritmalardan kaynaklanan klinik sonuçlarda yasal sorumluluğun ve hesap verebilirliğin kime ait olacağı konusundaki belirsizlikler de varlığını korumaktadır (Bodur ve Küçükkaya, 2026; Ceviz ve Özden, 2025; Dodson ve ark., 2025; Hoffarth, 2026; Çapuk, 2026). Tüm bu etik ve klinik zorlukların yanı sıra; hemşirelerin yapay zekâ yetkinliklerindeki eksiklikler, yüksek uygulama maliyetleri, teknik altyapı yetersizlikleri ve klinik iş akışlarına uyum sorunları, söz konusu teknolojinin güvenli ve adil bir şekilde kullanımını kısıtlayan diğer temel engeller olarak öne çıkmaktadır (Bodur ve Küçükkaya, 2026; Ceviz ve Özden, 2025; Kutman, 2026; Mutlu ve Kara, 2025; Çapuk, 2026).

Bu kapsamda Ruksakulpiwat ve ark. (2024), YZ'nin hemşirelik bakımında altı ana tema üzerinden şekillendiğini ve bakım sunumunu iyileştirmede çok yönlü potansiyele sahip olduğunu belirtirken; Gökçen Gökalp ve Üzer (2024) ise yaşamsal bulguların ölçümü ve veri kaydı gibi rutin işlemlerin YZ'ye devredilmesinin hemşirelerin iş yükünü azalttığına ve hastaya ayıracakları insani/bütüncül bakım zamanını artırdığına dikkat çekmektedir. Aynı doğrultuda Ekinci ve Başyiğit (2025), YZ destekli klinik karar destek sistemlerinin sepsisin klasik belirtileri ortaya çıkmadan 6-12 saat önce olası gelişimi tahmin edebildiğini ve bu sayede cerrahi hastalarda mortalite riskini önemli ölçüde azalttığını vurgulamaktadır. Yiğit ve Açıkgöz (2024) ise YZ tabanlı modellerin, yenidoğanların yüz ifadelerini ve vücut hareketlerini analiz ederek konfor davranış düzeylerini yüksek doğrulukla belirleyebildiğini ve hemşirelere klinik gözlemlerini destekleyen objektif bir değerlendirme aracı sunduğunu kanıtlamıştır (Kutman, 2026). Ayrıca Tawfik ve ark. (2023), "ChemoFreeBot" gibi özelleştirilmiş eğitim sunan sohbet robotlarının, meme kanseri hastalarında kendi kendine bakım davranışlarını geliştirdiğini ve kemoterapi yan etkilerini yönetmede geleneksel eğitim yöntemlerine göre daha etkili sonuçlar verdiğini saptamıştır. Son olarak Mutlu ve Kara (2025), perioperatif süreçte kullanılan YZ

araçlarının ameliyat sonrası komplikasyon risklerini %85'in üzerinde bir doğrulukla öngördüğünü ve hemşirelerin bu süreçte risk analizini koordine eden kilit ortaklar haline geldiğini belirtmektedir

Bu dönüşüm sürecinde, fiziksel ve sanal robotlar hemşirelik bakımını desteklemek amacıyla klinik alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Cerrahi operasyonlarda asistanlık yaparak hata oranını düşüren Da Vinci, hastaların yönlendirilmesi ve sosyal etkileşiminde görev alan Pepper ile Sophia, demans hastalarının rehabilitasyonunda ajitasyonu azaltan terapötik robot fok PARO, hastaların mobilizasyonunda Robear ve hastane lojistiğinde TUG öne çıkan teknolojik örneklerdir (Çoban ve ark., 2022; Gümüş, 2023; Kuleyin ve Çiçek Korkmaz, 2024; Akdoğan, 2021). Bunların yanı sıra; uzaktan hemşirelik yardımı sağlayan TRINA, hasta rehberliği sunan sanal asistan NOVA, kanser hastalarının eğitimi için geliştirilen ChemoFreeBot ve Türkiye'de ilaç taşıma ile yoğun bakım destek hizmetlerinde kullanılan Atacan ve ADA gibi sistemler de sürece dâhil olmuştur (Bidve ve ark., 2023; Gökçen Gökalp ve Üzer, 2024; Kuleyin ve Çiçek Korkmaz, 2024). Nitekim Tawfik ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada, ChemoFreeBot tabanlı eğitimin meme kanseri olan kadınlarda semptom distressini azalttığını ve öz bakım davranışlarını anlamlı düzeyde artırdığını saptamıştır. (Han ve ark., 2026).

YZ ve robotik teknolojilerin sunduğu bu geniş fırsatlara rağmen; teknostres, meslek kaybı endişesi, yüksek teknolojik altyapı maliyetleri, teknik kısıtlılıklar ve sağlık çalışanlarının mevcut iş akışlarına uyumundaki eksiklikler önemli zorluklar olarak öne çıkmaktadır (Akgerman ve ark., 2022; Kandemir, 2024; Koo ve ark., 2024; Tosunöz ve Doğan, 2026; Zhong ve ark., 2025). Bununla birlikte Kandemir ve Azizoğlu (2024) genç ve daha az deneyimli hemşirelerin teknolojik yeniliklere daha açık olduğunu bildirirken, Tosunöz ve Doğan (2026) hemşirelerdeki YZ kaygısının orta düzeyde olduğunu ve bu durumun bilgi ile mesleki deneyim eksikliğinden beslendiğini ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada da Çoban ve ark. (2022), makinelerin insan düşüncesini aşmasının ve hemşireliğin temel değerlerinden uzaklaşılma ihtimalinin mesleki bir tehdit olarak algılandığını bulgulamıştır. Stokes ve Palmer (2020), YZ'nin ancak teknik görevleri üstlenebileceğini, hemşireliğin özündeki insani dokunuş ve empatinin yerini asla alamayacağını vurgulayarak söz konusu endişelere yanıt niteliğinde bir perspektif sunmaktadır.

Tüm bu süreçlerin temelinde, yapay zekânın etik ve yasal boyutu kritik bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Özellikle hasta mahremiyeti, veri güvenliği, algoritmik önyargılar ve malpraktis durumunda hukuki sorumluluğun/mesleki sorumluluğun kime ait olacağı çözülmesi gereken temel meselelerdir (Alnawafleh ve ark., 2025; El Arab ve ark., 2025; Kandemir ve ark., 2023; Nas ve ark., 2025; Nurkalem ve Karabacak, 2025). Sonuç olarak, bugünün hemşireliğinde yapay zekâ; etik çerçeveler ve hasta güvenliği protokolleri ile desteklendiğinde bakım kalitesini artıran, vazgeçilmez ve güçlü bir araç olarak konumlanmaktadır.

Yapay zekânın hemşirelikteki yarını, teknolojinin bakıma bir alternatif olarak değil, bakımın kalitesini ve güvenliğini artıran stratejik bir "ortak" olarak konumlanacağı bir yapı üzerine kurgulanmaktadır (Akgerman ve ark., 2022; Ulubay ve ark., 2022). Bu gelecek vizyonu; kişiselleştirilmiş tıp, hassas teşhis yöntemleri ve YZ destekli klinik araçlarla hasta bakım kalitesini devrimsel bir şekilde dönüştürme ve süreçleri daha verimli hale getirme potansiyeline sahiptir (Yelne ve ark., 2023). Yakın gelecekte sağlık hizmetlerinin idari ve klinik açıdan büyük ölçüde sanallaşması, YZ tabanlı sistemlerin 7/24 kesintisiz monitorizasyon ve erken uyarı mekanizmalarıyla rutinleşmesi öngörülmektedir (Akalın ve Veranyurt, 2020; Kaplan ve Giersbergen, 2025). Özellikle genetik yatkınlıklar ve yaşam tarzı verilerinin birleştirilmesiyle oluşturulacak "hassas bakım" (precision care) planları, geleceğin hemşirelik uygulamalarının temel taşı haline gelecektir (Ulubay ve ark., 2022; Yapal ve Evgin, 2025).

Bu teknolojik dönüşümün en önemli çıktılarından biri, hemşirelerin üzerindeki veri kayıt ve rutin işlem yükünün hafiflemesiyle birlikte; "insani dokunuş", "empati" ve "eleştirel düşünme" gibi değerlerin hemşirelik felsefesinin merkezindeki ağırlığının daha da artacak olmasıdır (Akalın ve Veranyurt, 2020; Çetin ve Eroğlu, 2020). Rony ve ark. (2024) ile Yelne ve ark. (2023), YZ'nin profesyonellerin yerini tamamen almak yerine, insan dokunuşu ve empatinin özünü koruyarak klinik süreçleri destekleyen tamamlayıcı bir güç olarak konumlanacağını vurgulamaktadır. Nitekim Gökçen Gökalp ve Üzer (2024), YZ ve robot teknolojilerinin yakın gelecekte sadece klinik bakımda değil; eğitim, araştırma ve yönetim alanlarında da vazgeçilmez araçlar haline gelerek yeni nesil hemşirelik anlayışına zemin hazırlayacağı sonucuna varmışlardır.

Geleceğin hemşirelik iş gücünün bu teknoloji yoğun ortamlara hazırlanması için hemşirelik eğitiminin; dijital okuryazarlık, veri yönetimi, YZ okuryazarlığı ve etik ilkeler odaklı müfredat reformlarıyla yeniden yapılandırılması zorunlu görülmektedir (Sockolow ve ark., 2025). Aslan ve Subaşı (2022), bu dönüşüme hazır olmak için müfredata acilen yapay zekâ algoritmaları ve genomik gibi konuların entegre edilmesi gerektiğini

belirtmektedir. Eğitimde YZ kullanımı, öğrencilerin performansını anlık değerlendiren adaptif öğrenme yolları ve sanal hasta simülasyonları üzerinden "hassas eğitim" (precision education) yaklaşımını beraberinde getirecektir (Yapal ve Evgin, 2025). Metaverse tabanlı sanal hastaneler ve YZ destekli chatbotlar, öğrencilere risksiz bir ortamda klinik muhakeme becerilerini geliştirme fırsatı sunarken; Hoffarth (2026), üretken YZ kullanımının öğrencilerin eleştirel düşünme ve teknoloji zengini ortamlara hazırlık becerilerini anlamlı düzeyde geliştirebileceğini savunmaktadır.

Güncel veriler, hemşirelik programlarının henüz %17'sinin üretken YZ dersleri sunduğunu ancak 2029 yılına kadar bu alanda büyük bir yatırım artışı beklendiğini göstermektedir (Zhong ve ark., 2025). Rony ve ark. (2024) ise YZ destekli robotik ve teletıp çözümlerinin bakımın kapsamını genişleterek hemşireleri geleceğe hazırlayacağını belirtmektedir. Sonuç olarak, robot hemşirelerin ve YZ teknolojilerinin sağlık sisteminde yer alması kaçınılmaz bir süreçtir; ancak Gümüş (2023) tarafından vurgulandığı üzere, bu sürecin hem olumlu hem de olumsuz etkilerini yönetebilmek adına uygulama aşamalarına hemşirelerin aktif katılımı kritik bir önem arz etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yapay zekânın hemşirelik disiplinindeki tarihsel gelişimi, mevcut uygulama sahası ve gelecek projeksiyonları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde; teknolojinin hemşirelik felsefesine alternatif bir unsur değil, bu felsefeyi güçlendiren ve "insani dokunuşun" sınırlarını genişleten stratejik bir ortak olduğu görülmektedir. 1950'li yıllarda kuramsal temelleri atılan, 1980'li yıllarda kural tabanlı uzman sistemlerle klinik karar verme süreçlerine dahil olan YZ (Akgerman ve ark., 2022; McGrow, 2019); günümüzde veri odaklı algoritmalar, prediktif analizler ve robotik asistanlar aracılığıyla bakımın kalitesini, verimliliğini ve güvenliğini artıran vazgeçilmez bir güç haline gelmiştir (Ruksakulpiwat ve ark., 2024; Seibert ve ark., 2023; Yelne ve ark., 2023). Özellikle 1980'li yıllardan itibaren hemşirelik bilişiminin profesyonel bir kimlik kazanması, bu dijital devrimin mesleki zeminde somutlaşmasını sağlamıştır (Şöhret, 2025; Ulubay ve ark., 2022).

Hemşireliğin "yarını" ise sağlık hizmetlerinin büyük ölçüde sanallaştığı, genetik verilerle yaşam tarzı verilerinin birleştiği "hassas bakım" (precision care) modelleri üzerine kurgulanmaktadır (Akalın ve Veranyurt, 2020; Nashwan ve ark., 2025). Bu dijital devrim, hemşirelerin üzerindeki idari ve rutin işlem yükünü hafifleterek, mesleki özü temsil eden "empati", "eleştirel düşünme" ve "etik muhakeme" süreçlerine daha nitelikli zaman ayrılmasına imkan tanıyacaktır (Han ve ark., 2026; Sockolow ve ark., 2025). Sonuç olarak YZ; hemşirelik rollerini ortadan kaldırmamakta, aksine hemşireleri veri yöneten, etik denetim yapan ve yüksek teknolojiyi hümanistik değerlerle harmanlayan lider profesyoneller olarak yeniden konumlandırmaktadır (Barrett ve Jones, 2025).

Bu bilimsel birikim ve teknolojik dönüşüm ışığında, hemşirelik mesleğinin geleceğini teminat altına almak adına şu stratejik adımlar önerilmektedir:

- **Akademik Müfredat Reformu:** Hemşirelik lisans ve lisansüstü programları, yalnızca teknik becerilere odaklanmak yerine; YZ okuryazarlığı, veri yönetimi, algoritma etiği ve dijital sağlık okuryazarlığını kapsayan disiplinlerarası bir içerikle acilen revize edilmelidir (Aslan ve Subaşı, 2022; Dodson ve ark., 2025; Rony ve ark., 2024).
- **Kurumsal ve Yönetsel Yapılanma:** Sağlık kurumlarında, teknolojik dönüşümü yönetmek ve klinik hataları minimize etmek amacıyla "Teknoloji/Bilişim Hemşireliği" kadroları resmi olarak tanımlanmalı; hemşireler YZ sistemlerinin tasarım ve uygulama aşamalarında aktif tasarımcı olarak yer almalıdır (Gümüş, 2023; Kuleyin ve Çiçek Korkmaz, 2024).
- **Etik ve Yasal Rehberlerin Oluşturulması:** Algoritmik önyargılar ve veri mahremiyeti gibi riskleri yönetebilmek adına, ulusal ve uluslararası düzeyde hemşirelik etik değerlerine dayalı yasal çerçeveler ve profesyonel uygulama rehberleri ivedilikle geliştirilmelidir (Alnawafleh ve ark., 2025; Galatzan ve ark., 2025; Nas ve ark., 2025).
- **Hümanistik Bakımın Dijital Entegrasyonu:** YZ'den kazanılan operasyonel zamanın, doğrudan hasta bakımına ve "şefkatli bakıma" (compassionate care) aktarılmasını sağlayacak yeni bakım modelleri geliştirilmeli; teknolojinin mekanikleşmeye değil, bireyselleşmiş bütüncül bakıma hizmet etmesi sağlanmalıdır (Nurkalem ve Karabacak, 2025; Stokes ve Palmer, 2020; Yelne ve ark., 2023).

KAYNAKÇA

- Abuzaid MM, Elshami W, Fadden SM. Integration of artificial intelligence into nursing practice. Health Technol (Berl). 2022;12(6):1109-1115. doi: 10.1007/s12553-022-00697-0. Epub 2022 Sep 14. PMID: 36117522; PMCID: PMC9470236.
- Akalın, B., ve Veranyurt, Ü. (2020). Sağlikta dijitalleşme ve yapay zekâ. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, *2*(2), 128-137.
- Akgerman, A., Yavuz, E. D. Ö., Kavaslar, İ., ve Güngör, S. (2022). Yapay zeka ve hemşirelik. *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi*, *2*(1), 21-27.
- Akdogan, E. (2021, January). Hemşirelikte yapay zekâ. In *4th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2021) November 24-26, 2021. www. EurasianBioChem. org*.
- Al Khatib I, Ndiaye M. Examining the Role of AI in Changing the Role of Nurses in Patient Care: Systematic Review. JMIR Nurs. 2025 Feb 19;8:e63335. doi: 10.2196/63335. PMID: 39970436; PMCID: PMC11888071.
- Alnawafleh, KA, Almagharbeh, WT, Alfanash, HA, Alasmari, AA, Alharbi, AA, Alamrani, MH, ... ve Rezq, KA (2025). Hemşirelik uygulamalarında yapay zeka entegrasyonunun etik boyutlarının araştırılması: sistematik bir inceleme. *Hemşirelik Yönetmeliği Dergisi* , *16* (3), 228-237.
- Aslan, F., ve Subaşı, A. (2022). Hemşirelik eğitimi ve hemşirelik süreci perspektifinden yapay zekâ teknolojilerine farklı bir bakış. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, *4*(3), 153-158.
- Barrett, J. J., ve Jones, C. B. (2025). Task augmentation, automation, and hybridization in nursing: A conceptual framework for artificial intelligence-integrated care delivery. *Nursing Outlook*, *73*(5), 102524.
- Bidve, V., Virkar, A., Raut, P., ve Velapurkar, S. (2023). NOVA-a virtual nursing assistant. *Indones J Electr Eng Comput Sci*, *30*(1), 307-15.
- Bodur, G., & Küçükkaya, A. (2026). Hemşirelik Eğitiminde Yapay Zekanın Kullanılabilirliği: Teknolojik Dönüşümün Fırsatları ve Sınırları.
- Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., ve Bamford, M. (2020). Predicted influences of artificial intelligence on the domains of nursing: scoping review. *JMIR nursing*, *3*(1), e23939.
- Ceviz, A., & Özden, G. (2025). Yoğun Bakımda Yapay Zekanın Etik Sonuçları: Klinik Karar Verme ve Hemşirelik Uygulamaları Üzerine Bir Literatür İncelemesi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, *29*(2), 152-160.
- Çapuk, H. (2026). Yapay Zekâ ile Palyatif Bakımda Yenilikler: Hemşirelik Uygulamaları ve Karşılaşılan Zorluklar. *Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, *8*(1), 49-56.
- Çetin, B., ve Eroğlu, N. (2020). Hemşirelik bakımında yenilikçi teknolojiler. *Acta Medica Nicomedia*, *3*(3), 120-126.
- Çoban, N., Eryiğit, T., Dülcek, S., Beydağ, K. D., ve Ortabağ, T. (2022). Hemşirelik mesleğinde yapay zeka ve robot teknolojilerinin yeri. Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(1), 378-385.
- Çobanoğlu, A., ve Oğuzhan, H. (2023). Hemşirelikte teknolojinin gelişimi ve mesleğin geleceğine etkileri. Hemşirelik Bilimi Dergisi, 6(2), 114-122.
- Dodson, T. M., Thompson-Hairston, K., ve Reed, J. M. (2025). Nursing students' AI literacy and ethical understanding of AI in nursing education. *Teaching and Learning in Nursing*.
- EKİNCİ, İ., & BAŞYİĞİT, Ö. F. Yapay Zekâ Destekli Klinik Karar Vermede Hemşirelerin Değişen Rolü. *SAĞLIK BİLİMLERİNDE YENİ KAVRAMLAR VE İLERİ ÇALIŞMALAR*, 46.
- EKİNCİ, İ., & KIZILARSLAN, V. Hemşirelik Uygulamalarında Yapay Zekânın Etik Kullanımı. *SAĞLIK BİLİMLERİNDE YENİ KAVRAMLAR VE İLERİ ÇALIŞMALAR*, 24.

- El Arab, R. A., Al Moosa, O. A., Abuadas, F. H., ve Somerville, J. (2025). The role of AI in nursing education and practice: Umbrella review. Journal of Medical Internet Research, 27, e69881.
- Enginyurt, E. (2025). Sağlık çalışanlarının yapay zekâya yönelik tutum ve kaygıları. Güncel Sağlık Yönetimi, 3(1), 50-65.
- Eren, n. B. Sağlik bakiminda yapay zeka temelli yeni nesil teknoloji uygulamala*ri. Sağlik ve bilim 2022: yeni nesil tekn*olojiler.
- Galatzan, BJ, Johnson, EA, Turchioe, MR, Baker, C., ve Wieben, A. (2025). Yapay Zeka Sınırında Düzenleme: Politika, Düzenleme ve Hemşirelik Uygulamasının Çarpışması. *Hemşirelik Düzenlemesi Dergisi* .
- Gökçen Gökalp, M., ve Üzer, M. A. (2024). Yapay zeka çağında hemşirelik bakımı. SBÜ Hemşirelik Dergisi, 6(1), 89-94.
- Gümüş, E. (2023). Yapay zeka ve robot hemşireler hakkında hekim, hemşire ve hasta görüşleri (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Han, G. I., Choi, H., ve Son, Y. J. (2026). Advantages and challenges for utilization of generative artificial intelligence in clinical nursing practice: an integrative review. *BMC nursing*.
- Hoffarth, M. (2026). Reimagining critical thinking in the age of AI: Implications for nursing education and practice. *Nurse Education Today*, 107076.
- Kandemir, F., Azizoğlu, F., ve Terzi, B. (2023). Hemşirelikte yapay zekâ ve robot teknolojilerinin kullanımı. Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi, 27(2), 118-127.
- Kandemir, F. (2024). Hemşirelerin yapay zekâya yönelik genel tutumlarının incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Kandemir, F., ve Azizoğlu, F. (2024). Hemşirelerin yapay zekaya yönelik genel tutumlarının incelenmesi. J Intensive Care Nurs, 28(2), 113-125.
- Kaplan, T., ve Van Giersbergen, M. Y. (2025). Hemşirelikte Teknoloji Kullanımı: Yenilikler ve Gelecek Perspektifleri. *Doğu Karadeniz Sağlık Bilimleri Dergisi*, *4*(4), 350-358.
- İş, Y. Z. K. S. Ç., KARDAN, E. K., & Yöneticiliği, S. K. Yapay Zekâ Kullanımının Sağlık Çalışanlarının İş Yükü Ve Performansları Üzerine Etkisi--------Emre Kemal Kardan. *Yapay Zeka Araştırmaları Sempozyumu*, 126.
- Koo, T. H., Zakaria, A. D., Ng, J. K., ve Leong, X. B. (2024). Systematic review of the application of artificial intelligence in healthcare and nursing care. *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS*, *31*(5), 135.
- Kuleyin, B., ve Çiçek Korkmaz, A. (2024). Robot hemşirelerin hemşirelik mesleği üzerine yansımaları. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 12(1), 192-198.
- Kutman, G. (2026). Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde Yapay Zeka Uygulamaları ve Hemşirelik Açısından Değerlendirilmesi. *Balkan Sağlık Bilimleri Dergisi*, *5*(1), 49-56.
- Kwan, R. Y. C., Tang, A. C. Y., Wong, J. Y. H., Zhou, W., Belcina, M. T., Adajar, G. R., ... & Wong, J. S. W. (2025). Navigating the integration of artificial intelligence in nursing: opportunities, challenges, and strategic actions. *International journal of nursing sciences*, *12*(3), 241-245.
- McGrow, K. (2019). Yapay zekâ: Hemşirelik için temel unsurlar. *Hemşirelik2025* , *49* (9), 46-49.
- M. Frize, L. Yang, RC Walker ve AM O'Connor, "Yenidoğan yoğun bakımında etik karar verme desteği için bilgi yönetiminin kavramsal çerçevesi", *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* , cilt 9, sayı 2, s. 205-215, Haziran 2005, doi: 10.1109/TITB.2005.847187.
- Mrayyan, M. T., ve Alomari, A. K. (2026). Using Artificial Intelligence in Nursing Education From the Eyes of Nursing Academics: An Online Cross-Sectional Study. *Human Behavior and Emerging Technologies*, *2026*(1), 9885653.

- MUTLU, S., & KARA, H. YAPAY ZEKA VE ROBOTİK SİSTEMLERİNİN PERİOPERATİF HEMŞİRELİK UYGULAMALARINA ETKİSİ. *CERRAHİ HASTALIKLAR HEMŞİRELİĞİ ALANINDA ULUSLARARASI DERLEME, ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR* , 51.
- Nas, İ., Aydın Kahraman, H., Can, V., ve Bulduk, M. (2025). Hemşirelerin yapay zekâ kullanım farkındalıklarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 14(2), 788-799.
- Nashwan, A. J., Cabrega, J. A., Othman, M. I., Khedr, M. A., Osman, Y. M., El-Ashry, A. M., ... ve Mousa, A. A. (2025). The evolving role of nursing informatics in the era of artificial intelligence. *International nursing review*, *72*(1), e13084.
- Nasreldin Othman, W., Mohamed Zanaty, M., & Mohamed Elghareeb, S. (2021). Nurses' anxiety level toward partnering with artificial intelligence in providing nursing care: pre&post training session. *Egyptian Journal of Health Care*, *12*(4), 1386-1396.
- Nirgiz, C. (2025). Geleceğin Hemşireliğinde Yapay Zekânın ve Robotik Teknolojilerin Rolü. Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(1), 83-88. https://doi.org/10.53493/avrasyasbd.1451844
- Nurkalem, S., ve Gülseven Karabacak, B. (2025). Hemşirelikte yapay zekâ: Teknolojik devrimin etik ve hümanistik boyutu. Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi, 7(2), 116-123.
- Özdemir, N., Aksoy, M., ve Düzgün, M. V. (2024). Artificial intelligence supported robot nurse. Beykent University Journal of Science and Engineering, 7(1), 57-69.
- Özsezer, G. (2022). Hemşirelik alanında yapay zekanın geleceği. Journal of Human Sciences, 19(2), 285-299.
- Ramadan, O. M. E., Alruwaili, M. M., Alruwaili, A. N., Elsehrawy, M. G., ve Alanazi, S. (2024). Facilitators and barriers to AI adoption in nursing practice: a qualitative study of registered nurses' perspectives. *BMC nursing*, *23*(1), 891.
- Robert, N. (2019). Yapay zekâ hemşireliği nasıl değiştiriyor? *Hemşirelik yönetimi* , *50* (9), 30-39.
- Rony, M. K. K., Parvin, M. R., ve Ferdousi, S. (2024). Advancing nursing practice with artificial intelligence: Enhancing preparedness for the future. *Nursing open*, *11*(1).
- Ruksakulpiwat, S., Thorngthip, S., Niyomyart, A., Benjasirisan, C., Phianhasin, L., Aldossary, H., ... ve Samai, T. (2024). A systematic review of the application of artificial intelligence in nursing care: Where are we, and what's next?. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 1603-1616.
- Seibert, K., Domhoff, D., Bruch, D., Schulte-Althoff, M., Fürstenau, D., Biessmann, F., ve Wolf-Ostermann, K. (2021). Application scenarios for artificial intelligence in nursing care: rapid review. *Journal of medical Internet research*, *23*(11), e26522.
- Seibert, K., Domhoff, D., Fürstenau, D., Biessmann, F., Schulte-Althoff, M., ve Wolf-Ostermann, K. (2023). Exploring needs and challenges for AI in nursing care–results of an explorative sequential mixed methods study. *BMC Digital Health*, *1*(1), 13.
- Shang, Z. (2021). A concept analysis on the use of artificial intelligence in nursing. *Cureus*, *13*(5).
- Sockolow, P., Michalowski, M., Peltonen, L. M., Pruinelli, L., ve Topaz, M. (2025). Advancing AI initiatives in nursing academics: Case studies and insights from thought leaders. *Nursing outlook*, *73*(5), 102527.
- Stokes, F., ve Palmer, A. (2020). Hemşirelikte yapay zekâ ve robotik: Yapay zekâ ve insanlar arasında görevlerin bölünmesine rehberlik eden bakım etiği. *Hemşirelik Felsefesi* , *21* (4), e12306.
- Şendir, M., Şimşekoğlu, N., Kaya, A., ve Sümer, K. (2019). Geleceğin teknolojisinde hemşirelik. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, *1*(3), 209-214.
- Şöhret, T. (2025). Hemşirelik alanında yapay zeka ile ilgili yapmış araştırmaların bibliyografik analizi. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi, 5(1), 1-10.

- Tawfik E, Ghallab E, Moustafa A. A nurse versus a chatbot – the effect of an empowerment program on chemotherapy-related side effects and the self-care behaviors of women living with breast Cancer: a randomized controlled trial. BMC Nurs. 2023 Apr 6;22(1):102. doi: 10.1186/s12912-023-01243-7. PMID: 37024875; PMCID: PMC10077642.
- Tosunöz, İ. K., ve Doğan, S. D. (2026). Hemşirelerin Yapay Zekâ Kaygı Düzeyleri ve Yordayıcıları: Tanımlayıcı Kesitsel Bir Çalışma. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, *9*(1), 42-50.
- Tutar, Ş., Özgörü, H., & Şensoy, Ö. (2025). Pediatri Hemşireliğinde Yapay Zekâ Destekli Yaklaşımlar. *Akdeniz Hemşirelik Dergisi*, *4*(3), 146-155.
- Ulubay, S., Ayoğlu, T., ve Özcan, E. (2022). Hemşirelik bakım ve uygulamalarında yapay zekâ kullanımının önemi. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi, 2(2), 13-17.
- Volrathongchai K, Brennan PF, Ferris MC. Predicting the likelihood of falls among the elderly using likelihood basis pursuit technique. AMIA Annu Symp Proc. 2005;2005:764-8. PMID: 16779143; PMCID: PMC1560466.
- Wei, Q., Pan, S., Liu, X., Hong, M., Nong, C., ve Zhang, W. (2025). The integration of AI in nursing: addressing current applications, challenges, and future directions. *Frontiers in medicine*, *12*, 1545420.
- Yapal, S., ve Evgin, D. (2025). Hemşirelik ve Dijital Dönüşüm: Metaverse'ten Yapay Zekaya Yenilikçi Uygulamalar. *Sağlık Bilimlerinde Teknoloji ve İnovasyon Disiplinlerarası Yaklaşım*, 1.
- Yelne, S., Chaudhary, M., Dod, K., Sayyad, A., ve Sharma, R. (2023). Harnessing the power of AI: a comprehensive review of its impact and challenges in nursing science and healthcare. *Cureus*, *15*(11).
- Yurttaş, G., & Akdeniz, E. (2025). Türkiye'de Hemşirelik Alanında Yapay Zeka Üzerine Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi* , *22* (3), 172-179.
- Zhong, EH, Spector, N., O'Hara, C., Livanos, N., ve Castillo III, JD (2025). Dijital çağda hemşirelik düzenlemesini ilerletmek: İş gücü açığını kapatmak ve uygulama yeterliliğini ve güvenliğini güçlendirmek için yapay zekadan yararlanmak. *Hemşirelik Düzenlemesi Dergisi* , *16* (3), 150-164.
- Google. (2026). *Gemini* (Haziran 2026 sürümü) [Büyük dil modeli]. https://gemini.google.com
- Google. (2026). *NotebookLM* [Büyük dil modeli destekli araştırma asistanı]. https://notebooklm.google.com

DEPREM SONRASI SİGARA BAĞIMLILIĞINDAKİ ARTIŞ: MALATYA'DAKİ DEPREMZEDELERİN BAĞIMLILIK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Fatih BAYSAL

Lisans Öğrencisi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, ORCID: 0009-0004-4330-7018

Muhammed Hasan BAKİ

Lisans Öğrencisi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, ORCID: 0009-0008-9249-4808

Hilal AKÇAY

Lisans Öğrencisi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, ORCID: 0009-0008-0150-4274

Zeynep SAĞIR

Doç. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, (Sorumlu Yazar) ORCID: 0000-0002-9214-185X

Özet

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin Malatya ilindeki afetzedeler üzerindeki psikososyal etkilerini ve sigara kullanım düzeylerinde meydana gelen değişimleri incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, nicel ve nitel verilerin bir arada değerlendirildiği karma araştırma modellerinden eş zamanlı gömülü tasarım yöntemi kullanılmıştır. Nicel aşamada, 18 yaş ve üzeri 50 katılımcıya Fagerström Nikotin Bağımlılığı Testi ile Olayların Etkisi Ölçeği (IES-R) uygulanmış; nitel aşamada ise bağımlılık düzeyi en fazla artış gösteren 7 katılımcıyla yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Nicel analiz sonuçları, katılımcıların deprem sonrası sigara bağımlılık puanlarında deprem öncesine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Yakın kaybı yaşama ve cinsiyet faktörlerinin travma şiddeti veya bağımlılık artışı üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen nitel bulgular, bağımlılıktaki bu artışın nedenlerini beş ana tema altında açıklamıştır: travmatik yas ve varoluşsal kriz, sigaranın sembolik bir ikame ve duygusal regülasyon aracı olarak görülmesi, ekonomik sıkıntılara rağmen devam eden paradoksal tüketim, eylemin otomatikleşmesi (hipervijilans) ve aile içi hiyerarşinin çözülmesiyle sigara kullanımının normalleşmesi. Sonuç olarak, deprem sonrası sigara kullanımındaki artışın basit bir nikotin ihtiyacından ziyade varoluşsal kriz ve ekonomik paradokslara karşı geliştirilen çok boyutlu, reaktif bir başa çıkma stratejisi olduğu ortaya konmuş; afet sonrası rehabilitasyon ve psikososyal destek programlarının gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Travma Sonrası Stres Bozukluğu, Sigara Bağımlılığı, Psikososyal Destek, Doğal Afetler

INCREASE IN SMOKING ADDICTION AFTER THE EARTHQUAKE: AN EXAMINATION OF ADDICTION BEHAVIORS AMONG EARTHQUAKE SURVIVORS IN MALATYA

Abstract

Natural disasters can profoundly affect individuals' mental health and coping mechanisms, potentially triggering addictive behaviors. This study was conducted to examine the increasing trend in cigarette dependence among earthquake survivors in Malatya following the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes, as well as the psychosocial factors underlying this increase, such as post-traumatic stress disorder (PTSD), lack of social support, loneliness, and economic losses. Using a concurrent embedded design, the quantitative phase of the study involved administering the Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND) and the Impact of Event Scale-Revised (IES-R) to 50 earthquake survivors. In the qualitative phase, semi-

structured in-depth interviews were conducted with participants who showed a significant increase in dependence levels, and the data were analyzed using content analysis. Expanded qualitative findings revealed that cigarettes were perceived by survivors as a “lifeline” and a “companion in distress” for coping with loss of life and social isolation. Participants reported using smoking as a “break tool” to escape intense anxiety during aftershocks and states of constant alertness. While economic hardship would be expected to reduce consumption, a paradoxical pattern emerged in which individuals, driven by a sense that “everything has already been lost,” allocated even their limited financial resources to cigarettes. Moreover, it was found that parents who turned to smoking due to trauma unintentionally legitimized this behavior for younger individuals. Smoking also evolved into a coping mechanism by providing a sense of “the only controllable aspect” in individuals’ lives. In conclusion, the increase in cigarette consumption after disasters cannot be explained solely as a search for nicotine; rather, it represents a psychosocial compensatory effort developed in response to uncertainty, grief, and loss of control. Accordingly, it is recommended that post-disaster addiction interventions be integrated with trauma-focused mental health policies.

Keywords: Earthquake, Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD), Cigarette Addiction, Psychosocial Support, Mixed Methods.

Giriş

Doğal afetler, toplumlar üzerinde yalnızca fiziksel yıkıma neden olmakla kalmaz, aynı zamanda bireylerin ruh sağlığını derinden etkileyerek psikososyal sorunlara yol açan olaylardır. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen ve Malatya’yı da şiddetli biçimde etkileyen depremler, afetzedelerin yaşamında stres, kaygı ve depresyon gibi ağır ruhsal yükler bırakmıştır. Afet sonrası dönemde bireylerin psikolojik dayanıklılıklarının azalması ve stresle başa çıkma mekanizmalarının zayıflaması sıklıkla gözlemlenmektedir (Kessler, 2000). Yaşanan bu psikolojik travmalar, bireylerin olumsuz duygudurumlarını düzenlemek ve sıkıntılarla baş etmek amacıyla sigara gibi bağımlılık yapıcı maddelere yönelimini artırmaktadır (Farris vd., 2014; Shevorykin vd., 2024).

Küresel ve ulusal ölçekteki çalışmalar, büyük travmaların ardından tütün kullanımında belirgin artışlar yaşandığını doğrulamaktadır. Örneğin, 2010 Yeni Zelanda depremi sonrasında sigara tüketiminde ciddi bir artış gözlemlenirken (Erskine vd., 2013), Türkiye'de 1999 Marmara Depremi sonrasında da afetzedelerin psikolojik travmalarla baş etmek için benzer bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir (Karancı & Acartürk, 2005). Yakın zamanda, doğrudan Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen bölgelerde yapılan araştırmalar da afet sonrası süreçte bireylerin sigara kullanım oranlarında ve tüketim miktarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar olduğunu ortaya koymuştur (Erbaycu, 2024). Bu süreçte, travma yaşayan bireylerdeki sosyal destek eksikliği, yalnızlık ve ekonomik kayıplar, sigara kullanımını tetikleyen başlıca risk faktörleri arasında yer almaktadır (Cohen & Wills, 1985). Özellikle Kahramanmaraş depremini deneyimleyen bireyler üzerinde yapılan güncel incelemeler, algılanan sosyal desteğin yetersiz olmasının tütün kullanımına yönelimi artırdığını desteklemektedir (Özkol, 2024).

Bu bağlamda, depremin yarattığı travmanın bağımlılık üzerindeki etkilerini incelemek, kriz sonrası toplum sağlığını korumaya yönelik müdahaleler geliştirmek için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş depremleri sonrasında Malatya ilinde yaşayan depremzedelerin sigara kullanım düzeylerinde meydana gelen değişimleri ve bu artışa etki eden Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) ile diğer psikososyal faktörleri analiz etmektir. Elde edilecek bulguların, afet sonrası toplumsal iyileşme stratejilerine ve sosyal destek programlarına bilimsel bir zemin oluşturması hedeflenmektedir.

Yöntem

Bu tebliğde yer alan araştırmada, 6 Şubat 2023 Malatya depremi sonrasında depremzedelerin sigara kullanımındaki değişiklikleri ve bu değişimlerin altında yatan psikososyal dinamikleri incelemek amacıyla karma araştırma modellerinden eş zamanlı gömülü tasarım yöntemi kullanılmıştır. Araştırma kapsamında, nicel veriler aracılığıyla ölçülebilir ve sayısal ilişkiler çözümlenirken; nitel veriler aracılığıyla bireylerin duygu, düşünce ve derinlemesine deneyimlerine dair bağlamsal bilgilerin edinilmesi hedeflenmiştir.

Nicel Araştırma: Araştırmanın nicel aşamasında, Malatya’da 18 yaş ve üzeri 50 katılımcıya ulaşılmıştır. Çalışmada bağımlı değişken "Deprem sonrası sigara bağımlılığındaki değişim" olarak ele alınırken; bağımsız

değişkenler "Travma sonrası stres düzeyi, sosyal destek eksikliği, ekonomik kayıplar, uyku sorunları ve çevresel baskılar" olarak yapılandırılmıştır. Veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliğini, soru netliğini ve kapsamını test etmek amacıyla ana uygulama öncesinde Malatya Turgut Özal Üniversitesinden rastgele seçilen 15 öğrenci ile bir pilot çalışma yürütülmüştür, danışman öğretim üyesi eşliğinde gerekli noktalarda revizyonlar tamamlanmıştır. Ana uygulama aşamasında katılımcılara; sigara içme alışkanlıklarını deprem öncesi ve sonrası için nesnel olarak değerlendiren ve Heatherton vd. (1991) tarafından geliştirilen 6 soruluk Fagerström Nikotin Bağımlılığı Testi (FTND), travmatik stres belirtilerini (yeniden yaşantılama, kaçınma, uyarılma) ölçmek amacıyla orijinali Weiss ve Marmar (1997) tarafından geliştirilen ve Türkçe geçerlik güvenirlik çalışması Çorapçıoğlu vd. (2006) tarafından yapılan Olayların Etkisi Ölçeği (IES-R) Türkçe versiyonu ve psikososyal/sosyodemografik (yaş, cinsiyet, yakın kaybı) durumları detaylandıran araştırmacı anketi uygulanmıştır. Çevrim içi formatta veya üniversitenin tahsis ettiği görüşme odasında yürütülen bu süreçte, katılımcılardan etik onay alınarak veri gizliliği sağlanmıştır. Elde edilen nicel verilerin istatistiksel analizleri SPSS paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Nitel Araştırma: Nicel analiz sonuçlarına göre deprem öncesi ve sonrası dönem arasında bağımlılık düzeyinde en fazla artış gösteren 7 katılımcı amaçlı örneklem yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırmanın nitel aşamasında, yönlendirici olmayan, esnek ve açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Üniversite bünyesindeki görüşme odasında, randevu hatırlatıcıları yönetilerek haftada bir veya iki katılımcı olacak şekilde yürütülen oturumlar tamamlanmıştır. Etik standartlar gereği katılımcıların aydınlatılmış onamları doğrultusunda ses kayıt cihazı kullanılarak yürütülen görüşmeler, deşifre edilerek metne dönüştürülmüştür. Elde edilen nitel veriler içerik analizi yöntemiyle sistematik olarak çözümlenmiş; anlam birimlerine ayrılan ifadeler sırasıyla kod, kategori ve tematik yapı düzeninde sınıflandırılmıştır. Analiz kapsamında özellikle travma sonrası stres, yakın kaybı ve deprem sonrası ekonomik sıkıntıların bağımlılık seviyelerini nasıl şekillendirdiği ana temalar altında bütüncül bir çerçevede birleştirilmiştir. Bu veriler sayesinde nitel bulgular elde edilmiştir.

Bulgular

1. Nicel Araştırma Sonuçları

Tablo 1. Demografik dağılım.

		N	%
Cinsiyet	**Kadın**	29	58
	Erkek	21	42
	Total	**50**	**100**
Yaş Dağılımları	**17**	1	2
	18	3	6
	19	6	12
	20	9	18
	21	11	22
	22	7	14
	23	6	12
	24	4	8
	25	2	4
	26	1	2
	Total	**50**	**100**
Eğitim Durumu	**Lise**	1	2
	Ön lisans	11	22
	Lisans	36	72
	Diğer	2	4
	Total	**50**	**100**

Araştırmaya katılan bireylerin sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde, araştırmaya katılan 50 bireyin cinsiyet, eğitim durumu ve yaş dağılımlarına ilişkin özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Cinsiyet dağılımına bakıldığında, katılımcıların %58'inin (n=29) kadın, %48'inin (n=21) ise erkektir. Eğitim durumları incelendiğinde; çalışma grubunun çok büyük bir kısmının Lisans mezunlarından oluştuğu (%72, n=36), bunu sırasıyla ön lisans (%22, n=11), diğer (%4, n=2) ve lise (%2, n=1) mezunlarının takip ettiği belirlenmiştir.

Katılımcıların yaş özellikleri incelendiğinde, yaşların 17 ile 26 arasında değiştiği ve genel yaş ortalamasının 21.2 olduğu hesaplanmıştır. Yaş gruplarına göre bir inceleme yapıldığında; %22'lik (n=11) bir oranla 21 yaşındaki bireylerin araştırmaya katıldığı söylenebilir.

Tablo 2. Katılımcıların Deprem Öncesi ve Deprem Sonrası Nikotin Bağımlılık Düzeylerine İlişkin İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları.

Ölçüm	N	M	SS	sd	t	*p*	Cohen's d
Deprem Öncesi	50	1,68	0,76	49	3,055	,004	0,43
Deprem Sonrası	50	1,84	0,84				

Katılımcıların deprem öncesi ve deprem sonrası nikotin bağımlılık düzeyleri ilişkili örneklemler t testi ile karşılaştırılarak Tablo 2'de yer almaktadır. Analiz sonucunda iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir, t(49)=3.055, p=.004. Etki büyüklüğü incelendiğinde Cohen's d değerinin .43 olduğu görülmüş ve bu sonucun küçük-orta düzeyde bir etkiye işaret ettiği değerlendirilmiştir. Bu bulgular, deprem sonrası süreçte nikotin bağımlılığı düzeyinin arttığını ortaya koymuştur.

Tablo 3. Katılımcıların Yakınını Kaybetme Durumlarına Göre Yaşam Olaylarının Etkisini Algılama ve Sigara Bağımlılığı Düzeylerine İlişkin Analiz Sonuçları

Değişken	Kayıp Durumu	N	M	SS	t	sd	*p*
Deprem Sonrası Bağımlılık	Kayıp Yok	31	4.19	2.94	-0.25	48	.800
	Kayıp Var	19	4.42	3.25			
Olayların Etkisini Algılama	Kayıp Yok	31	24.87	11.85	-2.57	48	.013
	Kayıp Var	19	34.73	15.12			

Tablo 3 incelendiğinde yakınını kaybetme durumu, bireylerin yaşam olaylarının etkisini algılama düzeylerinde anlamlı farklılık oluşturmuştur ($p<.05$). Bununla birlikte, yakını kaybetme durumunun, sigara bağımlılığı düzeylerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüş ($p>.05$). Bu bulgu, kayıp deneyiminin daha çok psikolojik algı ve stres değerlendirmesi üzerinde etkili olduğunu, ancak bağımlılık davranışı gibi daha yerleşik davranış örüntülerini aynı düzeyde etkilemediğini düşündürmektedir.

Tablo4. Deprem Sonrası Bağımlılık Eğilimleri ve Olayların Etkisi Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkin t Testi Sonuçları

Değişken	Cinsiyet	N	**M**	SS	t	sd	*p*
Deprem Sonrası Bağımlılık	Erkek	21	4	3.15	-0.457	48	.650
	Kadın	29	4.44	2.99			
Travma Puanı	Erkek	21	26.76	14.24	-0.801	48	.427
	Kadın	29	29.96	13.75			

Tablo 4'e göre, cinsiyet değişkeninin katılımcıların hem deprem sonrası bağımlılık eğilimleri hem de olayların etkisini algılama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Analiz sonuçları, erkek (M=4.05) ve kadın (M=4.45) katılımcıların deprem sonrası bağımlılık puanlarının birbirine oldukça

yakın olduğunu (t(48) = -0.457, p = .650) ve benzer şekilde travma puanları açısından da erkekler (M=26.76) ile kadınlar (M=29.97) arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığını (t(48)=-0.801, p=.427) ortaya koymuştur. Bu çalışma grubunda cinsiyet faktörünün, bireylerin deprem travmasına verdikleri tepkinin şiddetinde veya bu süreçten sonra gösterdikleri bağımlılık profilinde belirleyici bir rol oynamadığı ve her iki cinsiyet grubunun da benzer düzeyde bir tablo çizdiği tespit edilmiştir.

Nitel Görüşmelere Dayalı Bulgular

Nitel verilerin analizi sonucunda, katılımcıların deprem sonrası sigara kullanım deneyimlerini ve bağımlılık artışını açıklayan *beş ana tema* tespit edilmiştir. İlk olarak, "Travmatik Yas, Kayıp ve Varoluşsal Kriz" teması kapsamında bireylerin yaşadığı ani şok, ardışık kayıplar ve ölüm farkındalığının derin bir varoluşsal boşluğa neden olduğu gözlemlenmiştir. Katılımcıların bağımlılık davranışının psikolojik temelini oluşturan bu travmatik süreç, yerini ikinci temamız olan "Sembolik İkame ve Bir Duygusal Regülasyon Aracı Olarak Sigara"ya bırakmıştır. Bireyler, sosyal izolasyon sürecinde sigarayı cansız bir nesneden ziyade psikolojik destek sağlayan bir yoldaş olarak konumlandırmıştır. Bir katılımcının *"O yalnızlıkta sigara harbiden dert ortağı gibi oluyor"* ifadesi sosyal ikameyi, bir diğer katılımcının *"Ben seninleyim gibi"* ifadesi ise sigaranın kişiselleştirilerek sağladığı güvenli bağlanma illüzyonunu kanıtlamaktadır.

Üçüncü tema, "Ekonomik Zorlantıda Paradoksal Tüketim"dir. Ekonomik zorlukların tüketimi kısıtlaması beklenirken, geleceğe yönelik inanç kaybı ve kaygı sebebiyle kısıtlı bütçeler doğrudan bağımlılığa aktarılmıştır. Katılımcıların *"Cebimdeki son parayla bile sigara aldığım günleri biliyorum"* ve *"Maddi sıkıntı vurdukça stres yaptık, stres yaptıkça daha çok içtik"* şeklindeki ifadeleri, ekonomik akılcılık kaybını ve travma stresine bağlı reaktif kısırdöngüyü açıkça göstermektedir.

Dördüncü tema kapsamında, "Bağımlılığın Otomatikleşmesi, Hipervijilans ve Somatik Tepkiler" incelenmiştir. Travma sonrası stres toleransının düşmesiyle beraber, içme eylemi bilinçli bir karardan çok motor bir reflekse dönüşmüştür. Katılımcıların *"...istemsizce elim sigaraya gidiyor"* aktarımı, eylemin uyarılmışlık karşısında nasıl otomatize olduğunu doğrulamaktadır. Son olarak, "Sosyal İzolasyon, Aile İçi Dinamiklerin Çözülmesi ve Normalleşme" teması, travmanın hiyerarşik sınırları ortadan kaldırdığını ve otorite figürlerinin pasifleşmesiyle davranışın meşrulaştığını ortaya koymaktadır. Otorite figürlerinin kırılganlık göstermesi, *"Babam bile dayanamayıp içiyorsa ben nasıl içmeyeyim diyorsunuz..."* ifadesinde görüldüğü üzere model alma yoluyla kolektif bağımlılığı artırmıştır.

Tablo 5. Katılımcı Görüşlerinden Elde Edilen Temalara İlişkin Bulgular

Tema	Kategori	Kod	Katılımcı İfadesi
Tema 1 Travmatik Yas, Kayıp ve Varoluşsal Kriz	Yas, Travma ve Varoluşsal Kaygı Travmatik Yas ve Duygusal Süreçler	Yakın Çevre Kaybı Ölüm Hatırlatıcıları Duygusal Boşluk	*"Ben depremde arkadaşlarımı ve rehberlik hocamı kaybettim."* *"...tanımadığım insanların ölümü aklıma geldikçe sigara yakıyorum."*
Tema 2 Sembolik İkame ve Bir Duygusal Regülasyon Aracı Olarak Sigara	Sigaranın Sembolik ve Sosyal İşlevi Psikolojik Başa Çıkma	Antropomorfizm / Kişileştirme İkame Nefes ve Can Simidi	*"O an o paketi açıp çakmağı çakmak, bana sanki bir can simidi gibi geliyor."* *"Sigara benim için bir arkadaş gibiydi."*
Tema 3 Ekonomik Zorlantıda Paradoksal Tüketim	Ekonomik Algı ve Kıtlık Psikolojisi Ekonomik Paradokslar	Paradoksal Tüketim Harcama Önceliği Reaktif Kısırdöngü	*"Elime geçen ilk parayla direkt sigara alırdım."* *"Maddiyat zaten dert ama sigara benim için paradan önce gelmeye başladı."*
Tema 4 Bağımlılığın Otomatikleşmesi, Hipervijilans ve Somatik Tepkiler	Tüketim Davranışındaki Değişim (Kompulsiyon) Fizyolojik Regülasyon	Otomatize Olmuş Davranış Zincirleme İçicilik Hipervijilans	*"Genelde arka arkaya sigara yakarım... en az iki üç tane."* *"Elim otomatik olarak sigaraya gidiyordu."*
Tema 5 Sosyal İzolasyon, Aile İçi Dinamiklerin Çözülmesi ve Normalleşme	Sosyal Çevre ve Aile Dinamikleri Aile Dinamikleri ve Sosyal Normalleşme	Aile İçi Sosyal Modelleme Kolektif Normalleşme (Sessiz Onay) Denetim Kaybı	*"Baskı yoktu artık abi, babam sigara içtiğimi görse bile görmemezlikten geliyordu."* *"...abimle bu konuları konuştuğumuzda... iç çekip sigara yakardı direkt."*

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli meydana gelen ve Malatya'yı da etkileyen depremlerin ardından afetzedelerin sigara kullanım düzeylerindeki değişimi ve bu değişime etki eden psikososyal faktörleri incelemiştir. Araştırmanın temel bulgusu, katılımcıların sigara bağımlılık puanlarının deprem öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiğidir. Literatürdeki pek çok çalışma da büyük travmatik olaylar ve afetler sonrasında stresle başa çıkmak amacıyla tütün kullanımında belirgin artışlar olduğunu doğrulamaktadır (Vlahov vd., 2002).

Nicel analizler, yakın kaybı yaşamanın bireylerin olayların etkisini algılama düzeylerinde anlamlı farklılık oluşturduğunu ancak sigara bağımlılığı düzeylerinde anlamlı bir fark oluşturmadığını göstermiştir. Benzer şekilde, cinsiyet faktörünün de katılımcıların bağımlılık eğilimleri ve olayların etkisini algılama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ayrışmaya neden olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, depremin neden olduğu yıkıcı etkinin her iki cinsiyet grubunda ve kayıp durumunda benzer bir tablo çizdiğini, sigaranın yerleşik bir davranış örüntüsü olarak doğrudan bir stres tepkisi şeklinde ortaya çıktığını düşündürmüştür. Bireylerde sosyal destek eksikliği ve yalnızlık gibi faktörler, bağımlılığı tetikleyen önemli risk faktörleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Özkol & Gür, 2025).

Nicel verilerde görülen bu artışın altında yatan dinamikler, nitel bulgularla bütüncül bir çerçevede açıklanmıştır. Görüşmeler, katılımcıların sigarayı yaşanan varoluşsal boşlukta bir "can simidi" veya "dert ortağı" olarak gördüklerini ortaya koymuştur. Sosyal izolasyon sürecinde sigaranın kişiselleştirilerek duygusal bir regülasyon aracı ve sembolik bir ikame olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Çalışmanın dikkat çekici bir diğer bulgusu, "Ekonomik Zorlantıda Paradoksal Tüketim" temasıdır. Normal şartlarda ekonomik zorlukların tüketimi kısıtlaması beklenirken, bireylerin geleceğe yönelik kaygıları sebebiyle kısıtlı bütçelerini doğrudan sigaraya aktardıkları görülmüştür. Bu reaktif kısırdöngü, olayların etkisini algılama durumunun ekonomik akılcılığı ortadan kaldırdığını açıkça göstermektedir. Ayrıca, travma sonrası uyarılmışlık (hipervijilans) durumu, sigara içme eylemini bilinçli bir karardan çıkarıp motor ve otomatize bir reflekse dönüştürmüştür. Son olarak, afet sonrası dönemde otorite figürlerinin de aynı kırılganlığı göstermesi ve hiyerarşik sınırların ortadan kalkması, aile içinde sigara kullanımının normalleşmesine neden olmuştur. Bu sosyal modelleme, kriz anlarında bağımlılık davranışının kolektif olarak nasıl meşrulaştığını kanıtlamıştır.

Deprem sonrası sigara kullanımındaki artış; sadece nikotin ihtiyacı değil, varoluşsal kriz, ekonomik paradokslar ve bozulan aile dinamiklerine karşı geliştirilen çok boyutlu, reaktif bir başa çıkma çabasıdır. Bu bağlamda, kriz sonrası toplum sağlığını korumak için, doğrudan travma sonrası stresi azaltmaya ve sosyal destek sağlamaya yönelik müdahaleler geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın bulguları ışığında, afet sonrası dönemde artan sigara bağımlılığına yönelik hem akademik hem de toplumsal düzeyde bazı öneriler sunulabilir. Öncelikle, deprem gibi travmatik yaşantıların ardından sigara kullanımı ile psikososyal faktörler arasındaki ilişkiyi ele alan yeni çalışmaların yapılması zorunluluk teşkil etmektedir. Bu çalışmanın, ilerleyen süreçte travma sonrası bağımlılık dinamiklerini ve bu durumun çeşitli faktörlere göre nasıl değiştiğini inceleyecek olan araştırmalara bir katkı sunması umulmaktadır. Konuyla ilgili farkındalığı artırmak için, üniversiteler bünyesinde "Afet Sonrası Sigara Bağımlılığı ve Psikososyal Destek" gibi temalarla konferanslar ve bilimsel etkinlikler düzenlenebilir. Sahadaki uygulamalar açısından ise, yerel yönetimlerin inisiyatif alarak travma sonrası stres ve tütün bağımlılığı üzerine yoğunlaşan özel rehabilitasyon programları oluşturmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Buna ek olarak, Afet sonrası toplumsal iyileşme stratejilerine bilimsel bir zemin kazandırmak amacıyla, bu çalışmadan elde edilen verilerin YEDAM gibi kuruluşlara sunulması ve deprem bölgesindeki danışmanlık hizmetleri metodolojisinin daha yerel ve ihtiyaca uygun hale getirilmesi önerilmektedir. İlaveten yerel medyanın gücünden yararlanarak bu konuyu ele alan gerçek yaşam hikayelerine dayalı haberler veya bilgilendirici programlar hazırlanması, toplumda bu soruna yönelik empatinin gelişmesine katkı sunabilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve raporlanması süreçlerindeki değerli yönlendirmeleri, engin bilgi birikimi ve esirgemediği destekleri için kıymetli danışman hocamız Sayın Doç. Dr. Zeynep Sağır'a en derin

şükranlarımızı sunarız. Araştırmanın her aşamasını büyük bir özveri, uyum ve dayanışma içerisinde birlikte yürüttüğümüz değerli çalışma arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

Bu araştırma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir (Proje No: TBTK-0160-8840); sundukları bilimsel ve finansal desteklerden ötürü Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) minnettarız.

Son olarak, elde ettiğimiz bulguları uluslararası düzeyde bilim dünyasıyla paylaşma fırsatı tanıyan ve bu değerli akademik ortamı sağlayan 15. Uluslararası Farabi Kongresi düzenleme kuruluna teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

Cohen, S., & Wills, T. A. (1985). Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*, *98*(2), 310–357. https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.310

Çorapçıoğlu, A., Yargıç, İ., Geyran, P., & Kocabaşoğlu, N. (2006). Olayların Etkisi Ölçeği (IES-R) Türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirliği. Yeni Symposium, 44(1), 14-22.

Erbaycu, A. E. (2025). Early respiratory problems and tobacco use in the region affected by Kahramanmaraş earthquakes. *Anatolian Journal of General Medical Research*. ;35(1):16-22. 10.4274/anatoljmed.2024.94547

Erskine, N., Daley, V., Stevenson, S., Rhodes, B., & Beckert, L. (2013). Smoking prevalence increases following Canterbury earthquakes. *The Scientific World Journal*, *2013*, 596957. https://doi.org/10.1155/2013/596957

Farris, S. G., Zvolensky, M. J., Beckham, J. C., Vujanovic, A. A., & Schmidt, N. B. (2014). Trauma exposure and cigarette smoking: The impact of negative affect and affect-regulatory smoking motives. *Journal of Addictive Diseases*, *33*(4), 354–365. https://doi.org/10.1080/10550887.2014.969622

Heatherton, T. F., Kozlowski, L. T., Frecker, R. C., & Fagerström, K. O. (1991). The Fagerström test for nicotine dependence: a revision of the Fagerström Tolerance Questionnaire. British Journal of Addiction, 86(9), 1119-1127. https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1991.tb01879.x

Karancı, A. N., & Acartürk, C. (2005). Post-traumatic growth among Marmara earthquake survivors involved in disaster preparedness as volunteers. Traumatology, 11(4), 307–323. https://doi.org/10.1177/153476560501100409

Kessler, R. C. (2000). Posttraumatic stress disorder: The burden to the individual and to society. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *61*(Suppl. 5), 4–12.

Özkol, O., & Gür, K. (2025). The relationship of perceived social support with smoking and sleep in adolescent survivors of the Kahramanmaraş earthquakes. Research Square.

Shevorykin, A., Hyland, B. M., Robles, D., Ji, M., Vantucci, D., Bensch, L., ... & Sheffer, C. E. (2024). Tobacco use, trauma exposure and PTSD: A systematic review. *Health Psychology Review*, *18*(4), 649–680. https://doi.org/10.1080/17437199.2024.2330896

Vlahov, D., Galea, S., Resnick, H., Ahern, J., Boscarino, J. A., Bucuvalas, M., Gold, J., & Kilpatrick, D. (2002). Increased use of cigarettes, alcohol, and marijuana among Manhattan, New York, residents after the September 11 terrorist attacks. American Journal of Epidemiology, 155(11), 988–996. https://doi.org/10.1093/aje/155.11.988

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GELECEK KAYGILARINA İLİŞKİN NİTEL BİR İNCELEME[1]

Efsa YÜCEL

Lisans Öğrencisi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, (Sorumlu yazar), ORCID: 0009-0008-5438-3058

Zeynep SAĞIR

Doç. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Malatya-Türkiye, ORCID: 0000-0002-9214-185X

ÖZET

Atanamayan öğretmenlerin yaşadığı psikolojik zorluklar ve geleceğe yönelik kaygılar, günümüz eğitim sisteminin önemli ve güncel sorunlarından birini oluşturmaktadır. Özellikle 2023 yılında yaşanan doğal afetler, belirsiz atama süreçleri ve değişen sınav koşulları, öğretmen adaylarının psikolojik durumlarını ve motivasyonlarını olumsuz yönde etkilemiştir. Bu çalışma, 2023 yılında ataması yapılmayan öğretmen adaylarının gelecek kaygılarını, öz-yeterlik algılarını, motivasyon düzeylerini ve mesleki beklentilerini derinlemesine incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve durum çalışması deseni uygulanmıştır. Veri toplama sürecinde, 2023 KPSS'ye girmiş 10 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve adayların sınav süreci, belirsizlikler, motivasyon değişimleri, mesleki hedefleri ve sosyal çevreleri ile olan etkileşimleri ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, kodlanarak analiz edilmiş, katılımcıların yaşadıkları deneyimler, duygular ve düşünceler bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Bu sayede, adayların atama sürecinde yaşadıkları psikolojik zorluklar derinlemesine incelenmiştir. Araştırma bulguları, atama sürecindeki belirsizlik ve kaygının öğretmen adayları üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermektedir. Katılımcıların bir kısmında motivasyon kaybı ve mesleki tükenmişlik hissi gözlenirken, bazı adayların alternatif kariyer yollarını değerlendirmeye başladıkları belirlenmiştir. Ayrıca öz-yeterlik algılarında zayıflama yaşayan katılımcıların bulunduğu ve kaygı ile baş etme süreçlerinde bireysel ve çevresel faktörlerin farklı düzeylerde etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışma, eğitim politikalarının geliştirilmesine katkı sağlama, öğretmen yetiştirme süreçlerine yönelik iyileştirme önerileri sunma ve benzer sorunlarla karşılaşan meslek grupları için yol gösterici olma açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen Adayları, Atama Süreci, Gelecek Kaygısı, Nitel Araştırma, Durum Çalışması.

A QUALITATIVE STUDY ON THE FUTURE ANXIETY OF UNAPPOINTED TEACHERS

ABSTRACT

The psychological difficulties and future anxiety experienced by unappointed teacher candidates constitute one of the most significant and current issues in today's education system. In particular, the natural disasters in 2023, uncertainties in the appointment process, and changing examination conditions negatively affected the psychological well-being and motivation of teacher candidates. This study aims to examine in depth the future anxiety, self-efficacy perceptions, motivation levels, and professional expectations of teacher candidates who were not appointed in 2023. A qualitative research approach was adopted, and a case study design was employed. Data were collected through semi-structured interviews with 10 teacher candidates who took the KPSS exam in 2023. The interviews included candidates' exam experiences, uncertainties, changes in motivation, professional goals, and interactions with their social environment, and these were recorded in detail. The collected data were coded and analyzed, and participants' experiences, emotions, and thoughts were evaluated from a holistic perspective. In this way, the psychological difficulties experienced by the candidates during the appointment process were examined in depth. The findings indicate that uncertainty and anxiety in the appointment process have significant effects on teacher candidates. While some participants experienced a loss of motivation and feelings of professional burnout, others were found to have begun considering

[1]Bu tebliğde yer alan araştırma, "2023 Yılında Ataması Yapılmayan Öğretmenlerin Gelecek Kaygılarına Yönelik Düşüncelerin Değerlendirilmesi" başlıklı 2209-A TÜBİTAK Projesi kapsamında desteklenmiştir.

alternative career paths. In addition, a decrease in self-efficacy perceptions was observed among some participants, and individual as well as environmental factors were found to influence coping processes at different levels. This study is important in terms of contributing to the development of educational policies, offering improvement suggestions for teacher education processes, and serving as a guide for other professional groups facing similar problems.

Keywords: Teacher Candidates, Appointment Process, Future Anxiety, Qualitative Research, Case Study.

GİRİŞ

Türkiye'deki öğretmen istihdam politikaları, yükseköğretim kurumlarından mezun olan adayların Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS) ve ardından uygulanan mülakat süreçlerinde belirli bir başarı düzeyine ulaşmasını ön koşul olarak belirlemektedir. Öğretmen adayları için 2023 yılı, hem makro düzeydeki toplumsal gelişmeler hem de mikro düzeydeki bireysel yaşantılar açısından atama süreçlerinde özgün bir dönem olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu adayların atamaya yönelik beklentilerine ek olarak 2023 yılında meydana gelen 6 Şubat depremleri sınava hazırlık sürecini hem fiziksel hem de psikolojik boyutlarıyla sekteye uğratmıştır. Afet bölgesinde veya afet sonrasındaki sosyo-ekonomik olumsuzluklar altında akademik bir başarı elde etmeye çalışan öğretmen adayları; barınma, çalışma alanı yetersizliği ve yoğun stres gibi faktörlerle mücadele ettikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, eğitim bilimleri ve endüstri/örgüt psikolojisi literatüründe sıklıkla ele alınan "beklenti teorisi" (Vroom, 1964) ve "algılanan adaletsizlik" (Adams, 1965) kavramlarıyla yakından ilişkilendirilebilir. Vroom'un (1964) beklenti teorisine göre bireyin motivasyonu; harcayacağı çabanın bir performansa dönüşeceği ve bu performansın arzulanan bir ödülle/istihdamla sonuçlanacağı inancına bağlıdır. Benzer şekilde Adams (1965) tarafından ortaya konan örgütsel adalet ve eşitlik kuramı, bireylerin sürece verdikleri emek ile süreçten elde ettikleri kazanım arasındaki dengeyi diğer bireylerin durumlarıyla kıyaslayarak değerlendirdiklerini savunur. Kontenjanların sınırlı tutulması, sınav ve yerleştirme kriterlerindeki ani değişiklikler, bireylerin emek ve başarı arasındaki doğrusal ilişkiye olan inançlarını zedeleyebilmekte; bu durum ise öz-yeterlik algısında aşınmalara ve motivasyon kayıplarına zemin hazırlayabilmektedir. Atama sürecindeki öngörülemezliklerin ve sistemden kaynaklanan gecikmelerin, öğretmen adayları üzerinde kronik bir stres kaynağına dönüştüğü bilinmektedir. Bu süreç, adayın hayatını, kariyer planlamasını ve evlilik ya da ekonomik bağımsızlık gibi temel gelecek hedeflerini atama anına kadar askıya almasına neden olan ve literatürde "Bekleme Odası Krizi" olarak kavramsallaştırılabilecek psikososyal bir olguyu beraberinde getirmektedir. Düzenli bir gelirden mahrum kalınması nedeniyle yaşanan aileye bağımlılık durumu maddi imkânsızlıkları artırırken; sosyal çevreden gelen "ne zaman atanacaksın" şeklindeki toplumsal baskılar ise bireyleri sosyal hayattan soyutlanmaya ve bilinçli bir izolasyona sevk edebilmektedir. Alanyazın incelendiğinde, istihdam sorunlarının ve gelecek kaygısının uç noktalarda ruh sağlığı krizlerine ve ne yazık ki intihar vakalarına kadar uzanan trajik toplumsal yansımalarının olduğu görülmektedir. Bu durumun trajik bir yansıması olarak, basına yansıyan somut toplumsal olaylar ve adli vakalar, atama sorunlarının bireyler üzerindeki derin psikososyal maliyetini açıkça ortaya koymaktadır. İstihdam politikalarındaki yapısal sorunların ve kronikleşen işsizlik sürecinin, bireyler üzerinde hayati riskler barındıran psikososyal krizlere yol açabildiği görülmektedir. Nitekim basında yer alan haberler, bu durumun teorik bir tartışmanın ötesinde somut bir toplumsal yansıması olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, yedi yıl boyunca atama bekleyen öğretmen adayı Hakan Durgut'un yaşamına son vermesiyle ilgili basına yansıyan süreç (Bursa Tanık, 2023), eğitim sistemindeki atama ve kontenjan yetersizliklerinin bireylerin ruh sağlığı üzerindeki kronik ve ağır etkilerini somutlaştıran bir vaka olarak değerlendirilebilir. Bu vakalar, öğretmen istihdam politikalarının ve atama süreçlerinin insan odaklı bir perspektifle yeniden ele alınması gerektiğine dair alanyazına acı fakat önemli bir veri sunmaktadır. Öğretmen adaylarının işsizlikle baş etme stratejileri ve karşılaştıkları güçlükler üzerine literatürde çeşitli çalışmalar (Demirbaş, 2022; Manav, 2022) mevcut olsa da 2023 yılı gibi hem doğal afetlerin hem de radikal sistem değişikliklerinin eş zamanlı yaşandığı özgün dönemleri kapsayan güncel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı tarihsel, sosyal ve ekonomik dönemeçler, adayların süreci deneyimleme biçimlerini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda mevcut araştırma, 2023 KPSS sürecini deneyimleyen öğretmen adaylarının gelecek kaygılarını, öz-yeterlik inançlarını, motivasyon dalgalanmalarını ve mesleki beklentilerini nitel bir yaklaşımla derinlemesine incelemeyi, böylece alanyazındaki dönemsel boşluğu doldurarak eğitimde politika yapıcılar için nesnel ve gerçekçi bir veri kaynağı sunmayı amaçlamaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

1. Araştırmanın Yöntemi

1.1. Araştırma Deseni

Bu tebliğde yer alan araştırma kapsamında, 2023 KPSS sürecini deneyimleyen ve ataması gerçekleşmeyen öğretmen adaylarının gelecek kaygılarını, öz-yeterlik algılarını ve mesleki beklentilerini derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni benimsenmiştir. Öğretmen adaylarının atanamama sürecinde karşılaştıkları krizlerin, içinde bulundukları özgün tarihsel ve sosyo-ekonomik bağlam (6 Şubat depremleri, mülakat belirsizlikleri vb.) dikkate alınarak anlamlandırılması hedeflendiğinden bu desen tercih edilmiştir.

1.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu belirlemek amacıyla nitel araştırma örnekleme yöntemlerinden amaçlı örnekleme stratejisi kullanılmıştır. Bu doğrultuda, katılımcıların 2023 yılında sınava girmiş olması, depreme maruz kalmış ve ataması gerçekleşmemiş olması ile aktif olarak bu süreci deneyimliyor olması temel ölçütler olarak belirlenmiştir. Katılımcıların seçiminde çeşitliliği sağlamak adına farklı yaş, branş ve KPSS deneyim sürelerine sahip bireylere ulaşılmasına özen gösterilmiştir.

Katılımcılar, araştırmacının yakın sosyal çevresindeki gönüllü bireylerden ve bu bireylerin yönlendirdiği diğer adaylardan (kartopu örnekleme) oluşmaktadır; veri toplama sürecinde herhangi bir sosyal medya duyurusu veya dijital çağrı kullanılmamıştır. Araştırmaya yaşları 24 ile 41 arasında değişen, maksimum 6 yıl KPSS deneyimi olan toplam 10 öğretmen adayı (K1, K2, ..., K10) katılmıştır. Katılımcıların demografik özellikleri (cinsiyet, yaş, branş, KPSS deneyimi ve mevcut çalışma durumları) bulgular bölümünün başında Tablo 1'de detaylandırılmıştır.

1.3. Verilerin Toplanması

Araştırma verileri, araştırmacı tarafından alanyazın taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda süreç öncesinde geliştirilmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Görüşme formu; adayların meslek seçme motivasyonlarını, atama sürecinde karşılaştıkları akademik, sistemsel ve travmatik zorlukları ve atanamamanın yaşamları üzerindeki psikososyal/ekonomik etkilerini belirlemeye yönelik açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Görüşmeler, katılımcıların onayı doğrultusunda gerçekleştirilmiş, etik ilkeler gereği katılımcıların gerçek isimleri gizli tutularak K1-K10 şeklinde kodlamalar yapılmıştır.

1.4. Verilerin Analizi

Elde edilen nitel verilerin çözümlenmesinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Görüşme kayıtları deşifre edildikten sonra metinler satır satır okunarak sistematik bir kodlama sürecinden geçirilmiştir. Benzer anlam ve nitelik taşıyan kodlar bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuş, bu kategoriler de araştırmanın ana eksenini oluşturan 3 temel tema altında yapılandırılmıştır. Bulguların güvenirliğini artırmak adına doğrudan katılımcı alıntılarına sıkça yer verilmiştir.

2. Bulgular

Bu bölümde, 2023 KPSS sürecini deneyimleyen 10 öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler üç ana tema altında sunulmuştur.

1. Tema: Öğretmenlik Mesleğini Seçme Motivasyonları

Katılımcıların meslek seçme gerekçelerine dair kod, kategori ve alt tema dağılımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. *Öğretmenlik Mesleğini Seçme Motivasyonlarına İlişkin Tema Yapısı*

Kod	Kategori	Alt Tema
İş güvencesi ve tatil olanakları	Mesleğin avantajları	Dışsal motivasyonlar
Çocuklarla çalışma isteği ve toplumsal fayda	Mesleki idealizm	İçsel motivasyonlar
Aile beklentisi ve yönlendirmesi	Sosyal çevre etkisi	Ailesel ve çevresel etkiler

Dışsal Motivasyonlar: Adayların önemli bir kısmı, kamu istihdamının sunduğu ekonomik güvence ve çalışma saatlerinin düzenli olması gibi faktörleri öncelikli bulmaktadır. Örneğin K1 bu durumu, *"İlk yazdığımda sadece para kazanayım, dersime gireyim çıkayım, tatilimi yapayım, rahat olsun diye düşündüm"* sözleriyle ifade etmiştir.

İçsel Motivasyonlar: Çocukların gelişimine katkı sağlama arzusu ve branş ilgisi ön plandadır. K4, *"Ben kendimi bildim bileli öğretmen olmak istiyordum. Başka hiçbir şey düşünmedim"* derken; K5, *"Matematik dersini çok seviyordum ve bu yüzden matematik öğretmeni olmayı çok istiyordum"* ifadesini kullanmıştır.

Ailesel ve Çevresel Etkiler: Mesleğin aileler tarafından saygın görülmesi ve geçmişteki öğretmenlerin rol model olması etkilidir. K2 durumu, *"Ailede MEB çalışanı çok fazlaydı. O insanlardan etkilendim"* şeklinde somutlaştırmıştır.

2. Tema: Atama Sürecinde Yaşanan Zorluklar

Öğretmen adaylarının sınav döneminde karşılaştıkları güçlükler üç boyutta yapılandırılmıştır (Bkz. Tablo 2).

Tablo 2. *Atama Sürecinde Yaşanan Zorluklara İlişkin Tema Yapısı*

Kod	Kategori	Alt Tema
Düşük atama sayısı, mülakat, sistem belirsizliği	Eğitim ve atama sistemine ilişkin problemler	Atama sürecine ilişkin yapısal sorunlar
Kaynak karmaşası, çalışma ortamı, sınav stresi	Sınava hazırlık sürecindeki sorunlar	Akademik ve psikolojik sınav zorlukları
Yeni ortama uyum sağlayamama, afetin etkileri	Çevresel ve olağanüstü durumların etkisi	Travmatik yaşam olayları ve uyum güçlükleri

Yapısal Sorunlar: Düşük kontenjanlar ve takvimdeki öngörülemezlikler adaylarda algılanan adaletsizlik duygusunu pekiştirmektedir. K1, *"İnsanlar bir yılını bir sonuç uğruna heba ediyorlar. Benim de öyle oldu bir yılım arada çöp oldu"* sözleriyle tepkisini dile getirmiştir. Sistemsel değişimlerin aile hayatına etkisine değinen evli katılımcı K3 ise, *"Evli bir insan olarak nasıl iki yıl daha okuyacağım? ... Bu eğitim sistemi ile biz emeğimizin karşılığını alamıyoruz"* demiştir.

Akademik ve Psikolojik Zorluklar: Genel sınavlar için kaynak karmaşası yaşanırken, alan sınavı (ÖABT) için nitelikli materyal eksikliği vurgulanmıştır. K1, *"Alan sınavı için muazzam bir kaynak yetersizliği vardı"* ifadesini kullanmıştır.

Travmatik Yaşam Olayları: 2023 yılındaki 6 Şubat depremleri hazırlık sürecini derinden etkilemiştir. Afet sonrası başka bir şehre giden K1, *"İstanbul daha konforlu ama ders çalışamıyorsun. İnsan alışmadığı yerde ders çalışamıyor"* derken; depremi doğrudan yaşayan K7, *"Her sallantıda dışarı kaçıyoruz. Tekrar içeri girip ders çalışmak zorunda kalıyorum... Psikolojik olarak hiç iyi değildim"* sözleriyle maruz kaldığı olayı anlatmıştır.

3. Tema: Atanamamanın Yaşam Üzerindeki Etkileri

Atama sürecinin uzaması, adayların hayatını psikolojik, sosyal ve ekonomik alanlarda olumsuz etkilemektedir (Bkz. Tablo 3).

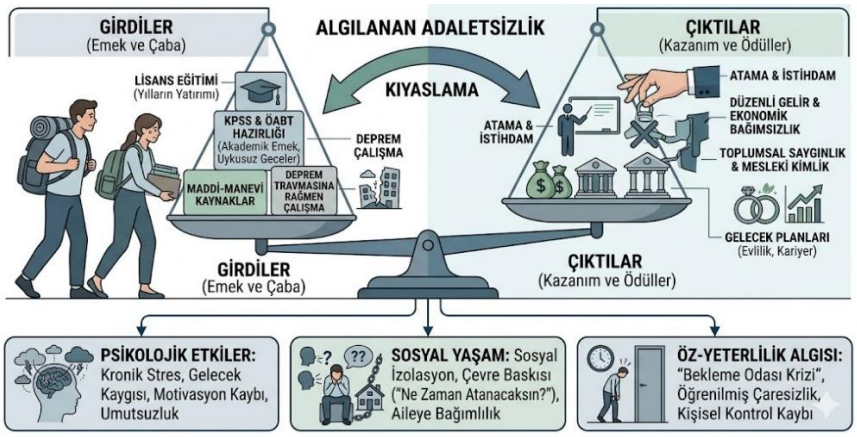
Tablo 3. *Atanamamanın Yaşam Üzerindeki Etkilerine İlişkin Tema Yapısı*

Kod	Kategori	Alt Tema
Gelecek kaygısı, umutsuzluk, yoğun stres	Psikolojik zorlanmalar	Psikolojik etkiler
Sosyal hayattan soyutlanma, çevre baskısı	Sosyal yaşamda sınırlanma	Sosyal yaşam üzerindeki etkiler
Düzenli gelir yoksunluğu, aileye bağımlılık	Ekonomik belirsizlik ve bağımlılık	Ekonomik etkiler

Psikolojik Etkiler: Sürecin uzaması kronik stres ve somatik rahatsızlıkları tetiklemektedir. K2, *"Biraz panik atak sorunları başladı... Sağlık açısından beni çok etkiledi"* demiştir. Buna karşın K6, afetin büyüklüğü karşısında durumu kabullenerek, *"Umutsuzluk hakim ama bunun yanında bir rahatlık da vardı... Sonuçta dünyanın sonu değil, bir sınav"* ifadesiyle bilişsel bir denge kurmuştur.

Sosyal Yaşam Üzerindeki Etkiler: Çevreden gelen sorular adayları sosyal izolasyona sevk etmektedir. K2 durumu, *"Bir yerden sonra toplumdan kaçmaya başladım... 30 yaşıma yaklaştım ama herkesin bir fikri var"* sözleriyle aktarmıştır.

Ekonomik Etkiler: Düzenli gelirden mahrum olmak bireysel bağımsızlığı kısıtlamaktadır. K2, *"İstediğim şeyleri yapamıyorum... Maddi anlamda imkânsızlıklar yaşıyorsunuz"* derken; K7 maddi yetersizliklerin mesleki gelişimi de engellediğini, *"Ekonomik zorluklardan dolayı mesleki gelişim için güzel çalışmalar yapamıyorum"* sözleriyle ifade etmiştir.



Şekil 1. *Adams'ın Örgütsel Adalet Kuramı Bağlamında Öğretmen Adaylarının Atama Süreci Deneyimi. (Yapay zeka araçları kullanılarak şekil elde edilmiştir.)*

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, 2023 KPSS sürecini deneyimleyen ve ataması gerçekleşmeyen öğretmen adaylarının gelecek kaygıları, öz-yeterlilik algıları ve mesleki beklentileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, atama bekleyen öğretmen adaylarının yaşadığı deneyimlerin yalnızca mesleki bir istihdam probleminden ibaret olmadığını; aksine psikolojik, sosyal ve ekonomik boyutları olan bir krize işaret ettiğini göstermiştir. Araştırma kapsamında katılımcıların, atama sürecindeki uzun süreli bekleyişi ve öngörülemezliği; yoğun kaygı, motivasyon kaybı ve psikolojik yıpranma şeklinde deneyimledikleri anlaşılmıştır. Bu durum, alanyazında Şar ve arkadaşlarının (2012) vurguladığı; sınav ve yerleştirme süreçlerindeki belirsizliklerin bireylerde umutsuzluk ve öğrenilmiş çaresizlik tutumlarını tetiklediği yönündeki bulgularla örtüşmektedir. Ayrıca, atama sürecinin adayların kişisel kontrol alanının dışına çıkması, literatürde belirsizliğe tahammülsüzlük ile duyguların bedenselleştirilmesi (somatik belirtiler/aleksitimi) arasında kurulan teorik ilişkileri destekler niteliktedir (Yıldız ve Güllü, 2018). Katılımcıların kendilerini yetersiz hissetmeleri ve toplumsal etkileşimlerden kaçınmaları, başarısızlık algısının özsaygı kaybı ve izolasyon yarattığını savunan düşünceler literatür ile uyumludur. Adayların düzenli bir gelire ve saygın bir mesleğe sahip olamamaları, gelecek planlarını ertelemelerine ve yoğun bir umutsuzluk geliştirmelerine yol açmaktadır. Mezuniyet aşamasında olan öğrencilerin orta düzey bir gelecek kaygısı taşıdığı literatürde vurgulanmaktadır (Şanlı Kula & Saraç, 2016).

Gelecek beklentisi düşen mezunlarda umutsuzluğun ve buna bağlı risklerin arttığı bilinmektedir (Beck vd., 1979). Ayrıca katılımcıların toplumsal baskı nedeniyle uğradıkları sosyal izolasyon, Varışoğlu ve Kaşaveklioğlu'nun (2019) metafor çalışmasında ortaya çıkan "çaresizlik ve işlevsizlik" temalarıyla uyumluluk arz etmektedir. Ekonomik bağımsızlığın kazanılamaması ise adayların eylemlilik alanını daraltmakta ve Çakmak ve Hevedanlı'nın (2005) işaret ettiği gibi gelecek kaygısının en birincil materyal zeminini oluşturabilmektedir. 2023 yılını özgün kılan mülakat belirsizliği ve 6 Şubat depremleri gibi yapısal ve dönemsel faktörler, adayların krizini derinleştirmiştir. Mülakat sisteminin neden olduğu subjektiflik algısı ve güvensizlik ortamı, Koşar ve arkadaşlarının (2018) sözlü sınavların adaylar üzerinde adalet algısını zedelediği ve stresi artırdığı yönündeki bulgularını doğrulamaktadır. Deprem felaketinin getirdiği travmatik yük ve odaklanma güçlükleri ise istihdam sorunlarının makro-toplumsal krizlerle birleştiğinde yıkıcı sonuçlar doğurabileceğini göstermesi açısından literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının yaşadıkları bu kriz kişisel yetersizliklerden ziyade; sistemsel belirsizlikler, eğitim politikaları, istihdam stratejilerinin bir sonucu olan toplumsal bir sorun olarak ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

Adams, J. S. (1965). Inequity in social exchange. *Advances in Experimental Social Psychology*, *2*, 267–299.

Beck, A. T., Kovacs, M., & Weissman, A. (1979). Assessment of suicidal intention: The Scale for Suicide Ideation. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *47*(2), 343–352. https://doi.org/10.1037/0022-006X.47.2.343

BirGün. (2024, 22 Ekim). Atanmayan öğretmen intihar etti. BirGün Gazetesi.

Çakmak, Ö. & Hevedanlı, M. (2005). Eğitim ve Fen-Edebiyat fakülteleri biyoloji bölümü öğrencilerinin kaygı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *4*(14), 115–127. https://izlik.org/JA72XP57ZH

Demirbaş, B. (2022). Öğretmen adaylarının atama öncesi karşılaştıkları güçlükler: Fenomenolojik bir çalışma. *Trakya Eğitim Dergisi*, *12*(1), 308-324. https://doi.org/10.24315/tred.900184.

Koşar, D., Er, E., Koşar, S., & Kılınç, A. Ç. (2018). Öğretmen atamalarında sözlü sınav uygulamasının değerlendirilmesi: Atanan ve atanamayan öğretmen adaylarının görüşlerine dayalı nitel bir analiz. *Millî Eğitim Dergisi*, *47*(218), 135-161.

Manav, Ö. (2022). Ataması yapılmayan öğretmenlerin işsizlikle baş etme durumları. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, *7*(2), 459-473. https://izlik.org/JA56AD67FD

Şanlı Kula, K., & Saraç, T. (2016). Üniversite öğrencilerinin gelecek kaygısı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *13*(33), 227–242.

Şar, A., Işıklar, A., & Aydoğan, İ. (2012). Atama bekleyen öğretmen adaylarının yaşam doyumunu yordayıcı değişkenlerin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *1*(23), 257-271. https://izlik.org/JA92SL77CL

Varışoğlu, B., & Kaşaveklioğlu, G. (2019). Atanamayan Öğretmen Kavramına Yönelik Metaforlar. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *14*(2), 473-490. https://izlik.org/JA47HJ84GG

Vroom, V. (1994) Work and Motivation. Wiley and Sons, New York.

Yıldız, B., & Güllü, A. (2018). Belirsizliğe tahammülsüzlük ile aleksitimi arasındaki ilişki ve bazı sosyo-demografik değişkenlere göre incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *9*(1), 113–131. https://izlik.org/JA95YD66BJ

EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STRESS STATUS AND NUTRITION HABITS OF STUDENTS PREPARING FOR THE MEDICAL SPECIALIZATION EXAM

Esma TAŞ

Istanbul Yeni Yuzyil, University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey, **(**Responsible Author) ORCID: 0009-0004-7424-9244

Derya DURSUN SAYDAM

Assistant Professor, Istanbul Yeni Yuzyil, University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey, ORCID: 0000-0002-9858-6382

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the relationship between stress and nutritional status among medical students during the preparation period for the Medical Specialization Exam (TUS). A total of 149 volunteer 5th and 6th year medical students participated in the study. The Westside Test Anxiety Scale was used to assess anxiety levels, and sociodemographic characteristics, anthropometric measurements, and nutritional habits were collected through an online questionnaire. Of the participants, 92 (61.7%) were female and 57 (38.3%) were male. In consideration of the study's findings, the changes in westside test anxiety scores according to the number of meals of the individuals were examined and it was seen that the test anxiety levels of the students who consumed 4 snacks were higher than the students who consumed one snack. When the change in anxiety scores based on the impact of stress on nutrition was examined, it was determined that there was no significant difference. The results suggest that unhealthy eating may be more common between meals during stressful periods. With the increasing frequency of meals with stress, individuals can gain healthy eating habits. Therefore, students should be encouraged to eat healthier snacks between meals and consume their meals at intervals. This study may show that nutrition during TUS preparation period may be associated with exam stress. Further studies are needed to support these findings.

Keywords: Stress, Exam Anxiety, Medical Students, Nutrition Habits

INTRODUCTION

Stress is the body's reaction to both good and bad circumstances. Based on its duration and intensity, it can be categorized as either acute or chronic. Acute stress is thought to be a short-term stress type that can be resolved rapidly, but chronic stress is a type of stress where long-term stress exposure causes more serious bodily harm (Konarska, 2010; Rashidi et al., 2023). When the body experiences a real or perceived stressor, it recognizes it as a threat and develops various physiological responses in response.

The body initiates specific biological mechanisms to manage stress. In the body's reaction to stress, the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis is one of the main mechanisms. Corticotropin-releasing hormone is stimulated and the anterior pituitary gland in the brain releases adrenocorticotropic hormone (ACTH). ACTH stimulates the adrenal gland and produces glucocorticoids (GC) such as cortisol. These hormones release energy to cope with stress, the cortisol effect occurs and the individual's appetite is suppressed as a result. In a stressful situation, control lies with the individual; although individuals may believe they can control stress mentally, their body often exhibits automatic physiological responses. The body tries to adapt to the situation while under stress. This can lead to various physical, mental and behavioral difficulties such as lack of concentration and nutritional problems (Wheaton, 2013).

Recognizing stress is of great importance in dealing with stress. Since the factors that cause stress vary from person to person, they are not clearly separated, but they are associated with various reasons. The World Health Organization (WHO) has examined sources of stress,

dividing them into two categories: sources of stress that are physiological and physical, and sources of stress that are social and psychological (Korinth et al., 2010; Kumari & Jain, 2014). Physiological stressors are typically linked to physical symptoms caused by homeostatic imbalances, while social stressors emerge from environmental and interpersonal factors. (Kumari & Jain, 2014; Kyrou, 2007). One common psychological

stressor in academic contexts is exam-related stress. A notable example is the Medical Specialization Exam (TUS in Turkish Tıpta Uzmanlık Sınavı), which presents a significant challenge for students due to its competitive nature, comprehensive content, and long preparation period. Anxiety and other psychological disorders are frequently caused by exam stress, and studies show this can become chronic, particularly in medical students. People's reactions to exam stress may change. One of these is irrational fears, which are negative effects such as thinking that the individual will not be successful in the exam. Another is emotionality, which is the body's reactions such as sweating and tension due to anxiety. The resulting test anxiety also has a complex relationship with nutrition (Păduraru, 2018). Stress causes the HPA axis to become active, which results in the production of cortisol and changes appetite. While some individuals respond by overeating to alleviate anxiety, others may lose their appetite and skip meals (Philipson & Posner, 2008).

Changes in eating habits caused by stress are indicative of a larger neuroendocrine response. Chronic stress, such as prolonged exam preparation, causes the hypothalamus and pituitary gland to continuously release corticotropin-releasing hormone (CRH) and adrenocorticotropic hormone (ACTH), leading to increased cortisol production. Short-term stress, however, generally suppresses appetite due to sympathetic activation. Ross (2007) found that individuals who devote themselves to eating less tend to skip meals, and those who do so often report experiencing concentration problems. It was also concluded that individuals who devote themselves to eating more, do this behaviour in response to stress to reduce their anxiety and eat more under stress. Stress affects eating habits by triggering insulin secretion and activating emotional brain networks. Concurrent with these discoveries, it has been demonstrated that stress can change eating habits by causing people to consume more high-calorie, fast food-style foods and less fruits and vegetables. (Philipson & Posner, 2008).

These behavioral shifts are further supported by research indicating that the consumption of energy-dense foods rich in fats and carbohydrates elevates circulating free fatty acids. This increase may, in turn, lead to metabolic disturbances such as atherosclerosis, insulin resistance, visceral adiposity, and obesity (Johnstone & Scott, 2012). In particular, stress-induced secretion of glucocorticoids and insulin significantly influences food intake, dietary preferences, and appetite regulation, thereby contributing to unhealthy eating behaviors and their associated health risks (Philipson & Posner, 2008; Tajik et al., 2016).

In addition to the situations caused by stress; stress is a situation that causes anxiety (Özmen, 2016). Exam stress, which is one of the stress situations, can cause anxiety in the individual. There are studies examining the relationship between anxiety states caused by exam stress and nutrition (Dağlı, 2023).

However, the Medical Specialization Examination (TUS), due to the high level of competition, the lengthy preparation time required for the exam, and the comprehensiveness of its sections, significantly differs from other exams. Existing literature does not contain a study that specifically examines the effect of stress-induced anxiety on the document of the TUS exam. By focusing on this particular group, this study aims to fill these important gaps in the literature.

MATERIAL AND METHODS

Type of Research

This study is a cross-sectional descriptive study examining the relationship between stress status and nutritional attitudes of medical faculty students preparing for the medical specialty exam.

Research Universe and Sample/Study Groups

This study was carried out by collecting data through a survey between 08 January 2024 and 30 May 2024. Ethics committee approval was obtained at the meeting of Istanbul Yeni Yuzyil University dated 08.01.2024 and numbered 2024/01-1160 before the application. The research was planned to be conducted with 5th and 6th grade students of the Faculty of Medicine who were preparing for the Medical Speciality Exam. The research was applied to a total of 149 students (57 male, 92 female).

Study Material

The survey was conducted to collect data for the study. This questionnaire consists of 3 parts. These are General Information Form, Nutrition Habits, Westside Test Anxiety Scale.

Data Collection Tools

The first part of the survey aimed to determine the individual characteristics of the participants, such as age, gender, body weight, height, and education level. The second parts questions the targeted to obtain knowledge about nutritional habits of the participants. The questions were adapted from previously validated scales assessing the eating behaviors of university students and were reviewed by experts to ensure content validity. The third part of the survey included the Westside test anxiety scale. Anthropometric data, including height and weight, were based on participants' self-reported values. Body mass index (BMI) was calculated using the standard formula. The assessment was made using World Health Organisation percentile values. Westside Test Anxiety Scale: The scale was developed by Driscoll (2007) and adapted into Turkish by Totan and Yavuz (2009). The scale consists of 11 questions to examine the effect of a programme aiming to reduce test anxiety. The questions were reversed and the total score was calculated. High scores obtained in the answers to the questions indicate high anxiety and low scores indicate low anxiety. There is no cut-off point and when applied to large groups, it is possible to evaluate students with a standard deviation value of +1 and above as high test anxiety and students with -1 and below as low test anxiety. Scores obtained from the scale indicate that the student's test anxiety is high, while low values indicate that the test anxiety value is low.

Evaluation of Data

Statistical analysis of the findings was performed with SPSS 25.0 Statistics (Statistical Package for the Social Sciences, IBM Corporation, Armonk, NY, USA) program. In evaluating, the frequencies and percentages of demographic characteristics and answers to categorical questions were summarized in the tables. Mean and standard deviation were calculated for continuous variables, frequency, and percentage were calculated for categorical variables.

Students' demographic characteristics (age, gender, and academic year) were examined in relation to test anxiety scores; anxiety levels were also compared according to gender and academic year (5th or 6th grade). The number of main and snack meals consumed per day was categorized according to specific cut-off points (e.g., 1, 2, and 3 main meals; 1, 2, 3, and ≥4 snacks) and their relationship with test anxiety levels was analyzed.

Differences in anxiety scores were also assessed using descriptive statistics for variables such as the food groups students consumed at meals (vegetables, fruit, fast food, coffee, etc.), eating locations (home, school, or out), and whether they had previously conducted a literature review on nutrition.

Eating behaviors were assessed using a 15-question questionnaire developed by the authors based on existing literature and self-reported. This questionnaire covers various dimensions of eating habits, including meal frequency, snacking, skipping meals, types of food consumed, and emotional eating. Participants were asked to report the number of main meals and snacks they consumed daily, whether they skipped meals and, if so, which meals, the types of foods they consumed at meals and snacks, and their eating preferences (at home or out). Picky eating behaviors, food preferences, fast food consumption habits and their motivations, and the impact of stress on eating behavior were also assessed.

Descriptive statistical methods and one-way ANOVA test and Independent sample t-test analyzes were employed to determine the difference in anxiety score according to the groups (mean, standard deviation, frequency) used. The data were analyzed with SPSS 25.0 Statistics (Statistical Package for the Social Sciences) and the significance level was taken as $p<0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 149 adults participated in the study, of whom 92 (61.7%) were female and 57 (38.3%) were male. General information about the participants in the study, such as age and class, is shown in Table 1. As a result, it can be observed that most of the participants were in the sixth grade and between the ages of 23 and 24.

Table 1. Descriptive findings about students (n=149)

Variables		n	%
Gender	Female	92	61.7
	Male	57	38.3
Age	22	4	2.7
	23	56	37.6
	24	56	37.6
	25	31	20.8
	26	2	1.3
Grade	5th grade	44	29.5
	6th grade	105	70.5

n: sample size

Participants' mean Body Mass Index (BMI) score was 2.25, with a standard deviation of 0.544, on a scale of 1 = Underweight (<18.5), 2 = Normal weight (18.5–24.99), and 3 = Overweight/Obese (≥25.0). These results indicate that most participants were within the normal BMI range. The limited range and variability in BMI scores may partially explain the failure of BMI to significantly predict anxiety levels in the regression model.

Table 2. Descriptive statistics for body mass index (BMI)

Variable	n	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
Body Mass Index	149	1	3	2.25	0.544

The model in Table 2 was not statistically significant. Demographic variables (gender, BMI, and grade level) explained only 2.3% of the variance in anxiety scores. None of the individual predictors reached statistical significance (p>0.05), although gender approached significance.

Table 3. Regression model with demographic variables predicting anxiety scores

Predictor Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
Constant	39.950	4.224	-	9.459	0.000
Gender (1=Female, 0=Male)	-3.225	1.772	-0.172	-1.820	0.071
Body Mass Index	1.700	1.578	0.101	1.078	0.283
Grade Level	0.213	1.657	0.011	0.129	0.898

Model Summary: $R = 0.151$, $R^2 = 0.023$, $F(3,145) = 1.124$, $p = 0.341$

The distribution of participants' gender (t = 1.498; p>0.05), education status (t = 0.081; p>0.05) and Body Mass Index (BMI) data (F (4, 144) =0.326; p>0.05) according to their anxiety scores are presented in Table 4. No significant difference was observed between the demographic characteristics of the participants and their anxiety scores.

Table 4. Relationship between students' demographic characteristics and anxiety score

Variables		Avg±SS	t/F	p
Gender	Female	3.69±0.78	t = 1.489	0.139
	Male	3.48±0.90		
Grade	5th grade	3.62±0.76	t = 0.081	0.935
	6th grade	3.60±0.87		
Body Mass Index	<18.5	3.49±0.99	F = 0.860	0.326
	18.5–24.99	3.61±0.79		
	25.0–29.99	3.66±0.92		
	30.0–34.99	3.22±0.90		
	35>	3.28±0.00		

t: Independent t test samples, F: One-Way ANOVA analysis, Avg: Average, SS: Standard deviation

The relationship between the number of meals eaten per day and the anxiety levels of the students during the exam preparation period is analysed in Table 5. Anxiety scores did not differ significantly according to the status of food consumption between meals (t=.0271; p=0.786) and the number of main meals eaten per day (F(2, 146) =0.072; p>0.05). Considering the number of snacks consumed by the students per day (F(3, 145)=3.089; p<0.05), anxiety scores differed significantly. It was determined that the perceived test anxiety level of those who ate 4 or more snacks a day was higher than those who ate 1 snack. When students' consumption of food was evaluated in between meals, the most common foods they consumed were cookies, crackers, coffee, and chocolate (Figure 1).

Table 5. Comparison of anxiety levels by number of main meals and snacks consumed per day

Variable	Meal/ Snack Group	n	Avg±SS	t/F	p
Number of Main Meals/Day	1	4	3.73±1.09	F = 0.072	0.931
	2	91	3.59 ± 0.87		
	3	54	3.62 ± 0.76		
Number of Snacks/Day	1	56	3.49 ± 0.92	F = 3.089	0.029
	2	50	3.68 ± 0.71		
	3	33	3.49 ± 0.84		
	4 or more	10	4.29 ± 0.56		

t: Independent t test samples, F: One-Way ANOVA analysis, Avg: Average, SS: Standard deviation

The model for the variable "How Many Main Meals Do You Eat Per Day?" was not statistically significant (p>0.05). No significant effect of this variable on anxiety level was observed (Table 6). The model for the variable "How Many Snacks Do You Eat Per Day?" is marginally significant (p<0.10). There is preliminary evidence that this variable may have an impact on anxiety levels (Table 7).

Table 6. Regression model examining main meals eaten per day and its association with anxiety scores

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
Fixed	39.348	3.434		11.457	0.000
Main meals eaten per day	0.141	1.439	0.008	0.098	0.922

$R = 0.008$, $R^2 = 0.000$, $F = 0.010$, $p = 0.922$

Table 7. Regression model examining snack frequency and its association with anxiety scores

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
Fixed	36.898	1.754		21.034	0.000
Snacks eaten per day	1.404	0.802	0.143	1.751	0.082

$R = 0.143$, $R^2 = 0.020$, $F = 3.066$, $p = 0.082$

As presented in Table 7, ANOVA analysis revealed a statistically significant difference in anxiety levels among groups based on the number of snacks consumed ($p = 0.029$). Post-hoc comparisons using Tukey's HSD test indicated that this difference was specifically significant among individuals who reported consuming four snacks per day. These individuals had significantly higher anxiety levels compared to those who consumed one or three snacks. No statistically significant differences were found between the other snack consumption groups. This finding suggests that consuming a higher number of snacks may be associated with elevated anxiety levels, indicating a potential link between eating behaviors and psychological well-being.

Table 8. Post-hoc analysis between snacks

Group Comparison	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
1 - 2	-2.105	1.747	0.625
1 - 3	-0.019	1.971	1.000
1 - 4	-8.825	3.083	0.025
2 - 3	2.086	2.014	0.729
2 - 4	-6.720	3.111	0.139
3 - 4	-8.806	3.242	0.037

$R = 0.143$, $R^2 = 0.020$, $F = 3.066$, $p = 0.082$

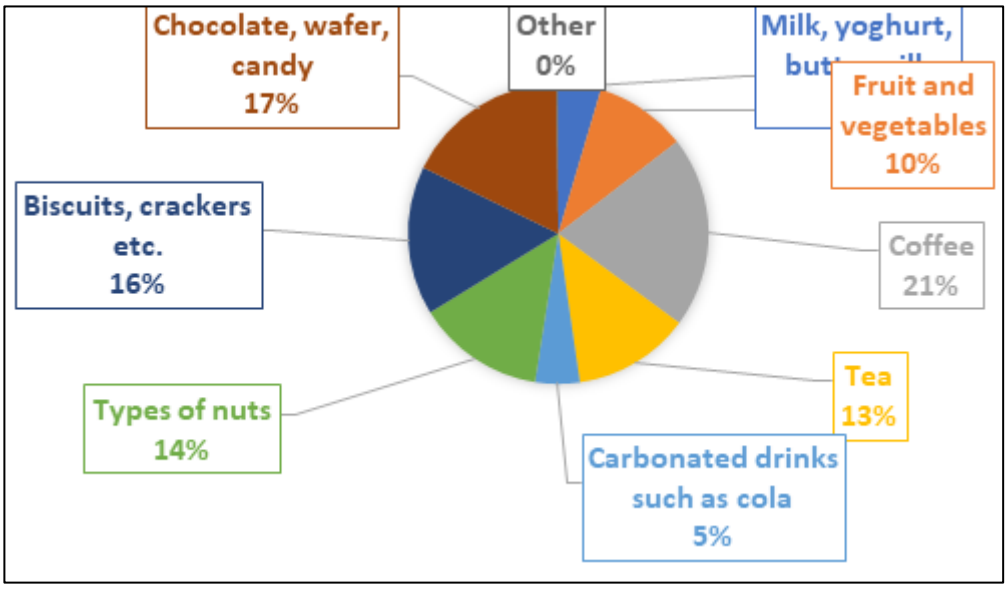


Figure 1. Descriptive findings on food consumption between meals

When the anxiety score was examined according to meal skipping status, it did not differ significantly ($t=1.543$; $p<0.125$) (Figure 1 and Table 9).

Table 9. Anxiety levels according to meal-skipping behavior

Meal skipping status	Avg±SS	t	p
Yes	3.68±0.85	1.543	0.125
No	3.46±0.79		
		n	%
Skipped meal	Breakfast	73	58.4
	Lunch	37	29.6
	Dinner	15	12

t: Independent t test samples, Avg: Average, SS: Standard deviation

Table 10. Regression analysis of meal-skipping behavior as a predictor of anxiety levels

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
Fixed	42.947	2.247		19.112	0.000
Skipping a Main Meal	-2.399	1.555	-0.126	-1.543	0.125

$R = 0.126$, $R^2 = 0.016$, $F = 2.379$, $p = 0.125$

The model for the "Do You Skip Main Meals?" variable was not statistically significant ($p>0.05$). No significant effect of this variable on anxiety level was observed (Table 10).

Table 11. Comparison of anxiety levels based on whether individuals report stress-induced changes in eating behavior, and types of foods consumed under stress

The impact of stress on diet	Avg±SS	t	p
Yes	3.62±0.85	0.835	>0.405
No	3.40±0.55		
		n	%
The foods they consume when they are stressed	nuts	27	4.1
	chocolate	112	17.2
	chips	89	13.6
	sweets	38	5.8
	pastry	37	5.6
	coke vs.	29	4.4
	desserts	81	12.3
	French fries	36	5.5
	hamburger, sandwich, pizza,	49	7.5
	pita, lahmacun, meatballs, bread, döner	30	4.5
	ice cream	21	3.2
	biscuits, crackers	44	6.7
	fruit	10	1.5
	milk	4	0.6
	coffee	49	7.5

t: Independent t test samples, n: sample size, Avg: Average, SS: Standard deviation

According to participants' responses, the most frequently reported foods consumed under stress were

chocolate, chips, and sweets, while milk and fruits were reported less frequently (Table 11).

Table 12. Change in anxiety score according to whether stress affects nutrition

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
Fixed	42.256	3.178		13.296	0.000
The impact of stress on diet	-2.401	2.876	-0.069	-0.835	0.405

$R = 0.069$, $R^2 = 0.005$, $F = 0.697$, $p = 0.405$

The model for the variable "Does It Affect Your Stress?" is not significant ($p>0.05$). No significant effect of this variable on anxiety level was observed.

This study investigated how different eating habits and test anxiety relate to medical students getting ready for the Medical Specialization Exam (TUS). Gender-based anxiety scores did not differ statistically significantly. The results of Dağlı (2023), who also found no gender-based difference in test anxiety, are consistent with this finding. However, other research have found that female students experience higher levels of test anxiety (Ergene, 2011). This disparity could be explained by changing gender norms in academic performance situations or sample characteristics (Onyeizugbo, 2010).

Based on body mass index, the study found no significant differences in the exam anxiety levels of medical faculty students. This outcome confirms the findings of Haidar et al. (2018), who found erratic relationships between BMI and anxiety. When the study conducted by Yılmaz et al. (2015) on BMI and exam anxiety levels was examined, however, it was concluded that as the body mass index increased, there was a decrease in exam anxiety and some sub-parameters of stress and anxiety factors.

Similarly, no significant difference was found in anxiety scores between 5th- and 6th-year students. In the study conducted by Öğretir et al. (2021) on test anxiety levels, it was concluded that the test anxiety levels of the students did not show a significant difference according to the level of education. This study finding is similar to the finding obtained from the research. Eker (2016) concluded in his study that the test anxiety levels showed a significant difference according to the class variable. The fact that the difference in test anxiety scores according to the level of education in this study was not significant can be explained by the fact that the majority of the sample consisted of 6th graders and the number of people was insufficient.

In terms of meal frequency, no significant relationship was found between anxiety levels and the number of main meals consumed per day. When examined in terms of the number of daily snacks, a difference was seen, and it was determined that those who consumed 4 or more snacks per day had higher perceived exam anxiety than those who consumed 1 snack. In a similar study, the eating habits of individuals were examined and it was concluded that anxiety scores decreased as the frequency of meals increased (Kartal, 2019). According to the results of our study, Hypothesis 1 'The number of meals eaten by students preparing for the Medical Specialization Exam (TUS) per day varies according to their perceived exam anxiety levels.' is positive and confirmed.

There was no difference in the exam anxiety levels of the students in our study based on the fact that they skipped the main a meal. According to the skipping of meals, it was observed that the students skipped the morning meal the most and the evening meal the least. In the study conducted by Öğretir et al. (2021) on exam anxiety, it was found that the students had the habit of skipping meals and the Exam Anxiety Scale averages of the students who skipped the main meal were higher than the students who did not skip the main meal. When the statistics regarding the places where the meals were consumed were examined in our study; It was seen that 57% of the students had breakfast at home, the vast majority of the students (68.9%) had lunch in the school hospital cafeteria, and 38.5% had dinner at home (Table 6).

Our research looked at how stress affected diet and how anxiety scores changed accordingly, and no significant difference was found in anxiety scores depending on the effect of stress on nutrition. It was observed that when the participants were stressed, they consumed chocolate, chips and dessert the most and milk and fruit the least. In a similar study conducted by Dağlı (2023) in the literature, a statistical difference was found in the

nutritional status of the students according to their anxiety scores. The findings of this study differ from the findings obtained from the research. In the study conducted by Dağlı et al. (2023) it was observed that students consumed chocolate, chips and dessert the most when they were stressed, similar to our results. This behavior is in line with research by Torres and Nowson (2007), who showed that eating meals high in energy becomes a more common coping mechanism when people are experiencing emotional stress. According to these results, Hypothesis 2 'The anxiety score of students preparing for TUS changes depending on the effect of stress on nutrition' is negative and rejected. The reason for this result may be due to a misunderstanding of the question we asked.

As a result of this research, the relationship between the stress status and nutritional attitudes of 5th and 6th grade students preparing for the Medical Specialization Exam was examined and for this purpose, a survey was administered to the students to reveal the relationship between nutrition and exam anxiety. When the students were evaluated in terms of nutrition, it could be that students' appetites decreased or increased due to stress and anxiety, they turned to energy-dense foods such as chocolate, chips and sweets as a way to cope with stress, skipped breakfast to save time and increased food consumption between meals. This contradiction might be a result of emotional snacking, which defies physiological hunger cues rather than organized meal frequency (Stevenson, 2023). With these results, it is likely that the individual moves away from adequate and balanced nutritional habits.

In this study, it was found that the exam anxiety score was higher as the frequency of meals increased. Necessary support should be provided to students with high anxiety levels. Thus, basic nutritional counseling should be incorporated into stress management programs for medical students in order to encourage mindful eating habits and lessen emotional eating patterns. Students should be encouraged to choose healthy snacks between meals and consume their meals at regular intervals. In order to obtain more definite results, more studies should be conducted in this area using larger samples.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The findings showed that snack consumption frequency was significantly associated with anxiety levels, with students consuming four or more snacks per day having higher anxiety scores, suggesting that increased snacking may be used as a coping mechanism under stress. In contrast, no significant relationships were found between anxiety levels and demographic variables such as gender, BMI, and academic year, nor with main meal frequency or meal-skipping behavior. These non-significant results may be explained by the relatively homogeneous structure of the sample, which consisted largely of sixth-year students, as well as the reliance on self-reported data. Additionally, when meal-skipping behavior was examined, breakfast was identified as the most frequently skipped meal (58.4%), which may be related to time constraints and irregular daily routines during exam preparation. Furthermore, students were observed to prefer a tendency toward unhealthy eating behaviors. In addition, it may be suggested that fruit consumption could have a potential anxiety-reducing effect compared to energy-dense foods such as chocolate and chips. Based on these findings, it is recommended that stress management and nutritional counseling programs be integrated for students preparing for high-stakes exams such as TUS. Future studies should include larger and more diverse samples and utilize more objective dietary assessment methods to better understand the relationship between nutrition and anxiety.

THANKS AND INFORMATION NOTE

The authors would like to thank all participants who took part in the study. No financial support was received for this study. The authors declare that there is no conflict of interest.

REFERENCES

Dağlı, M. M. (2022). *İstanbul ili Fatih ilçesindeki bir ortaokulun 8. sınıfında eğitim gören öğrencilerin sınav kaygısı ile beslenme durumları arasındaki ilişki* (Tez No: 743840) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi

Eker, O. (2016). Ortaokul öğrencilerinin yaşadığı sınav kaygısının nedenleri ve anne-baba tutumlarının sınav kaygısına etkisi: Merzifon örneği (Tez No: 429712) [Yüksek lisans tezi, Nişantaşı Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Ergene, T. (2011). The relationships among test anxiety, study habits, achievement motivation, and academic performance among Turkish high school students. Education and Science, 36(160), 320–330.

Haidar, S. A., de Vries, N. K., Karavetian, M., & El-Rassi, R. (2018). Stress, anxiety, and weight gain among university and college students: A systematic review. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 118(2), 261–274. https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.10.015.

Kartal, D. Z. (2019*). Lise son sınıf öğrencilerinin sınav kaygılarının, beslenme alışkanlıklarının ve besin tercihlerinin saptanması: Sivas İl Merkezinde bir lise örneği.* (Tez No: 612446) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Koç, K. M. (2019). Üniversite sınavına hazırlanan öğrencilerde sınav kaygısının beslenme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi (Tez No: 554233) [Yüksek lisans tezi, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Konarska, M. (2010). The physiology of stress. In D. Koradecka (Ed.), Handbook of occupational safety and health (pp. 87–100). CRC Press.

Korinth, A., Schiess, S., & Westenhoefer, J. (2010). Eating behaviour and eating disorders in students of nutrition sciences. Public Health Nutrition, 13(1), 32–37. https://doi.org/10.1017/S1368980009005709

Kumari, A., & Jain J. (2014), Examination Stress and Anxiety: A Study of College Students. *Global Journal of Multidisciplinary Studies*, *4*(1): 31-40

Kyrou, I., & Tsigos, C. (2007). Stress mechanisms and metabolic complications. Hormone and Metabolic Research, 39(6), 430–438. https://doi.org/10.1055/s-2007-981462

Lopresti, A. L. (2020). The effects of psychological and environmental stress on micronutrient concentrations in the body: A review of the evidence. *Advances in Nutrition, 11*(1), 103–112. https://doi.org/10.1093/advances/nmz082

Öğretir, H. (2021). *Sınava Hazırlanan Öğrencilerde Sınav Kaygısı ile Antropometrik Ölçümler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Beslenme ve Diyet Dergisi, 49*(3), 58–66. https://doi.org/10.33076/2021.BDD.1485

Onyeizugbo, E. U. (2010). Self-efficacy, gender, and trait anxiety as moderators of test anxiety. Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 8(1), 299–312. https://doi.org/10.25115/ejrep.v8i20.1377

Özmen, H. F. (2016). Adolesan bireylerde diyet kalitesinin sağlıklı yeme indeksi ile değerlendirilmesi (Tez No: 419975) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Philipson, T. J., & Posner, R. A. (2008). Is the obesity epidemic a public health problem? Journal of Economic Literature, 46(4), 974–982.

Rashidi, M., Kanbur, B. N., & Yıldırım, G. (2023). Sınava hazırlanan öğrencilerde sınav kaygısının beslenme durumu üzerine etkisi. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 32(4), 292–300.

Ross, C. C. (2007). The importance of nutrition as the best medicine for eating disorders. Explore, 3(2), 153–157. https://doi.org/10.1016/j.explore.2006.12.012

Scott, C., & Johnstone, A. M. (2012). Stress and eating behaviour: Implications for obesity. *Obesity Facts,* 5(2), 277-87. https://doi.org/10.1159/000338340

Tajik, J., Samimi, A.S., Shojaeepour, S., Jarakani, S. (2016). Analysis of base-apex lead electrocardiogram in clinically healthy Kermani sheep. *Acta Vet Eurasia, 42*(2), 74-79

Torres, S., & Nowson, C. (2007). Relationship between stress, eating behavior, and obesity. *Nutrition, 23*(11-12), 887-94. https://doi.org/10.1016/j.nut.2007.08.008.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). Türkiye Beslenme Rehberi *(TÜBER 2022).* Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031.

Wheaton, B., Young, M., & Montazer, S. (2013). Social stress in the twenty-first century. In Handbook of the sociology of mental health (pp. 299–323). https://doi.org/10.1007/978-94-007-4276-5_15

Yılmaz, H. K. (2015). Adölesanların yeme tutumları, sınav kaygısı ve depresyon yönünden incelenmesi (Tez No: 396511) [Yüksek lisans tezi, Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

YÜKSEK İRTİFADA YAPILAN EGZERSİZLERİN ORGANİZMAYA FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Murat AYDIN

İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sporcu Sağlığı ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri Ana Bilim Dalı, Tezli Yüksek Lisans Programı, İstanbul, TÜRKİYE, ORCID: 0009-0001-9347-4066

Doç. Dr. Yeliz PEHLİVAN

İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Yaşam Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-0859-6238

Özet

Bu çalışmada, yüksek irtifada gerçekleştirilen egzersizlerin insan organizması üzerindeki fizyolojik etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Yüksek irtifada barometrik basıncın azalmasına bağlı olarak gelişen hipoksik ortam, başta solunum, kardiyovasküler, hematolojik ve metabolik sistemler olmak üzere birçok fizyolojik sistemde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişiklikler, organizmanın azalan oksijen basıncına uyum sağlamasına yönelik akut ve kronik adaptasyon mekanizmaları şeklinde ortaya çıkmakta ve performans üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle pulmoner ventilasyonda artış, kalp atım hızı ve kardiyak debide meydana gelen değişimler, eritropoietin (EPO) salınımının artması ve buna bağlı olarak hemoglobin ile eritrosit düzeylerinde yükselme, organizmanın oksijen taşıma ve kullanım kapasitesini artıran temel fizyolojik yanıtlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, yüksek irtifaya hızlı ve kontrolsüz şekilde çıkılması durumunda akut dağ hastalığı, yüksek irtifa beyin ödemi ve yüksek irtifa akciğer ödemi gibi ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, yüksek irtifa koşullarında uygulanan farklı antrenman modellerinin sporcu performansı üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve bu modellerin avantajları ile sınırlılıkları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yüksek irtifada yapılan egzersizlerin organizma üzerinde performans artırıcı fizyolojik adaptasyonlar sağladığı, ancak aynı zamanda potansiyel sağlık riskleri barındırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle, yüksek irtifa antrenmanlarının bireysel farklılıklar dikkate alınarak, uygun süre ve şiddette, planlı ve kontrollü bir şekilde uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek İrtifa, Hipoksi, Egzersiz Fizyolojisi, Eritropoetin (EPO), Hemoglobin

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF HIGH-ALTITUDE EXERCISES ON THE ORGANISM

Abstract

In this study, the physiological effects of exercise performed at high altitude on the human organism were comprehensively examined. The hypoxic environment resulting from the decrease in barometric pressure at high altitude leads to significant alterations in various physiological systems, particularly the respiratory, cardiovascular, hematological, and metabolic systems. These changes occur as acute and chronic adaptive mechanisms that enable the organism to adjust to reduced oxygen availability and play a decisive role in physical performance. In particular, increased pulmonary ventilation, changes in heart rate and cardiac output, stimulation of erythropoietin (EPO) secretion, and subsequent increases in hemoglobin and erythrocyte levels represent fundamental physiological responses that enhance oxygen transport and utilization capacity. However, rapid and uncontrolled ascent to high altitude may result in serious medical conditions such as acute mountain sickness, high-altitude cerebral edema, and high-altitude pulmonary edema. In addition, different altitude training models and their effects on athletic performance were comparatively analyzed, and their advantages and limitations were evaluated. In conclusion, exercise at high altitude provides performance-enhancing physiological adaptations but also carries potential health risks. Therefore, altitude training should be carefully planned and implemented in a controlled manner, taking individual differences, appropriate duration, and exercise intensity into consideration.

Keywords: High Altitude, Hypoxia, Exercise Physiology, Erythropoietin (EPO), Hemoglobin

Giriş

Beden eğitimi ve sporun sosyal ve uluslararası arenadaki giderek artan önemi, devletlerin bu alanda kapsamlı stratejik planlamalar ve bilimsel projeler yürütmesini zorunlu kılmıştır. Güncel olimpiyat oyunları ile dünya ve Avrupa şampiyonalarından elde edilen veriler incelendiğinde, sportif başarıların artık rastlantısal bir şekilde kazanılmadığı açıkça görülmektedir. Müsabakalarda galibiyet ile mağlubiyet arasındaki farkın bazen sadece birkaç santimetreye veya saniyenin çok küçük dilimlerine kadar inmiş olması; bilim insanlarını, spor hekimlerini ve antrenman teorisyenlerini performansın sınırlarını zorlayan çok sayıda bilimsel çalışma yapmaya sevk etmiştir (Doğar, AV. 1995). Yüksek rakım, insan biyolojisi üzerinde tetiklediği çeşitli mekanizmalar nedeniyle hayati bir öneme sahiptir. İrtifanın sağlık ve performans üzerindeki etkilerini konu alan bilimsel araştırmalar; özellikle Meksika ve Şili'de düzenlenen Dünya Futbol Şampiyonaları, olimpiyatlar ve diğer büyük spor etkinlikleri sayesinde spor bilimleri literatüründe temel bir çalışma alanı haline gelmiştir (Doğar; 1995). Rakımın sportif verimlilik üzerindeki muhtemel etkilerine dair bilimsel farkındalığın, 2300 metre rakımda düzenlenen 1968 Meksika Olimpiyatları ile ivme kazandığı kabul edilmektedir. Bu organizasyonda, kısa mesafe koşularında yüksek performans sergilenmesine karşın, benzer bir başarının uzun mesafe branşlarında elde edilemediği gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan bu tablo, düşük atmosfer basıncının kısa mesafe disiplinlerini olumsuz etkilemediğini, buna karşılık dayanıklılık gerektiren uzun mesafe koşularını negatif yönde etkilediğini gösteren bilimsel görüşlerin temelini oluşturmuştur (Wrynn, 2013). Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde, genellikle 1000 metre ve üzerindeki rakımlar yüksek irtifa kategorisinde değerlendirilmektedir. Fiziksel performansın 1500 metreden itibaren olumsuz etkilenmeye başladığı ve yükselti arttıkça performans özelliklerinde belirgin değişimler yaşandığı gözlemlenmiştir. Araştırmalar, 1500 metreden sonraki her 300 metrelik artışın maksimal oksijen tüketiminde (max VO_2) %3 ile %3,5 oranında bir azalmaya yol açtığını ortaya koymaktadır (Devries; 1986). Literatürde 1000 metre sınırı ve üzerindeki bölgeler genel olarak yüksek irtifa şeklinde tanımlanmaktadır. Dünya nüfusunun önemli bir bölümü bu yükseltilerin üzerindeki coğrafyalarda ikamet etmekte ve günlük fiziksel aktivitelerini buralarda sürdürmektedir. Bu irtifalarda yerleşik olan bireyler çevre koşullarına uyum sağladıkları için herhangi bir sağlık sorunuyla karşılaşmazken; deniz seviyesinden veya 1000 metrenin altındaki rakımlardan gelen sporcu ve bireyler, bu yüksekliklerde yaşamak veya antrenman yapmak durumunda kaldıklarında yükseltiye bağlı çeşitli fizyolojik zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar (Ergen, E., 1993). Bu çalışma, yüksek irtifada yapılan egzersizlerin organizmaya olan fizyolojik etkilerini kapsamlı bir şekilde inceleyen derleme niteliğindedir.

1. YÜKSEKLİĞE UYUM

Organizmanın yüksek rakım koşullarına alışma süreci olan aklimatizasyon, maruziyet süresine bağlı olarak gelişen akut ve kronik adaptasyon mekanizmalarıyla şekillenmektedir (Günay, 1998). Yüksek rakımda uygulanan antrenman programları, deniz seviyesindeki çalışmalara kıyasla fizyolojik parametrelerde çok daha süratli değişimlere yol açmaktadır. Bu durumun temel sebebi, irtifadaki hipoksik ortamın vücut üzerinde ciddi bir stres faktörü oluşturması ve organizmayı bu baskıya karşı koyabilmek adına çeşitli akut ve kronik adaptasyon mekanizmalarını devreye sokmaya zorlamasıdır (Foss, Keteyian, 1998). Organizmanın yüksekliğe uyum sağlama süreci olan aklimatizasyonun hızı, bulunulan rakıma göre değişkenlik göstermektedir. Bu bağlamda, yaklaşık birer tahmin olarak; 2700 metrede 7 ila 10 gün, 3600 metrede 15 ila 21 gün ve 4500 metre irtifada ise 21 ila 25 günlük sürelerin gerekli olduğu söylenebilir. Ancak bu sürelerin kesinlik arz etmediği ve en belirleyici faktörün bireyler arasındaki fizyolojik farklılıklar olduğu unutulmamalıdır (Fox, 1988).

Yüksek rakıma adaptasyon süreci genel anlamda kişisel fizyolojik özelliklere göre farklılık gösterse de belirli standart sürelerden bahsetmek mümkündür. Bu doğrultuda, 2300 metreye kadar olan irtifalara tam uyum sağlayabilmek için yaklaşık 2 haftalık bir süre öngörülmektedir. 2300 metrenin üzerindeki rakımlarda ise, 4572 metreye kadar olan her 610 metrelik artış için bu süreye birer hafta daha ilave edilmesi gerektiği kabul edilmektedir (Günay, M, Cicioğlu-İ. Tamer K 2006). Hem istirahat hem de fiziksel aktivite esnasında, yüksek rakımda gözlemlenen solunumsal ventilasyon değerlerinin deniz seviyesindeki ölçümlere kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Reeves JT, Welsh CH, Wagner PD. 1994). Yüksek rakıma karşı geliştirilen solunumsal adaptasyonun hızı ve kapsamı, cinsiyet faktörüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Aitken ML, Franklin JL, 1986). Daha önce yüksek rakım tecrübesi olmayan ve 4300 metrede iki hafta süresince gözlemlenen kadınların, erkeklere kıyasla solunumsal adaptasyon (ventilasyon uyumu) sürecini daha hızlı tamamladıkları saptanmıştır (Muza SR, Rock PB, Fulco CS 2001). Kadınlarda akciğer hacmi ve solunum yollarının enine kesit alanı erkeklere kıyasla daha dar bir yapıya sahiptir. Bu anatomik farklılığa bağlı olarak

vital kapasitenin daha sınırlı olduğu, istirahat halindeki solunum sıklığının ise daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Ayrıca maksimal solunum dakika volümü, maksimal solunum kapasitesi ile maksimal oksijen alımı ve kullanımı gibi temel solunumsal parametrelerin kadınlarda daha düşük olduğu saptanmıştır (Akgun N. 1992: s.219).

1.1. Yükseklikte Hematolojik Yanıtlar

Yüksek irtifaya karşı geliştirilen adaptasyon mekanizmaları içerisinde en kritik olanı, organizmanın oksijen taşıma kapasitesinde meydana gelen artıştır (Doğar, 1996). Dokulardaki oksijen iletim kapasitesi ile kandaki hemoglobin (Hb) konsantrasyonu arasında doğrudan bir korelasyon bulunmaktadır. Bilimsel veriler, atmosfer basıncındaki azalmaya paralel olarak hemoglobin seviyelerinde ters orantılı bir artış meydana geldiğini kanıtlamıştır. Hemoglobin miktarındaki bu yükseliş, temel olarak eritrosit (alyuvar) sayısındaki artışın bir neticesidir (Dick, 1997). Yüksek rakıma çıkılmasıyla birlikte plazma hacminde meydana gelen azalmaya paralel olarak, kanın şekilli elemanlarında (kan hücrelerinde) relatif bir artış kaydedilmektedir (Kalyon, 1994). Yüksek irtifaya sürekli maruz kalınan durumlarda, sıvıların damar dışı boşluklara yer değiştirmesi ve solunum yoluyla gerçekleşen sıvı kaybının artması sonucunda kan plazma hacminde bir azalma meydana gelmektedir. Plazmadaki bu düşüşe bağlı olarak kanın yoğunlaşması, hematokrit (HCT) değerlerinde belirgin bir yükselişe yol açmaktadır (Doğar, 1996). İskelet kaslarının miyoglobin konsantrasyonunda artış meydana gelmekle birlikte, kas lifi karakteristiklerinde ve mitokondri yoğunluğunda belirgin yapısal değişimler gözlemlenmektedir (Davis vd., 1994).

1.2. Yükseklikte Metabolik Yanıtlar

Yüksek rakımlarda arteriyel CO_2 seviyelerinin düşmesi, merkezi kemoreseptörlerin aktivitesini azaltarak solunumsal alkaloza sebebiyet vermektedir. Bu fizyolojik durum, böbrekler aracılığıyla kan bikarbonat (HCO_3) seviyelerinin düşürülmesiyle kompanse edilir ve böylece asit-baz dengesi (pH) normal sınırlar içerisinde korunur. Alkaloza karşı geliştirilen bir diğer adaptasyon mekanizması olarak da pulmoner ventilasyon miktarında artış gözlemlenmektedir (Cerit & Erdoğan, 2019).

1.3. Genel Fizyolojik Yanıtlar

Yüksek irtifaya (2000 metreye kadar) maruz kalınmasıyla birlikte organizmanın sergilediği ilk tepkiler "kısa süreli uyum" (akut adaptasyon) süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçte organizmada meydana gelen temel fizyolojik değişimler şu şekilde özetlenebilir:

- **Kardiyovasküler Değişimler:** Kalp atım hacminde, yaklaşık 20-21 günlük bir periyotta %10 civarında bir azalma kaydedilmektedir.
- **Hematolojik Parametreler:** Hemoglobin konsantrasyonu 6 gün gibi kısa bir sürede artış gösterebilmektedir. Ayrıca, yüksekliğe çıkılmasını takiben ilk 11 gün içerisinde eritrosit miktarında belirgin bir yükseliş gözlemlenir.
- **Kan Volümü ve Kompozisyonu:** Toplam kan hacminde azalma meydana gelir. Yapılan çalışmalar, bu azalmanın kadınlarda 30 gün sonunda %20, erkeklerde ise 15 gün sonunda %15 seviyelerinde olduğunu göstermektedir. Söz konusu hacimsel kayıplar, deniz seviyesine dönüldükten sonra 15-20 gün içerisinde normale dönmektedir.
- **Metabolik ve Asit-Baz Dengesi:** Kan bikarbonat düzeylerinin düşmesiyle birlikte, kanın tamponlama (nötralizasyon) kapasitesinde bir zayıflama görülür.
- **Vücut Kompozisyonu:** Süreç içerisinde genel bir kilo kaybı eğilimi ortaya çıkmaktadır (Ergen ve Zergeroğlu, 2002).

2. YÜKSEK İRTİFADA AKUT FİZYOLOJİK YANITLAR

2.1. Solunum Sistemi Tarafından Fizyolojik Yanıtlar

Yüksek rakıma maruz kalındıktan saniyeler sonra, hem istirahat hem de fiziksel aktivite esnasında, arteriyel oksijen kısmi basıncının (PaO_2) düşmesi ve karbondioksit kısmi basıncının (PCO_2) değişmesiyle birlikte bir dizi fizyolojik yanıt tetiklenir. Bu süreçte arkus aorta ve karotid sinüste konumlanan periferik kemoreseptörler, kimyasal değişimleri algılayarak merkezi sinir sistemindeki solunum merkezini uyarır. Bu nöral uyarım sonucunda, organizmanın hipoksik ortama ilk tepkisi olan ventilasyon artışı (hiperventilasyon) meydana gelir (Robergs ve Roberts, 1997).

Bu ventilasyon artışı, 4300 metre irtifadan itibaren %30 seviyelerine kadar ulaşabilmektedir. Alveolar ve arteriyel karbondioksit kısmi basınçlarındaki ($PaCO_2$) düşüşe bağlı olarak gelişen respiratuar alkaloza karşı, böbrekler tarafından bikarbonat atılımı (renal kompansasyon) gerçekleştirilir. Bu dengeleyici mekanizma sayesinde, söz konusu alkaloz tablosu genellikle iki gün içerisinde kontrol altına alınarak sonlandırılır (Maresh ve ark., 1983)

Ventilasyondaki bu artış, temel olarak tidal volüm (soluk hacmi) ve solunum frekansındaki yükselişle doğrudan ilişkilidir. Bu mekanizma sayesinde alveollerde biriken CO_2 miktarı sınırlandırılır. Gaz değişim prensipleri gereği CO_2, oluşan basınç gradyanını takip ederek kandan alveollere doğru difüzyona uğrar ve solunum yoluyla vücuttan uzaklaştırılır. Bu sürecin neticesinde kandaki karbondioksit kısmi basıncı ($PaCO_2$) düşerken, kanın pH değeri yükselir; bu fizyolojik tablo literatürde "solunumsal alkaloz" olarak tanımlanmaktadır (Brown ve Grocott, 2013).

2.2. Kardiyovasküler Sistem Tarafından Fizyolojik Yanıtlar

Yüksek irtifada solunum sistemi gittikçe artan bir stres yüküne maruz kalırken, kardiyovasküler sistem de bu duruma paralel olarak arteriyel oksijen kısmi basıncındaki (PaO_2) düşüşü dengelemek adına önemli adaptasyonlar sergiler. Hipoksik koşulların, egzersiz esnasındaki oksijen taşınımı ve kullanımı üzerindeki etkilerini analiz ederken Fick Denklemi'ni (VO_2 = Kardiyak Çıktı x (a-v) O_2 farkı) temel almak gerekmektedir. Bu denklemden de anlaşılacağı üzere, oksijen tüketim hızı (VO_2), dokulara ulaşan kan akımı ile dokuların oksijeni kullanma kapasitesinin (a-v) O_2 farkı) bir sonucudur (Kenney ve ark., 2012).

Deniz seviyesindeki maksimal oksijen tüketiminin (VO_2 max) %50'sine eşdeğer şiddetteki submaksimal bir egzersiz yüksek rakımda gerçekleştirildiğinde, oksijen tüketiminde (VO_2) artış gözlemlenmektedir. Bu durum deniz seviyesi değerleri ile kıyaslandığında, kalp debisi ve kalp atım hızında bir yükselme, buna karşın atım hacminde bir düşüş ile karakterizedir. Orta seviyelerin üzerindeki rakımlarda yapılan egzersizler esnasında oksijen tüketimindeki bu artış; kandaki katekolamin miktarındaki yükseliş ile solunumsal yanıtlardaki artışın birleşik etkisine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Robergs ve Roberts, 1997; Wolfel ve ark., 1991).

3. YÜKSEK İRTİFADA KRONİK FİZYOLOJİK YANITLAR

İnsan organizması yüksek irtifa ortamında farklı zaman dilimlerinde (gün, hafta, ay) bulunduğunda, düşük parsiyel oksijen basıncına (PO_2) karşı çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirir. Bu süreçte tetiklenen hiperventilasyon sayesinde organizmaya alınan oksijen miktarı artırılırken, karbondioksit (CO_2) atılımı da hızlanmaktadır. Bu fizyolojik yanıtın sonucunda, arteriyel kandaki karbondioksit (CO_2) düzeyi ile alkali maddelerin konsantrasyonu azalır; bu tablo literatürde respiratuar alkaloz (solunumsal alkaloz) olarak tanımlanmaktadır. Yüksek irtifaya uzun süreli maruziyet durumunda ise, böbrekler yoluyla alkali maddelerin (bikarbonat) atımı gerçekleştirilerek kanın pH değeri (pH) stabilize edilir ve normal seviyelere döndürülür (Ergen, 2007).

Yüksek irtifaya bağlı olarak gelişen oksijen yetersizliği, vücutta böbrekler üzerinden eritropoietin (EPO) hormonunun salgılanmasını tetikler. İrtifaya maruz kalınmasını takip eden ilk üç saat içinde yükselmeye başlayan eritropoietin (EPO) üretimi, yaklaşık iki ila üç gün boyunca bu artış eğilimini sürdürür. Hormon seviyeleri bir aylık süreç sonunda başlangıç düzeylerine gerilese de, kırmızı kan hücresi (eritrosit) konsantrasyonundaki artış üç ay veya daha uzun süre belirginliğini korur. Yaklaşık 4000 metre yükseklikte altı ay süreyle ikamet eden bireylerin toplam kan hacminde (kırmızı kan hücresi ve plazma hacmi), hem erkeklerde hem de kadınlarda %10 dolaylarında bir artış kaydedilmektedir (Kenny ve ark., 2012).

3.1. Hematolojik Adaptasyon

Kronik hipoksiye karşı organizmanın geliştirdiği en temel ve tanınmış fizyolojik yanıt, kırmızı kan hücresi üretimi (eritropoez) sürecindeki ivmelenmedir; bu durum yüksek rakıma adaptasyonun temel göstergesi kabul edilir. Oksijen yetersizliği, eritrosit sentezini tetikleyen bir glikoprotein hormonu olan eritropoietin (EPO) salınımını uyarır. Kan dolaşımı aracılığıyla kemik iliğine ulaşan eritropoietin (EPO), ilgili reseptörlere bağlanarak eritroid öncül hücrelerinin yaşamsal faaliyetlerini, çoğalmalarını ve olgunlaşmalarını teşvik eder. Aniden gelişen hipoksik bir etki sonrasında, plazmadaki eritropoietin (EPO) yoğunluğu 1.5-2 saatlik bir dilimde yükselmeye başlar ve ilk 48-72 saatlik periyotta zirve noktasına ulaşır. Bu zirve değerden sonra, hipoksik uyarı devam etse dahi hormon seviyelerinde bir azalma gözlemlenir. Yüksekliğe maruz kalındıktan birkaç saat sonra saptanabilen eritropoietin (EPO) artışını takiben, üretilen yeni eritrositler yaklaşık 4-5 gün içinde dolaşım sistemine katılır. Hormon seviyeleri ise 2-4 hafta içerisinde kademeli olarak temel değerlerine geri döner. Birkaç haftalık bir zaman zarfında, kırmızı kan hücresi hacmi ve hemoglobin (Hb) miktarı kayda değer bir artış sergilerken, plazma hacminin düşük seyretmesi birim kanın oksijen taşıma yeteneğini güçlendirir. Ancak, bu hematolojik uyum süreci kalıcı değildir; birey deniz seviyesine geri döndüğünde söz konusu değişimler hızla eski formuna kavuşur (Chapman ve ark., 1998; Merino, 1950; Paralikar & Paralikar, 2010).

4. YÜKSEK İRTİFADA ÇEVRESEL DEĞİŞKENLER

4.1. Atmosfer Basıncı

Yeryüzünü çevreleyen atmosferin gaz kompozisyonu incelendiğinde, yaklaşık %78 oranında azot ve %20,9 oranında oksijen bulunduğu görülmektedir. Deniz seviyesinde barometrik basınç 760 mmHg iken, parsiyel oksijen basıncı (PO_2) yaklaşık 150 mmHg civarındadır. İrtifa arttıkça barometrik basınçta bir düşüş meydana gelir ve bu duruma paralel olarak parsiyel oksijen basıncı (PO_2) da azalır. Bu basınç düşüşünün temel sebebi, yükseklik fark etmeksizin havadaki oksijen oranının sabit kalmasıdır. Barometrik basınç, yeryüzüne baskı uygulayan atmosferik gazların toplam ağırlığının bir yansımasıdır. Dolayısıyla yüksek rakımlara çıkıldıkça, üzerimizdeki gaz kütlesinin azalmasına bağlı olarak atmosferik basınç değerleri de aşağı çekilmektedir (Yaman ve Coşkuntürk; 1982).

Dalton Yasası çerçevesinde değerlendirildiğinde, deniz seviyesindeki atmosferik basınç 760 mmHg olarak ölçülürken solunan havadaki parsiyel oksijen basıncı (PO_2) 149 mmHg seviyesindedir. Solunum yoluna alınan havadaki parsiyel oksijen basıncı (PO_2), alveollere ulaştığında yaklaşık 100 mmHg düzeyine geriler; bu noktadan itibaren arteriyel kana geçerek dokulara iletilmektedir (Devries; 1986).

İrtifa artışıyla birlikte barometrik basınçta bir gerileme yaşanmasına rağmen, atmosferi oluşturan oksijen konsantrasyonu (%21) değişmeyerek sabit kalmaktadır. Bu fizyolojik çevrede oksijenin kısmi basıncı (PO_2) düştüğü için ortam, organizma açısından göreceli olarak hipoksik bir karakter kazanmaktadır (Scoggin ve ark.; 1977). Hipoksik koşullara maruz kalan bireylerin bu ortamda yaklaşık 4-12 saat geçirmesiyle birlikte, bazı kişilerde Yüksek İrtifa Hastalıkları olarak adlandırılan bir dizi klinik tablo gelişim gösterebilmektedir (Swenson ve ark.; 2014).

4.2. Hipoksi

Canlı dokularında gereksinim duyulan oksijenin bulunmaması hali hipoksi (oksijen azlığı) olarak ifade edilir. Bu süreçte, dokulara nüfuz eden oksijen miktarı ya da dokunun mevcut oksijeni kullanma kapasitesi, biyolojik ihtiyacı karşılayacak seviyenin altında kalır. Solunan havadaki veya akciğer alveollerindeki oksijen basıncının gerilemesine bağlı olarak kanın oksijen doygunluğunun azalması durumu hipoksik hipoksi olarak adlandırılır. Kanda görev alan hemoglobin miktarındaki yetersizlik sonucu dokulara taşınan oksijenin kritik seviyelerin altına düşmesi durumu ise anemik hipoksi (hipemik hipoksi) olarak bilinir. Öte yandan, kanda yeterli miktarda oksijen taşınmasına karşın, metabolik toksinlerin etkisiyle dokuların bu oksijeni işleyememesi durumu histotoksik hipoksi olarak tanımlanmaktadır. Son olarak, kan dolaşımının bölgesel veya genel olarak yavaşlaması nedeniyle dokulara ihtiyacı olan oksijenin ulaştırılamaması hali ise durgun hipoksi (stagnant hipoksi) olarak isimlendirilir (Akgün, 1994).

5. YÜKSELTİ/HİPOKSİK ANTRENMAN MODELLERİ

5.1. Yüksekte Yaşa Yüksekte Antrenman Yap

İrtifa ve hipoksik antrenman yaklaşımlarının klasik modeli olarak bilinen "Yüksekte Yaşa - Yüksekte Antrenman Yap" (Live High - Train High), sporcuların yaklaşık 3 ila 4 haftalık bir süreçte orta dereceli rakımlarda (2000-2500 m) konakladığı ve antrenman programlarını bu yükseklikte sürdürdüğü bir yöntemdir. Bu metodun temel hedefi, dokularda oluşan hipoksik stres aracılığıyla kırmızı kan hücresi (eritrosit) üretimini stimüle ederek kanın oksijen taşıma kapasitesini maksimize etmektir. Ancak bu yöntemde, yüksek irtifadaki düşük hava basıncı nedeniyle antrenman şiddetinin deniz seviyesindeki kadar yüksek tutulamaması, maksimal oksijen tüketimi (VO_2 max) üzerinde beklenen pozitif etkilerin her zaman gerçekleşmemesine yol açabilmektedir. Bilimsel literatürdeki çalışmalar, hem amatör hem de elit düzeydeki sporcuların bu antrenman modelinden çeşitli kazanımlar elde edebileceğini ortaya koymaktadır (Buzdağlı & Koz, 2019; Sinex & Chapman, 2015).

5.2. Yüksekte Yaşa Alçakta Antrenman Yap

Doğal irtifa antrenmanı modelleri arasında en fazla ilgi gören yaklaşım "Yüksekte Yaşa - Alçakta Antrenman Yap" (Live High - Train Low) modelidir. Bu yöntemde sporcular, fizyolojik adaptasyonlar için orta irtifada (yaklaşık 2500 m) ikamet ederken, performans kapasitesini korumak amacıyla antrenmanlarını daha düşük rakımlarda (yaklaşık 1250 m) gerçekleştirirler. Alçak irtifada yapılan antrenmanların temel hedefi, yüksek rakımda karşılaşılan maksimal oksijen tüketimi (VO_2 max) düşüşü ve buna bağlı olarak egzersiz şiddetinin azalması sorununun önüne geçmektir. Bu model sayesinde, yüksek rakımda konaklayarak eritropoietin (EPO) sentezi ve dolayısıyla alyuvar üretimi tetiklenirken; alçak irtifada yüksek yoğunluklu antrenman yapılarak, çalışan kaslardaki kılcal damarlardan mitokondrilere doğru gerçekleşen oksijen akışı ve metabolik hız korunmuş olur (Buzdağlı & Koz, 2019; Sinex & Chapman, 2015).

6. YÜKSEK İRTİFADA OLUŞABİLEN SAĞLIK SORUNLARI

Yüksek rakımlara ulaşıldığında gerileyen atmosferik basınç ile beraber solunan havadaki oksijen parsiyel basıncı (PO_2) düşüş göstererek kanda oksijen azlığına, yani hipoksemiye yol açar. Hipoksemiye bir yanıt olarak beyin damarlarında genişleme (vazodilatasyon) neticesinde ödem oluşumu, solunum sıklığında artış, kalp atım hızında yükselme ve akciğer damarlarının daralması (hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon) sonucunda akciğer atardamar basıncında (pulmoner arter basıncı) artış gözlemlenir. Bu fizyolojik değişimler, yüksek irtifa hastalıklarının klinik belirtilerini tetikler. Organizmanın oksijen yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan bu tablolara karşı geliştirdiği uyum sürecine aklimatizasyon denir. Yüksek irtifada geçirilen süre zarfında işleyen bu süreçte, beyin omurilik sıvısında (serebrospinal sıvı) biriken bikarbonatın böbrekler yoluyla vücuttan uzaklaştırılmasıyla gerçekleşen idrar çıkışı (diürez) sayesinde dakika ventilasyonu düzenlenir; beyin ve akciğer damarlarındaki basınç ise azalır. Aynı zamanda kandaki hematokrit seviyesinin yükselmesiyle dokulara iletilen oksijen miktarı artar ve böylece uyum tamamlanmış olur. Aklimatizasyonun sağlanması için gereken zamandan daha hızlı şekilde yüksek rakımlara tırmanan bireylerde ise bu mekanizmalar yeterince devreye giremediği için yüksek irtifa hastalıkları baş gösterir (Gallagher ve ark.; 2017; Beidleman ve ark.; 2009).

6.1. Akut Dağ Hastalığı

Akut dağ hastalığı (ADH), daha önce herhangi bir sağlık sorunu bulunmayan bireylerin yüksek rakımlara hızlı bir şekilde tırmanması neticesinde gelişen klinik bir tablodur. Yüksek irtifaya ulaşıldıktan sonraki ilk birkaç saatten birkaç güne kadar değişen semptomsuz bir dönemi takiben belirtiler ortaya çıkmaya başlar. Hastalığın temel semptomları arasında özellikle başın ön kısmında hissedilen mide bulantısı, kusma, huzursuzluk hali, genel halsizlik, uyku düzeninde bozulmalar ve fiziksel tırmanma performansında belirgin bir azalma yer almaktadır (Basnyat B, Murdoch DR. 1967-74).

Akut dağ hastalığının (ADH) hafif seyreden formları, genellikle birkaç günlük bir dinlenme sürecinde müdahale gerektirmeden kendiliğinden iyileşme eğilimindedir. Birey aynı irtifaya tekrar çıktığında benzer semptomlarla karşılaşmayabilir; ancak daha yüksek rakımlara ulaşıldığında rahatsızlık yeniden tetiklenebilir. Vakaların küçük bir bölümünde tablo ağırlaşarak hayati risk oluşturabilmektedir. Bu durumlarda, yüksek rakım

akciğer ödemi (YRAÖ), yüksek rakım beyin ödemi (YRBÖ) ya da her iki patolojinin eş zamanlı gelişimi gözlenebilir; müdahale edilmediği takdirde hasta saatler içinde kaybedilebilir. Hastalığın klinik bulguları çok spesifik olmadığı için semptomlar sıklıkla yorgunluk, üşüme, alkol tüketiminin yan etkileri veya migren atağıyla karıştırılabilmektedir. Bu tip teşhis yanılgıları, asıl tablonun ilerlemesine ve geri dönülemez ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Basnyat B, Cumbo TA, Edelman R. 2000;1).

6.2. Beyin Ödemi

Yüksek irtifa beyin ödemi (YİBÖ), sıklıkla 4000 metre ve üzerindeki rakımlarda en az iki gün vakit geçirildikten sonra klinik bir tablo olarak belirir. Bununla birlikte, vücudun uyum sağlamasına izin vermeyecek kadar süratli bir tırmanış gerçekleştirildiğinde, 2500 metre gibi nispeten daha düşük yüksekliklerde de bu riskin oluşabildiği bilinmektedir (Jensen ve ark.; 2020).

6.1. Akciğer Ödemi

Genellikle akut dağ hastalığı (ADH) tablosunun ilerlemesi sonucunda gelişim gösteren bu durum, yüksek rakımlarda karşılaşılan ve ölümle sonuçlanan vakaların en yaygın nedenidir. Tipik olarak 3000 metrenin üzerindeki rakımlarda, sıklıkla yüksekteki ikinci gece uykusunu takiben klinik olarak belirginleşir. Belirli bir irtifa düzeyinde tamamlanan bir haftalık uyum (aklimatizasyon) sürecinden sonra ise bu tablonun ortaya çıkma riski oldukça düşüktür (Palmer; 2010). Sol ventrikül işlevlerinin normal seyretmesine rağmen, akciğer damarlarındaki basınç artışına bağlı olarak gelişen hidrostatik ödem bu patolojik durumun temelini oluşturur. Pulmoner hipertansiyon (akciğer tansiyonu) zemininde ortaya çıkan nefes darlığı, çabuk yorulma, göğüste ağrı hissi ve kuru öksürük gibi şikayetler rahatsızlığın başlangıç aşamasına işaret ederken; öksürükle kan gelmesi (hemoptizi) tablonun ilerlediğini ve kritik bir aşamaya ulaştığını gösterir (Mirrakhimov ve ark.; 2016).

7. SONUÇLAR

Bu derleme çalışması sonucunda, yüksek irtifanın insan vücudu için hem fizyolojik bir zorluk hem de performansı geliştiren güçlü bir uyaran olduğu açıkça görülmektedir. Yüksek rakımda karşılaşılan düşük oksijen basıncı, organizmayı başta solunum ve kardiyovasküler sistem olmak üzere bütüncül bir adaptasyon sürecine zorlamaktadır. Bu sürecin en kritik çıktısı, eritropoietin (EPO) hormonunun uyarılmasıyla birlikte hemoglobin ve eritrosit seviyelerinde meydana gelen artışın, dokulara oksijen iletimini optimize etmesidir. Ancak bu fizyolojik kazanımlar, özellikle 1500 metreden sonra her 300 metrede bir yaşanan max VO_2 düşüşü gibi akut performans kayıplarıyla dengelenmektedir. Elde edilen veriler, modern spor biliminde "Yüksekte Yaşa, Alçakta Antrenman Yap" (LHTL) metodunun, hem irtifanın hematolojik avantajlarını kullanmak hem de deniz seviyesindeki antrenman yoğunluğunu korumak adına en sürdürülebilir model olduğunu doğrulamaktadır. Diğer yandan, aklimatizasyon sürecinin ihmal edilmesi veya bireysel tolerans sınırlarının aşılması; akut dağ hastalığından ölümcül beyin ve akciğer ödemine kadar uzanan ciddi patolojik tabloları tetikleme potansiyeline sahiptir. Sonuç olarak, yüksek irtifa uygulamaları sadece bir çevre faktörü değil, doğru planlandığında atletik başarıyı santimetre ve saniyelerle belirleyen bilimsel bir araçtır; fakat bu aracın başarısı, her sporcunun bireysel aklimatizasyon hızına ve fizyolojik eşiklerine göre titizlikle tasarlanmış kontrollü bir sürece bağlıdır.

KAYNAKLAR

Aitken ML, Franklin JL, Pierson DJ, Schoene RB. Influence of body size and gender on control of ventilation. J Appl Physiol 1986; 60:1894–1899.

Akgün N. (1994). Egzersiz fizyolojisi. 4. Baskı. 1. Cilt. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.

Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi, 4. Baskı, 1.Cilt, GSGM Yayın No:113, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1992: s.219

Basnyat B, Cumbo TA, Edelman R. Acute medical problems in the Himalayas outside the setting of altitude sickness. High Alt Med Biol 2000; 1: 167-74.

Basnyat B, Murdoch DR. High-altitude illness. Lancet 2003; 361: 1967-74.

Beidleman BA, Fulco CS, Muza SR, et al. Effect of six days of staging on physiologic adjustments and acute mountain sickness during ascent to 4300 meters. High Alt Med Biol 2009; 10:253.

Brown, J.P. & Grocott, M.P. (2013). Humans at altitude: physiology and pathophysiology. Continuing education in anaesthesia. Critical Care &Pain;13(1):17-22.

Buzdağlı Y. Koz M. (2019). Yükseltide spor ve fizyolojik etkileri. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 21(4):52-68.

Cerit, M., & Erdoğan, M. (2019). Yüksek irtifa fizyolojisi ve adaptasyonun askerî fiziksel hazır bulunurluk seviyesine etkilerinin değerlendirilmesi. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi, 29(1),* 1-15.

Chapman RF. Stray-Gundersen J. Levine BD. (1998). Individual variation in response to altitude training. Journal of Applied Physiology 85(4):1448-56.

Davis, R.J., Bull, C.R., Rosceo, J.V., Roscoe, D.A. (1994). *Physical Education and the Study of Sport,* Second Edition, Mwby Barcelona, Spain: 72-73.

Devries HA. Physiology of Exercise for Physical Ediation and Atletics. WMC Brown Puhlishers. OIWA. 1986.

Dick, F.W. (1997). *Sports Training Principles,* Third Edition A&C Black Publishers Ltd., London: 32.

DOGAR, AV.: Yüksek İrtifada Yaşayan Elit Orta Uzun Mesafe Koşucuların Yüksek irtifa Ye Deniz Seviyesindeki Fiziksel Performanslan ile Çeşitli Kan Parametrelerinin Karşılaştınlması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara,1995.

Doğar, V. (1996). Yüksek İrtifada Yaşayan Elit-Orta-Uzun Mesafe Koşucuların Yüksek İrtifa ve Deniz Seviyesindeki Fiziksel Performansları ile Çeşitli Kan Parametrelerinin Karşılaştırılması, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 1(17).

ERGEN, E.,: Spor Fizyolojisi, No: 584, Açık Öğretim Fakültesi Yayını, Eskişehir, 1993.

Ergen, E. (Ed) (2007). Egzersiz fizyolojisi ders kitabı. Nobel yayın dağıtım. Ankara.

Ergen, E. & Zergeroğlu, A.M. (2002). Değişik Ortam Koşullarında Egzersiz. Egzersiz Fizyolojisi, Nobel, Ankara.

Foss, M,L., Keteyian, S.J. (1998). *Fox' Physiological Basis for Exercise and Sports*, Sixth Edition,

WCB/McGraw-Hill Book Company, USA.

Fox, B.F. (1988). Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri, (Çev. Cerit, M), Dördüncü Baskı,

Ankara: 471-478.

Gallagher SA, Hackett P, Rosem JM. High altitude illness: Physiology, risk factors, and general prevention. In: UpToDate. Grayzel J (ed). UpToDate, Watham, MA, 2017

Gunay M, Cicioğlu D, Tamer K. Spor Fizyolojisi ve Performans Olcumu. Baran Ofset, Ankara: Gazi Kitabevi, 2006: s.283-289.

Günay, M. (1998). *Egzersiz Fizyolojisi,* Bağırgan Kitapevi, Ankara: 27.

Jensen JD, Vincent AL. High Altitude Cerebral Edema (HACE).In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.

Kalyon, T.A. (1994). *Spor Hekimliği*, 2. Baskı, Gata Basımevi, Ankara.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill D. L. (2012). Exercise at altitude. Physiology of Sport and Exercise. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; p.309-29.

Maresh, C. M., Noble, B. J., Robertson, K. L., & Sime, W. E. (1983). Maximal exercise during hypobaric hypoxia (447 Torr) in moderate-altitude natives. Medicine and science in sports and exercise, 15(5), 360-365.

Merino C.F. 1950. Studies on Blood Formation and Destruction in the Polycythemia of High Altitude. Blood 5(1): 1-31.

Mirrakhimov AE, Strohl KP. High-altitude Pulmonary Hypertension: an Update on Disease Pathogenesis and Management. Open Cardiovasc Med J. 2016;10:19-27.

Muza SR, Rock PB, Fulco CS, et al. Women at altitude:ventilatory acclimatization at 4,300m. J. Appl. Physiol. 2001; 91:1791–1799.

Palmer BF. Physiology and pathophysiology with ascent to altitude. American Journal of the Medical Sciences 2010;340(1):69-77.

Paralikar S.J, ve Paralikar J.H. (2010). High-Altitude Medicine. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine 14(1):6.

Reeves JT, Welsh CH, Wagner PD. The heart and lungs at extreme altitude. Thorax 1994; 49: 631–633.

Ri-Li G, Chase PJ, Witkowski S, Wyrick BL, Stone JA, Levine BD, et al. Obesity: Associations with acute mountain sickness. Ann Intern Med 2003;139:253-7.

Robergs, R.A. & Roberts, S.O. (1997). Exercise in extreme environments, exercise physiology, exercise performance and clinical applications. St. Louis, Mosby;26:640-653.

Scoggin CH, Hyers TM, Reeves JT, Grover RF. High-altitude pulmonary edema in the children and young adults of Leadville, Colorado. N Engl J Med 1977; 297(23): 1269-72.

Sinex J. ve Chapman R. (2015). Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. Journal of Sport and Health Science 4.

Swenson ER, Bartsch P, Bartsch F, Bailey DM. Acute mountain sickness and high altitude cerebral edema. Springer 2014; 379–404.

Yaman M, Coskuntürk OS. Sportif Performansın Sınırları. Ankara. Barış Yayınevi. 1982.

Wolfel, E. E., Groves, B. M., Brooks, G. A., Butterfield, G. E., Mazzeo, R. S., Moore, L. G. & McCullough, R. E. (1991). Oxygen transport during steady-state submaximal exercise in chronic hypoxia. Journal of Applied Physiology, 70(3), 1129-1136.

Wrynn A. M. (2013). *A debt was paid off in tears: Science, IOC politics and the debate about high altitude in the 1968 mexico city olympics. In olympism:* The global vision. Routledge. 65-85.

SANAL GERÇEKLİK (VR) TEKNOLOJİLERİ İLE YAPILAN ANTRENMANLARIN SPORTİF PERFORMANSA OLAN ETKİSİ

Beyzanur BAL

İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sporcu Sağlığı ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri Ana Bilim Dalı, Tezli Yüksek Lisans Programı, İstanbul, TÜRKİYE, ORCID: 0009-0009-1862-9003

Yeliz PEHLİVAN

Doç.Dr., İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Yaşam Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-0859-6238

ÖZET

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisi, bireyleri bilgisayar aracılığıyla gerçekleştirilen üç boyutlu bir simülasyonun içinde "tam daldırma" ve "orada olma" (varlık) hissini uyandıran inovativ cihazlardır. Spor bilimleri literatüründe VR; imgesel ve zihinsel yetilerin iyileştirilmesi, sporcuların sağlıklı bir şekilde müsabaka ortamlarında baskının en aza indirgenmesine yardımcı olmak ve özellikle sakatlık süreçlerinde antrenman ortamlarının güvenli hale getirilmesini desteklemek amacıyla kullanımı giderek artmaktadır. Güncel araştırmalar, VR antrenmanlarının motor performansın gelişimi, reaksiyon becerisi ve strateji gerektiren karar verme durumlarında klasik antrenman çeşitleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek verimlilik sunduğu görülmüştür.

Sanal gerçeklik sistemleri kendi içinde alanlara ayrılmaktadır bunlar; sanal gerçeklik (VR),arttırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) şeklindedir. Son olarak genişletilmiş gerçeklik olarak adlandırılan ve diğer üç teknolojiyi de kapsayan XR teknolojisi bulunur.VR sistemleri temel olarak Başa Takılan Ekranlar (HMD) ve CAVE (Bilgisayar Otomatik Sanal Ortam) sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır.

VR teknolojisi farklı spor disiplinlerinde kullanılmaktadır. Örneğin; takım sporlarından futbol ve basketbol gibi alanlarda kompleks maç modelleri üzerinden karar verme becerisini doğru ve hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Hedef odaklı sporlardan okçuluk, curling, bowling gibi alanlarda VR zihinsel görselleştirme uygulamaları daha iyi atış becerisi ve görselleştirme becerisi açısından klasik antrenman çeşitlerine göre daha iyi gelişim sağladığı tespit edilmiştir. Cimnastik branşında ise simüle edilmiş denge aleti sayesinde antrene edilen yükseklik derinlik algısı sakatlanma riski olmaksızın güvenli bir ortamda beceri gelişimi sağlanmış ayrıca yapılan çalışmalar sonucunda da sanal ortamda kazanılan becerilerin başarıyla gerçek hayata aktarılabildiği kanıtlanmıştır.

Ancak bunlara rağmen VR teknolojilerinde ,sanal ortamda görsel derinlik algısında yaşanabilen uyumsuzluk nedeniyle ortaya çıkan göz yorgunluğu ve "siber hastalık" gibi sorunlar bulunmaktadır; bu sorunlar yakınsama-uyum çatışmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, özellikle dövüş sporlarında dokunsal geri bildirimin olmaması, bu teknolojinin pragmatikliğini sınırlayan bir durum olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, sanal gerçeklik özellikle başlangıç seviyesindeki sporcular ve rehabilite sürecinde ki bireyler için çok iyi ve destekleyici bir teknoloji olarak değerlendirilmiş olsa da; elit sporcular açısından etkisinin kesinleştirilmesi ve donanımsal sınırlamalarının iyileştirilmesi açısından daha fazla kapsamlı ve yüksek kalitede çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: sanal gerçeklik(VR),arttırılmış gerçeklik (AR),karma geçeklik(MR),sportif performans

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) technology is an innovative device that awakens individuals to the feeling of "full immersion" and "being there" (presence) in a three-dimensional simulation performed through a computer. In the sports sciences literature, VR usage is increasingly on the rise for purposes such as improving visual and mental abilities, helping athletes manage stress in competitive environments in a healthy way, and supporting the creation of safe training environments, particularly during injury recuperation processes. Recent research has shown that VR training offers higher efficiency in developing motor performance, reaction skills, and

decision-making requiring strategy compared to traditional training methods. Virtual reality systems are divided into categories within themselves: these are virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR). Finally, there is XR technology, which is called extended reality and encompasses all three of these technologies.VR systems are essentially divided into two categories: Head-Mounted Displays (HMD) and CAVE (Computer-Generated Virtual Environment) systems. VR technology is used in various sports disciplines. For example, it is employed in team sports like football and basketball to help athletes make accurate and rapid decisions based on complex match models. In target-oriented sports such as archery, curling, and bowling, VR mental visualization applications have been found to provide better development in terms of shooting skill and visualization ability compared to traditional training methods. In the field of gymnastics, the simulated balance beam enables skill development through trained height and depth perception in a safe environment without the risk of injury. Additionally, studies have proven that the skills acquired in the virtual environment can be successfully transferred to real-life situations. However, despite these advancements, VR technologies present issues such as eye fatigue and "cybersickness" due to visual depth perception mismatches in the virtual environment; these problems stem from a convergence-accommodation conflict. Additionally, the absence of tactile feedback, particularly in combat sports, stands out as a factor limiting the practicality of this technology. Consequently, although virtual reality has been evaluated as a very effective and supportive technology, especially for beginner athletes and individuals in the rehabilitation process; further comprehensive and high-quality studies are needed to confirm its impact on elite athletes and to improve its hardware limitations.

Keywords: virtual reality(VR),augmented reality(AR),mixed reality(MR),sports performance

1.GİRİŞ

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, yapay bir ortamda modellenmiş bir uygulamayı ifade eder. Bu teknoloji, modellenen uygulama ortamının içinde var olma hissini oluşturabilmek amacıyla hareket takibi için VR gözlükler,3D göze yakın ekranlar gibi ekipmanlardan faydalanır (Bailenson, 2018; Greengard, 2019).Başka bir tanımda, sanal gerçeklik (VR); bireylerin duyusal girdiler ve başa takılan ekranlar, hareket izleme cihazları ile dokunsal geri bildirim sistemleri gibi cihazlar sayesinde sanal ortamla bağlantı kurmasına imkan sağlayan , bilgisayar tarafından oluşturulmuş üç boyutlu modelleme olarak tanımlandırılmıştır(Faure ve ark., 2020).

Spor bilimlerinde sanal gerçeklik tekonolojisinin kullanımıyla ilgili; zihinsel becerileri geliştirmek, müsabaka stresini canlandırmak(Cunningham, 2022) ve antrenmanlar sırasında oluşabilecek kafa travmasını riskini azaltmak (Hart, 2018) amacıyla İngiliz Premier Ligi kulüplerinin neredeyse yarısı tarafından şu anda kullanıldığı bildirilmiştir.(Chen vd., 2009; Gokeler vd., 2014; Gumaa ve Rehan Youssef, 2019).Ayrıca sporcularda sakatlık durumlarında iyileşme ve tedavi sürecinde kontrollü ve güvenli zihinsel antrenman ortamına olanak sağladığı belirtilmiştir(Buoite Stella vd., 2022; Deodato vd., 2023).Sanal Gerçeklik (VR) kompleks görsel tarama becerisini (VSB) açık yönergeler olmaksızın otonom bir şekilde geliştirmektedir. Fortes vd.(2021), Sanal gerçeklik teknoloji kullanılarak video klipleri izlemenin ,normal bir ekranda izleme ile kıyaslandığında hem VSB'de hem de pas verme gibi hareketlerdeki hızlı karar verme ve harekete geçme aşamasında iyi yönde etkilerde bulunduğu ifade edilmiştir. Bireylerin oyun, saha içerisinde yaratıcı çözümler bulma, oyun içerisindeki tehlikeli pozisyonları önceden sezinleyerek buna uygun karar alabilme yeteneği ile ilişkilendirildiği belirtilmiştir(Roca vd., 2018).Bununla benzer olarak Pagé vd. (2019) çalışmasında hücum basketbol maçlarının kısa videolarını sanal gerçeklik (VR) ile izleyen oyuncuların karar verme süreçleri ile ilgili kısımda anlamlı iyileşmeler gösterdiği ifade edilmiştir.

Bedir ve Erhan (2021), hedef odaklı spor branşlarındaki bireyler için VR kullanılarak yapılan zihinsel canlandırma antrenmanının; performans ve zihinsel canlandırma becerisinde, en çok kullanılan eğitim modeli olan görsel motor davranış provası ve video modelleme ile benzer artışlara neden olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlar, VR kullanılarak yapılan zihinsel canlandırma antrenmanının denge becerilerindeki performansı üzerindeki etkilerini geleneksel imgeleme antrenmanıyla karşılaştıran Köyağasıoğlu vd. (2022) tarafından da bulunmuştur.

Sanal gerçeklik (VR) uygulamaları ,laboratuvar ortamlarında kullanılan deneysel kontrol sistemlerini ,bireyleri duyusal anlamda derinlemesine etkileyecek,merak uyandırcı modellemeler ile sunduğu ifade edilmiştir (Parsons, 2015).

Spor bilimlerindeki sanal gerçeklik (VR) alanındaki çalışmalar ;analitik performans incelemesi ,simülasyon tasarımı,ve sanal gerçeklik antrenman yöntemleri olarak üç başlık üzerinde yürütülmekte olduğu ifade edilmiştir. (Adamovich ve ark., 2009; Akbas ve ark., 2019; Calabro ve ark., 2017; Neumann ve ark., 2018; Ouadahi ve ark., 2016; Pereira ve ark., 2018). Sanal gerçeklik teknolojisi , çeşitli rakiplere ve farklı müsabaka şartlarına karşı sporculara ,teknik taktik kapasite ve motor beceri gelişimi gibi olanaklar yaratarak bireysel eğitim altyapısı oluşturduğu belirtilmiştir. (Akbas ve ark., 2019).

Spor bilimleri alanında sanal gerçeklik (VR) uygulamaları, antrenman esnasında sporcuların becerilerini ve performans verilerini analiz etmek için kullanılan yaygın bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Akbaş ve ark., 2019).Diğer yandan, sakatlık sonrası iyileşme süreçlerinde denge yetisinin artırılmasındaki yüksek başarısı, VR teknolojisinin bireylerin performans çıktılarını optimize etmek için de etkili bir araç olabileceğine dair güçlü ipuçları sunduğu ifade edilmiştir. VR destekli uygulamaların klasik antrenman modellerine yardımcı olmasındaki mantık birkaç fonksiyonel mekanizmayla açıklanmıştır.Öncelikle bu teknoloji, nöroplastisiteyi harekete geçiren (Drigas ve Sideraki, 2024; Huang ve ark., 2022) , çok duyulu bir atmosfer oluşturarak, motor adaptasyon süreçlerinin klasik yöntemlere kıyasla daha hızlı ve sürekli gerçekleşmesini teşvik edebilmektedir. Eş zamanlı veri aktarımı ve anlık geri bildirim mekanizmaları sayesinde sporcular, hareketleri çok kısa süreler içerisinde düzenleme ve teknik hataları uygulama anında değiştirme şansı bulmaktadır. VR teknolojisinin bir diğer yararı ise sporcu motivasyonu ve sürece katılım üzerindeki olumlu etkisidir (Winter ve ark., 2021); sanal ortamdaki yüksek etkileşim, bireysel efor algısını en aza indirgeyerek programa devam edilebilirliği artırabileceği ileri sürülmüştür. Son olarak, müsabaka ortamını ve gerçeğe yakın oyun senaryolarını dijital ortama entegre edebilme yetisi(Gao ve Zhang, 2023) , sporcuların stres ile mücadele edebilme becerilerini geliştirmeleri ve karar verme yeteneklerini en iyi seviyeye yükseltebilmelerine yardımcı olduğu ifade edilmiştir. Güncel verilerin; yüksek rekabet içeren kritik ortamlarda başarıyı önemli derecede etkileyen motor kontrol, reaksiyon hızı ve stratejik karar verme gibi önemli uzmanlık becerilerinin gelişiminde VR uygulamaların oldukça etkili olduğunun doğrulandığı belirtilmiştir(Le Noury ve ark., 2022).

Bu çalışmanın temel amacı ,her geçen gün gelişen teknoloji ile birlikte sanal gerçeklik (VR) uygulamalarının spor performansı üzerindeki etkilerini literatür incelemesi ile analiz etmektir. Çalışma kapsamında takım branşları, hedef odaklı branşlar ,dövüş sanatları gibi alanlarda yapılan VR tabanlı çalışmalar incelenmiştir. Çalışma VR tabanlı antrenman uygulamalarının motor beceri ,karar verme yetisi, reaksiyon süresi, müsabaka baskısı altındaki stres yönetimi gibi konuları sistematik olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Bu derleme kapsamında VR uygulamaların geleneksel antrenman yöntemlerine entegre edildiğinde ortaya çıkan avantaj ve dezavantajların belirlenerek ,spor bilimleri alanında yapılacak olan gelecek araştırmalara yardımcı olmak amaçlanmıştır.

2.SANAL GERÇEKLİK TÜRLERİ

2.1.Sanal Gerçeklik (Virtual Reality - VR)

Sanal Gerçeklik (VR); duyusal ipuçları ve etkileşim ekranları, hareket kontrol cihazları ve dokunsal geri bildirim sistemleri gibi cihazlar aracılığıyla kullanıcıların sanal alanla etkileşime girmesini sağlar. Bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir ortamın simülasyonu olarak açıklanmaktadır(Faure vd., 2020). Bu teknoloji, sanal bir ortamda bulunma hissini uyandırmayı amaçlayan etkileyici bir deneyim üretmek için kullanıcıların eylemlerine gerçek zamanlı olarak yanıt verdiği ifade edilmiştir(Le Noury vd., 2021). Baş Üstü Ekranlar (HMD'ler) ve CAVE sistemleri (Cave Otomatik Sanal Ortam), sporda yaygın olarak kullanılan sanal sistemler olduğu belirtilmiştir.(Slater, 2009). Baş Üstü Ekran (HMD), sanal ortamları doğrudan gözlerin önüne getiren, VR gözlükleri gibi başa takılan bir cihazdır. Bu cihaz, dış görsel dikkat dağıtıcıları ortadan kaldırmak için gözleri tamamen kapatır ve sanal dünyayı geniş açılı bir perspektifle 3 boyutlu görsel olarak yansıtan bir veya daha fazla küçük ekran içerir. Sanal Gerçeklik deneyimine sahip olmanın en yaygın yolu olan bu yöntemle; entegre ekranlar, optik eleman ve sensörler aracılığıyla çok yüksek düzeyde bir bulunma hissi sunulabilmektedir (Ghinea vd., 2018).

2.2.Arttırılmış Gerçeklik (AR)

Kulaklık kullanımı aracılığıyla gerçek dünyayı tamamen gizleyen (CAVE sistemleri hariç), animasyonlu VR ve 360 derece VR, spektrumun diğer ucunda yer alan, sanal olarak hazırlanmış gerçek dünya ortamına

yerleştirilebilen AR bulunur. Artırılmış gerçeklik, gerçek bir ortamdaki görsellerin, görsel ve işitsel duyusal modalitelerin vb. bir bilgisayar donanımı yardımıyla algısal bilgilerle geliştirildiği veya eklendiği gerçek yaşam ortamı deneyimidir (Milgram ve ark., 1995; Sourin, 2017).

2.3.MR (Mixed Reality - Karma Gerçeklik)

Genişletilmiş gerçeklik (XR), bilgisayar ile oluşturulmuş üç farklı türün birleşimini kapsayan bir terimdir; bunlar sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) olarak tanımlandırılmıştır (Ludlow, 2015). XR teknolojisinin diğer ucunda, MR bulunmaktadır; Bu teknoloji, AR gibi gerçek dünya ortamına sanal nesneleri yerleştirir, ancak kullanılan sanal nesnelerle fiziksel olarak etkileşimde bulunma imkanı da sunduğu belirtilmiştir. Bu, gerçek ve sanalın birlikte var olduğu ve gerçek zamanlı olarak etkileşimde bulundukları, yeni bir gerçeklik oluşturduğu ifade edilmiştir. Bireyler, Hololens olarak isimlendirilen kulaklıklar aracılığıyla MR teknolojisini deneyimleyebildikleri ifade edilmiştir; bu kulaklıklar sayesinde sanal nesnelerin gerçek dünya nesnelerinin üzerine görüntülenebildiği ve bireylerin elleri veya ayaklarıyla nesnelerle etkileşime girebildikleri bildirilmiştir. Spor sahasındaki uygulama örneği, voleybolcuların servisleri veya smaç antrenmanı sırasında, filenin diğer tarafından blok yapabilen sanal rakiplerini (yani sanal blokçuları) izlemeleri şeklinde olduğu ifade edilmiştir. (Le Noury ve diğerleri, 2022)

2.4.VR, AR ve MR Yöntemlerinin Karşılaştırması

Le Noury ve diğerlerinin (2022) yaptığı çalışmada, Genişletilmiş Gerçeklik (XR) teknolojileri, bireylerin gerçek dünyası ile sanal içerik arasındaki etkileşim derecesine bağlı olarak üç ana kategoriye ayrılır. Bu duruma bağlı olarak, Sanal Gerçeklik (VR), bireylerin fiziksel gerçeklikten tamamen izole edildiği ve bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir ortama dahil olduğu "tam daldırma" durumu olarak düşünülebileceği ifade edilmiştir. Öte yandan, Artırılmış Gerçeklik (AR), temelde gerçek dünya görüntüsünü dijital verilerle zenginleştirme ilkesine dayanır; ancak bu şekilde sanal nesneler fiziksel ortamla etkileşime girmez, yalnızca bulunan görüntünün üzerine bir segment olarak eklenir. Buna göre, Karma Gerçeklik (MR), dijital ve fiziksel nesnelerin aynı ortamda bir arada bulunduğu ve birbirleriyle gerçek zamanlı dinamik etkileşime girdiği AR teknolojisinin bir sonraki seviyesini sunar (Le Noury ve diğerleri, 2022).

3.SANAL GERÇEKLİK (VR) GÖZLÜKLERİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Sanal gerçeklik literatüründe, başa takılan ekranlar (HMD'ler), CAVE (Bilgisayar Otomatik Sanal Ortam) sistemleri ile kıyaslandığında mekansal etkililik ve kullanıcı odaklı içerik bakımından, yüksek fayda sağladığı ortaya koyulmuştur. HMD cihazları, kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla yalnızca kullanıcının fiziksel olarak kapladığı alanı kullanırken; aynı zamanda çok yönlü dinamik görsel perspektifler, yüksek çözünürlükler, geniş görüş alanları (FOV) ve baş hareketlerini otomatik olarak izleyen sensörler de sunduğu ifade edilmiştir (Mallaro vd., 2017). Her iki sistem de yüksek derecede gerçeklik hissine kapılma (immersion) sağladığı bildirilmiştir, ayrıca HMD'lerin kompaktlığı, taşınabilirliği ve maliyet kolaylığı, bu teknolojinin günümüzdeki hakimiyetini güçlendiren ana unsurlar olduğu ifade edilmiştir (Mallaro vd., 2017). Özellikle HMD sistemleri aracılığıyla deneyimlenen 360 derecelik panoramik videolar, baş hareketine duyarlı bakış açısı eş zamanlaması görsel alanda daha derin bir gerçeklik hissi yaratır (Tsai vd., 2021).

Öte yandan, hem 360 derecelik VR hem de animasyon tabanlı VR sistemlerinin bazı doğal sınırlamaları bulunduğu bildirilmiştir. 360 derecelik video tabanlı VR, kullanıcıların çevreyle aktif olarak etkileşim kurmasına izin vermediği ve bu durumun da spor becerilerinin gelişimini engelleyebilecek ve diğer sorunların yanı sıra süreklilikte kopmaya neden olabilecek eylem ve algı sorunlarına yol açabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, animasyonlu VR sistemlerinde sanal ortamda fiziksel olarak tanımlanmış özellikleri simüle etmenin teknik olarak zor olduğu; bu durumun da onu algısal-motor uyumluluk potansiyeli açısından zorlayıcı hale getirdiği bildirilmiştir. (Le Noury ve diğerleri, 2021). Bu sınırlamaların üstesinden gelmek için, belirli spor senaryolarında karakterlerin dijital ikizlerini oluşturmak amacıyla hareket yakalama (movement capture) teknolojileri kullanılmaktadır (Vignais ve diğerleri, 2015). Örneğin, Vignais ve diğerleri (2015), 12 kameradan oluşan VICON MX40 sistemi ile 100 Hz'de bir fırlatma hareketinin kinematik verilerini kaydetmiştir. Elde edilen veriler daha sonra yüksek MKM (Yönetilen Kinematik Hareketler) animasyon motoruna aktarılarak daha yüksek doğruluk elde ettiklerini bildirmişlerdir. (Multon vd., 2008).

Son zamanlarda, zihinsel işleyiş ve göz hareketleri arasındaki ilişkinin giderek daha iyi çözülmesiule birlikte, göz izleme (bakış izleme) teknolojileri ile VR platformlarının iş birliğinin ileriye taşınmasını sağladığı ifade edilmiştir (Clay vd., 2019). Dahili göz izleme modüllerine sahip modern HMD cihazları, sanal bir ortamda bakış davranışının milimetre hassasiyetinde izlenmesini mümkün kıldığı belirtilmiştir (Hosp vd., 2021). Bu entegrasyon, yüksek zamansal ve mekansal bileşenler sağlayarak, kapsamlı analizler için metodolojik bir zemin oluşturduğu ve karmaşık veri kümelerinin toplanmasını kolaylaştırdığı ifade edilmiştir (Castner vd., 2020). VR ve göz takip teknolojilerinin entegrasyonu, 3D sanal alanda koordinatlarının bulunmasına ve görev yürütme sırasında konfigürasyonun görsel olarak izlenmesini mümkün kıldığı öne sürülmüştür. Bu nedenle, bu şekilde görsel aramaların analizi, spor performansının elzem bir parçası olan karar verme bölümünün çözümlenmesinde önemli bir araç görevi gördüğü belirtilmiştir (Ugwitz vd., 2022).

4.SPOR BRANŞLARINA GÖRE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

4.1.Hedef ve Hassasiyet Sporları (ör. Okçuluk, Bowling, Curling, Dart, Golf)

Bedir ve Erhan (2021), hedef sporlarında sanal gerçeklik (VR) tabanlı bir imgeleme eğitim programı aracılığıyla atış performansı ve zihinde canlandırma yetisini araştırmışlardır; bu program, görsel-motor davranış provası, video eğitimi ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. VRBI eğitim grubu, görsel-motor eğitim programı ve kontrol gruplarının atış performansı ve görselleştirme açısından karşılaştırılması, hem performansta hem de görselleştirmede daha büyük gelişmelerin ortaya çıktığını göstermiştir. Sonuçlar, VRBI'nin etkili olduğunu gösterdiği ifade edilmiştir.

4.2.Sopa/Raket ve Top Sporları (ör. Beyzbol, Masa Tenisi)

En eski müdahale çalışmalarından biri olan Gray (2017), genişletilmiş sanal gerçeklik (XR) ile yapılan Beyzbol Antrenman programı, hem sanal ortamda (başlık takılı ekran olmadan geleneksel bir takip yöntemi) hem de gerçek hayatta performans ölçümleri açısından etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar; antrenman öncesi ve sonrası karşılaştırmada, adaptif VR grubu sekiz test ölçümünün tamamında sürekli iyileşme gösterirken, gerçek dünyada vuruş antrenmanı yapan grup sekiz ölçümden yedisinde, VR vuruş antrenmanı yapan grup sekiz ölçümden üçünde ve kontrol grubu sekiz ölçümden ikisinde iyileşme gösterdiği ifade edilmiştir.

Ross-Stewart ve ark. (2018), NCAA Birinci Lig'de yer alan 27 üniversite sporcusu üzerinde üç aylık VR destekli imgeleme eğitim programlarının verimliliğini araştırdı. Program, sporcuların müsabaka öncesinde ve sırasında karşılaştıkları durumların 360 derecelik videoları aracılığıyla başarılı bir şekilde hayal kurmalarına ve rutinler geliştirmelerine destek olan modellemelerden oluştuğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre antrenman ve müsabaka sırasında beceri, hedef ve ustalık imgelemesinin yanı sıra, bazı diğer psikolojik çözümlerin (örneğin, otomatiklik, iç konuşma, imgeleme) yetenek ve kullanımında iyileşmeler sağladığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, VR destekli imgeleme eğitiminin, fiziksel performansın yanı sıra zihinsel teknikleri de içeren sporla ilgili psikolojik iyileştirmeleri artırmak için etkili bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Michalski ve ark. (2019), gerçek dünyanın sanal dünyaya aktarımını incelemek amacıyla sanal gerçeklik masa tenisi pratiği üzerinde araştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, sanal gerçeklik grubu ile kontrol grubu arasındaki karşılaştırmalı performansta hem nicel (örneğin, servis isabeti ve ralli becerisi) hem de niteliksel (örneğin, topun yüksekliği, kuvvet, kararlılık, teknik ve koordinasyon) ölçümlerde önemli ölçüde daha büyük iyileşmeler olduğu görülmüştür.

4.3.Kale Sporları (Örn. Futbol, Basketbol)

Fortes ve ark. (2021), futbol oyuncularının iki farklı hücum oyununun kaydedilmiş birinci şahıs kısa videolarını Sanal Gerçeklik (VR) aracılığıyla ya da bir video ekranı aracılığıyla izlemenin performans üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, video ekranı gruplarıyla karşılaştırıldığında, VR gruplarının hem pas verme , karar verme performansında hem de görsel arama davranışında daha yüksek iyileşmeler gösterdiği tespit edilmiştir.

Nambi ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, kronik bel ağrısı olan 45 üniversite futbol oyuncusuna 4 haftalık VR eğitimi verilmiştir. VR eğitimi, izokinetik eğitim ve geleneksel eğitim arasında etkililik açısından

karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar, her üç grubun da ağrı yoğunluğunda ve oyuncuların iyilik hali üzerinde önemli iyileşmeler gösterdiğini ortaya koymuştur; ancak VR eğitimi, tüm ölçümlerde diğer iki gruba göre önemli ölçüde daha büyük iyileşmeler gösterdiği ifade edilmiştir.

Pagé ve ark. (2019) tarafından yapılan kısa süreli 1 haftalık bir çalışmada, VR destekli eğitim sonrasında elde edilen iyileşmelerin aktarılabilirliğini ve genelleştirilebilirliğini araştırmayı amaçlamıştır. Yirmi yedi basketbol oyuncusu; değişim haftası boyunca toplam dört eğitim seansına katılmış ve rastgele olarak iki farklı hücum oyununun önceden belirlenmiş varyantlarını VR'da, bilgisayar kaydı (CS) veya bilgisayar kaydı NCAA play-off maçlarını (üst düzey üniversite basketbolu) (kontrol) izlemeye atanmıştır. Sonuçlar, hem VR hem de CS için sanal performansta önemli bir artış olduğunu ve ikisi arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

4.4.Dövüş Sanatları (Örn.Karate)

Petri ve ark. (2019) tarafından yayınlanan, sanal bir rakibe karşı VR eğitimi üzerine yapılan çalışma, 15 genç karate sporcusu ile 32 haftalık bir karate eğitimi müdahalesinin hem spora özgü hem de spora özgü olmayan tepkiler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Başlangıçta, A grubuna geleneksel antrenmanın yanı sıra VR eğitimi verilirken, B grubu kontrol grubu sadece geleneksel antrenman yaptırılmıştır. Dört aylık bir arınma (wash out) döneminden sonra, aynı müdahale B grubu deney grubu (geleneksel + VR eğitimi) ve A grubu kontrol grubu olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Fazlardan her biri 8 hafta uygulanmış ve 10 VR eğitim seansı verilmiştir; performans sırasıyla 1. ve 8. haftalarda ölçümü yapılmıştır.

Bulgular, sanal gerçeklik eğitiminin spor dışı tepki davranışlarında önemli bir değişikliğe yol açmadığını ortaya koymuştur. 1. aşamada, yalnızca A grubu, azalan tepki süresi ve artan tepki kalitesi için büyük ve orta etki büyüklükleriyle birlikte önemli iyileşmeler göstermiştir; B grubu ise daha küçük bir etki büyüklüğüyle yalnızca tepki süresinde iyileşme göstermiştir. 2. aşamada, B grubu hem tepki süresinde hem de tepki kalitesinde çok büyük etki büyüklükleri ve önemli iyileşmeler gösterirken, A grubu için anlamlı bir fark göstermediği bildirilmiştir. Beklendiği gibi, A grubu 4 aylık arınma döneminde geliştirdiği performansını korumayı başarmıştır. Bu bulgular, sanal gerçeklik eğitiminin genç karate sporcularının tepki davranışlarında uzun vadeli iyileşmelere yol açabileceği iddia edilmiştir.

4.5.Cimnastik Branşı

Burger ve ark. (2022), denge tahtası üzerinde başlangıç seviyesindeki denge aleti eğitimini, sanal gerçeklik ortamında simüle edilmiş denge aleti ve gerçek dünya ortamı arasında karşılaştırma yapmıştır. Müdahale sonrası her iki eğitim grubu da hareket kalitelerinde pratik olarak oldukça önemli bir iyileşme göstermiştir. Bu bulgular, VR ortamında edinilen bilginin gerçek dünyaya aktarılabileceğini ve VR eğitiminin, denge bileşenlerinin kinematik özelliklerini geliştirmede gerçek dünya eğitimi kadar etkili olduğunu gösterebileceği vurgulanmıştır.

5.VR ANTRENMANLARININ AVANTAJLARI

Sanal gerçeklik(VR) uygulamalarının beden eğitimi veya motor öğrenmede kullanılmasının sebeplerinden biri, gerçek dünya (RW) koşullarında zorlu olan ulaşılması zor eğitim ortamını oluşturmak ve simüle etmek için bir ortam sağladığı ifade edilmiştir (Bideau vd., 2003; Craig, 2013; Michalski vd., 2019; Wang, 2012; Zaal ve Bootsma, 2011).

Sanal gerçekliğin kullanım avantajları arasında tehlikeli durumları veya spor müsabakalarında yaralanmaya neden olabilecek ortamları simüle ederek öncesinde bir hazırlık sağlayarak yaralanma riskini azaltabileceği ifade edilmiştir(Peterson, Furuichi ve Ferris, 2018). Ayrıca bireysel antrenmanın herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde, antrenman partnerinden veya antrenörden bağımsız olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlaması yer aldığı bildirilmiştir (Miles, Pop, Watt, Lawrence ve John, 2012; Pan, Cheng ve Du, 2012; Petri vd., 2019).

Sanal gerçeklik teknolojisinde kullanılan başa takılan ekran (HMD), dış etkenlerden kaynaklanan dikkat dağıtıcı unsurları azaltmada oldukça etkili olabileceği ve böylece sporcuların yeni beceriler edinirken odaklanma becerisini iyileştirebileceği bildirilmiştir (Rauter ve ark., 2013).

Peterson ve meslektaşları (2018), kullanıcıların vücutlarını sanal olarak görmelerini sağlayan tam vücut görselleştirmenin, kullanıcıların kendi görünümlerine ilişkin yükseklik algılarına katkıda bulunduğunu bulmuşlardır. Vücut pozisyonu ve hareket odaklı görsel ipuçları, VR sistemlerine yerleştirilmiş hareket yakalama sistemleri aracılığıyla görüntülenebileceği bildirilmiştir (Li ve ark., 2022) .Örneğin, VR masa tenisi eğitim sistemi, antrenörün sporcunun hatalarını açıkça belirtmesine yardımcı olan bir geri bildirim seçeneği sunduğu belirtilmiştir (Oagaz ve ark., 2022).

Witte ve ark. (2025),sistematik bir inceleme yaptıktan sonra, sanal gerçekliğin özellikle görsel yardımcılar ile belirli hareket tekniklerinin öğrenilmesi, pozisyon ve hareket üzerine görsel geri bildirim olarak kullanılması, tekrarlayan pratik için sanal bir koçun kullanılması ve sporcunun hareketinin farklı hızlarda ve perspektiflerden üç boyutlu görselleştirilmesi gibi başlangıç seviyesindeki motor öğrenme için kullanılabileceğini öne sürmektedir.

6.VR ANTRENMANLARININ DEZAVANTAJLARI

Hollmann ve diğerleri (2007) tarafından yapılan çalışmada dikey zemin tepki kuvvetleri kaydedilmiştir, sanal bir ortamda yürümenin sağlıklı deneklerde yürüyüş dengesizliklerine neden olabileceğini öne sürmüşlerdir. Bunun olası bir nedeni, kullanılan teknolojinin [Elumens VisionStation® 1024 (Elumens Corporation, Durham, NC) projeksiyon sistemi], günümüzün başa takılan ekranlarından (HMD'ler) farklı olarak, görsel algının (VP) deforme olması ileri sürülmüştür.

Araştırmacıların çalışmalarına dayanarak, en son teknolojilerin kullanılmasına rağmen, doğal görmedeki görüş alanının ve yeterli piksel yoğunluğuna erişebilmenin hala ulaşılabilir olmadığı öne sürülmüştür. Buna ek olarak, VR teknolojisinden etkilenen nörofizyolojik kontrolün bir parçası olan yakınsama-uyum (gözlerin birleşimi ve odaklanması) etkisi de bulunmaktadır. Bu yakınsama-uyum çatışması, hatalı derinlik algısına, göz yorgunluğuna ve baş dönmesine yol açabildiği bildirilmiştir (Hussain ve ark., 2024). Gerçek görüntü algısı alan derinliği, diğerlerinin yanı sıra, daha uzak mesafelerde görülen nesnelerin bulanık görünmesinden kaynaklandığı iddia edilmiştir.. Işık modülasyonu için ince form faktörlü optik sıvı kristal elementlerin kullanımı, bu duruma olası teknolojik çözümler arasında olabileceği ifade edilmiştir (Wang ve Lin, 2021).

Temelde 360 derece VR sınırlamaları, aracın kullanıcının sunulan durumdan herhangi bir şekilde etkilenmesine izin vermemesi ve bu nedenle algı ve eylemin ayrılması, beceri iyileşmesinin olumsuz etkilenmesine yol açabilir (Pinder ve ark., 2011).

7.SONUÇLAR

Spor bilimleri alanında yapılan bu literatür taraması sonucunda ,Sanal Gerçeklik (VR) ile artırılmış gerçeklik (AR), karma gerçeklik (MR), genişletilmiş gerçeklik (XR) gibi yeni teknolojik yöntemler, klasik antrenman yöntemlerine yenilik getirerek destekleyip iyileştirmeye yardımcı olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre VR uygulamalarının motor beceri kazanımları, reaksiyon süresinin iyileştirilmesi ve karar verme gibi önemli becerilerde klasik antrenmanlara kıyasla daha fazla verimlilik sağladığı tespit edilmiştir. Yukarıda bahsedilen kazanımların ,sanal gerçeklik teknolojileri ile sunulan "tam daldırma" ve "varlık " hissinden etkilenerek artan nöroplastisite ve motor adaptasyonların hızlandırılmasından kaynaklandığı ortaya koyulmuştur.

Çalışma süresince elde edilen verilere göre ,branşa göre yapılan uygulamaların etkililiği aşağıda kısaca verilmiştir:

- Hedef ve Takım Sporları: Okçuluk ve bowling gibi spor dallarında zihinsel canlandırma kapasitesini artırarak, atış performasını geliştirmekte; futbol ve basketbol gibi takım sporlarında karışık oyun senaryoları ile sporcuların görsel tarama ve hızlı karar verme yeteneklerini iyileştirilmektedir.
- Cimnastik ve Denge: Cimnastik branşında sporcuların yükseklik ve derinlik algılarının gelişimi için simüle edilmiş ortamlarda yapılan antrenmanların sporcuların sakatlık riskini en aza indirgeyerek bu becerilerin gelişimini desteklemekte ve bu kazanımların sanal ortamdan gerçek hayata aktırımının başarıyla gerçekleştirildiği görülmüştür.

- Rehabilitasyon ve Psikolojik Hazırlık: Sporcuların sakatlık dönemlerinde güvenli ve kontrollü bir antrenman ortamı sağlayarak iyileşme sürecine yardımcı olduğu görülmüştür, ayrıca sporcuların yarışma stresi yaşadıkları dönemlerde streslerini doğru şekilde yönlendirmeleri ve sağlıklı bir şekilde motivasyon geliştirmelerine yardımcı olduğu tespit edilmişdir.

Ancak bütün bu kazanımlara rağmen sanal gerçeklik teknolojilerindeki mevcut donanım ve işlevsellik sınırlamaları dikkate alınmalıdır. Özellikle, "yakınsama-uyum çatışması"nın bir sonucu olarak ortaya çıkan siber hastalık , duyusal geri bildirim yetersizliği ve göz yorgunluğu gibi durumlar sistemin faydalı bir şekilde kullanımını sınırlayan temel sınırlılıklar olarak öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca 360 derecelik video tabanlı sistemlerin etki tepki ilişki sınırlanması algı ve eylem arasındaki kopukluğa sebep olabileceği görülmüştür.

Sonuç olarak, sanal gerçeklik özellikle yeni başlayan sporcular için teknik beceri öğrenimini kolaylaştıran ve sakatlık sonrası iyileşme sürecindeki sporculara yardımcı olan bir antrenman sistemidir. Fakat, elit sporcular üzerindeki uzun vadeli etkileri daha iyi anlaşılması ve mevcut donanım sınırlılıklarının giderilmesi için daha kapsamlı ve teknik olarak yüksek metadolojik kalitede incelemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecekte yapılacak olan araştırmalarda ,göz takip ve hareket yakalama teknolojileriyle entegre edilerek hata paylarının en aza indirgenmiş yöntemlerle yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., and Merians, A. S. (2009). Sensorimotor training in virtual reality: a review. Neurorehabilitation 25, 29–44. doi: 10.3233/ Nre-2009-2497

Akbas, A., Marszalek, W., Kamieniarz, A., Polechonski, J., Slomka, K. J., and Juras, G. (2019). Application of virtual reality in competitive athletes- a review. J. Hum. Kinet. 69, 5–16. doi: 10.2478/hukin-2019-2023

Bailenson, J. (2018). Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do. New York City, NY: WW Norton & Company.

Bedir, D., & Erhan, S. E. (2021). The effect of virtual reality technology on the imagery skills and performance of target-based sports athletes. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 2073. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02073

Bedir, D., and Erhan, S. E. (2021). The effect of virtual reality technology on the imagery skills and performance of target-based sports athletes. Front. Psychol. 11:2073. doi: 10.3389/fpsyg.2020.02073

Bideau, B., Kulpa, R., Ménardais, S., Fradet, L., Multon, F., Delamarche, P., & Arnaldi, B. (2003). Real Handball Goalkeeper vs. Virtual Handball Thrower. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 12(4), 411–421. https://doi.org/10.1162/105474603322391631

Buoite Stella, A., Galimi, A., Martini, M., Di Lenarda, L., Murena, L., and Deodato, M. (2022). Muscle asymmetries in the lower limbs of male soccer players: preliminary f indings on the association between countermovement jump and tensiomyography. Sports 10:177. doi: 10.3390/sports10110177

Bürger, D., Ritter, Y., Pastel, S., Sprich, M., Lück, T., Hacke, M., Stucke, C., & Witte, K. (2022). The impact of virtual reality training on learning gymnastic elements on a balance beam with simulated height. *International Journal of Computer Science in Sport*, *21*(2), 93-110. https://doi.org/10.2478/ijcss-2022-0005

Calabro, R. S., Naro, A., Russo, M., Leo, A., De Luca, R., Balletta, T., et al. (2017). The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial. J. Neuroeng. Rehabil. 14:53.

Cariati, I., Bonanni, R., Cifelli, P., D'Arcangelo, G., Padua, E., Annino, G., & Tancredi, V. (2025). Virtual reality and sports performance: A systematic review of randomized controlled trials exploring balance. *Frontiers in Sports and Active Living*, *7*, Article 1497161. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1497161

Castner, N., Kuebler, T. C., Scheiter, K., Richter, J., Eder, T., Huettig, F., et al. (2020). Deep semantic gaze embedding and scanpath comparison for expertise classification during OPT viewing. ACM Symp. Eye Track. Res. Appl. 18, 1–10. doi: 10.1145/3379155.3391320

Chen, C. H., Jeng, M. C., Fung, C. P., Doong, J. L., and Chuang, T. Y. (2009). Psychological benefits of virtual reality for patients in rehabilitation therapy. J. Sport Rehabil. 18, 258–268. doi: 10.1123/jsr.18.2.258

Clay, V., König, P., and König, S. U. (2019). Eye tracking in virtual reality. J. Eye Mov. Res. 12:12. doi: 10.16910/jemr.12.1.3

Craig, C. (2013). Understanding perception and action in sport: how can virtual reality technology help? Sports Technology, 6(4), 161–169. https://doi.org/10.1080/19346182.2013.855224

Cunningham, S. (2022). Half of premier league clubs use virtual reality to heal injuries and recreate matchday pressure in training. Inews.Co.Uk. Available at: https://inews. co.uk/sport/football/premier-league-clubs-virtual-reality-heal-injuries-recreate pressure-training-1635232

Deodato, M., Coan, L., Stella, A. B., Ajčević, M., Martini, M., Di Lenarda, L., et al. (2023). Inertial sensors-based assessment to detect hallmarks of chronic ankle instability during single-leg standing: is the healthy limb "healthy"? Clin. Biomech. 107:106036. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2023.106036,

Drigas A, Sideraki A. Brain neuroplasticity leveraging virtual reality and brain computer interface technologies. Sensors (Basel). (2024) 24(17):5725. doi: 10.3390/ s24175725

Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., and Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: a scoping review. J. Sports Sci. 38, 192–205. doi: 10.1080/02640414.2019.1689807

Fortes, L. S., Almeida, S. S., Praça, G. M., Nascimento-Júnior, J. R., Lima-Junior, D., Barbosa, B. T., et al. (2021). Virtual reality promotes greater improvements than video stimulation screen on perceptual-cognitive skills in young soccer athletes. Hum. Mov. Sci. 79:102856. doi: 10.1016/j.humov.2021.102856

Gao Q, Zhang L. Brief mindfulness meditation intervention improves attentional control of athletes in virtual reality shooting competition: evidence from fNIRS and eye tracking. Psychol Sport Exerc. (2023) 69:102477. doi: 10.1016/j.psychsport.2023. 102477 3

Ghinea, M., Frunză, D., Chardonnet, J. R., Merienne, F., and Kemeny, A. (2018). "Perception of absolute distances within different visualization systems: HMD and CAVE" in Augmented reality, virtual reality, and computer graphics. eds. L. T. De Paolis and P. Bourdot, vol. 10850 (Berlin: Springer International Publishing), 148–161.

Gokeler, A., Bisschop, M., Myer, G. D., Benjaminse, A., Dijkstra, P. U., van Keeken, H. G., et al. (2014). Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria-based return-to sport rehabilitation. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 24, 2280–2286. doi: 10.1007/ s00167-014-3374-x

Gray, R. (2017). Transfer of training from virtual to real baseball batting. Front. Psychol. 8:2183. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02183

Greengard, S. (2019). Virtual reality. Cambridge, MA: MIT Press.

Gumaa, M., and Rehan Youssef, A. (2019). Is virtual reality effective in orthopedic rehabilitation? A systematic review and Meta-analysis. Phys. Ther. 99, 1304–1325. doi: 10.1093/ptj/pzz093

Hart, S. (2018). How premier league clubs are using virtual reality to gain an edge on their rivals. Inews.co.uk. Available at: https://inews.co.uk/sport/football/premier-league/ premier-league-virtual-reality-clubs-209852

Hollman JH, Brey RH, Bang TJ, Kaufman KR. Does walking in a virtual environment induce unstable gait? An examination of vertical ground reaction forces. Gait Posture. (2007) 26(2):289–94. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.09.075

Hosp, B. W., Schultz, F., Höner, O., and Kasneci, E. (2021). Soccer goalkeeper expertise identification based on eye movements. PLoS One 16:e0251070. doi: 10.1371/journal. pone.0251070

Huang C-Y, Chiang W-C, Yeh Y-C, Fan S-C, Yang W-H, Kuo H-C, et al. Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. BMC Neurol. (2022) 22:21. doi: 10.1186/s12883-021 02547-4

Hussain R, Chessa M, Solari F. Improving depth perception in immersive Media devices by addressing vergence-accommodation conflict. IEEE Trans Visual Comput Graphics. (2024) 30(9):6334–46. doi: 10.1109/TVCG.2023.3331902

Jia, Y., Zhou, X., Yang, J., & Fu, Q. (2024). Animated VR and 360-degree VR to assess and train team sports decision-making: A scoping review. *Frontiers in Psychology*, *15*, Makale 1410132. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1410132

Köyağasıoğlu, O., Özgürbüz, C., Bediz, C. E., Güdücü, A., Aydınoğlu, R., and Akşit, T. (2022). The effects of virtual reality nonphysical mental training on balance skills and functional near-infrared spectroscopy activity in healthy adults. J. Sport Rehabil. 31, 428–441. doi: 10.1123/jsr.2021-0197

Le Noury P, Polman R, Maloney M, Gorman A. A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport. Sports Med. (2022) 52:1473–89. doi: 10.1007/s40279-022-01669-0

Le Noury, P., Buszard, T., Reid, M., and Farrow, D. (2021). Examining the representativeness of a virtual reality environment for simulation of tennis performance. J. Sports Sci. 39, 412–420. doi: 10.1080/02640414.2020.1823618

Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport. *Sports Medicine*, *52*(7), 1473–1489. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0

Li T, Wang H, Fan D, Wang D, Yin L, Lan Q. Research on virtual skiing system based on harmonious human-computer interaction. 2022 International Conference on Virtual Reality, Human-Computer Interaction and Artificial Intelligence (VRHCIAI). IEEE (2022). p. 106–10

Li, Y., Li, H., Jiang, C., Su, Y., Jiang, S., & Zhang, G. (2025). Advancements in virtual reality for performance enhancement in combat sports: A mini-review and perspective. *Frontiers in Psychology*, *16*, Article 1563212. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1563212

Ludlow BL. Virtual reality: emerging applications and future directions. Rural Spec Educ Quarterly. 2015;34(3):3–10.

Mallaro, S., Rahimian, P., O'Neal, E. E., Plumert, J. M., and Kearney, J. K. (2017). A comparison of head-mounted displays vs. large-screen displays for an interactive pedestrian simulator. Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, 1–4.

Michalski, S. C., Szpak, A., and Loetscher, T. (2019). Using virtual environments to improve real-world motor skills in sports: a systematic review. Front. Psychol. 10:2159. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02159

Michalski, S. C., Szpak, A., Saredakis, D., Ross, T. J., Billinghurst, M., & Loetscher, T. (2019). Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills. PloS One, 14(9), e0222351. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222351

Miles, H. C., Pop, S. R., Watt, S. J., Lawrence, G. P., & John, N. W. (2012). A review of virtual environments for training in ball sports. Computers & Graphics, 36(6), 714 726. https://doi.org/10.1016/j.cag.2012.04.007

Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F. Augmented real ity: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: Telemanipulator and telepresence technologies, vol. 2351. Bell ingham: International Society for Optics and Photonics; 1995. pp. 282–92.

Multon, F., Kulpa, R., and Bideau, B. (2008). MKM: a global framework for animating humans in virtual reality applications. Presence: Teleoperators Virtual Environ. 17, 17–28. doi: 10.1162/pres.17.1.17

Nambi, G., Abdelbasset, W. K., Elsayed, S. H., Alrawaili, S. M., Abodonya, A. M., Saleh, A. K., et al. (2020). Comparative effects of isokinetic training and virtual reality training on sports performances in university football players with chronic low back pain-randomized controlled study. Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2020, 1–10. doi: 10.1155/2020/2981273

Neumann, D. L., Moffitt, R. L., Thomas, P. R., Loveday, K., Watling, D. P., Lombard, C. L., et al. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. Virt. Real. 22, 183–198. doi: 10.1007/s10055 017-0320-325

Oagaz H, Schoun B, Choi M-H. Performance improvement and skill transfer in table tennis through training in virtual reality. IEEE Trans Vis Comput Graph. (2022) 28(12):4332–43. doi: 10.1109/TVCG.2021.3086403

Ouadahi, N., Chadli, S., Ababou, A., and Ababou, N. (2016). A simulator dedicated to strengthening exercises for windsurfers. Eng. Sport 11, 532–537. doi: 10.1016/ j.proeng.2016.06.233

Pagé, C., Bernier, P. M., and Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. J. Sports Sci. 37, 2403–2410. doi: 10.1080/02640414.2019.1638193

Pan, L. A., Cheng, X. C., & Du, Q. L. (2012). Study of Table Tennis Training System. Advanced Materials Research, 472-475, 3117–3120. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.472-475.3117

Pereira, M., Argelaguet, F., Millan, J. D., and Lecuyer, A. (2018). Novice shooters with lower pre-shooting alpha power have better performance during competition in a virtual reality scenario. Front. Psychol. 9:527. doi: 10.3389/ fpsyg.2017.000527

Peterson, S. M., Furuichi, E., & Ferris, D. P. (2018). Effects of virtual reality high heights exposure during beam-walking on physiological stress and cognitive loading. PLOS ONE, 13(7), e0200306. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200306

Petri, K., Emmermacher, P., Danneberg, M., Masik, S., Eckardt, F., Weichelt, S., et al. (2019). Training using virtual reality improves response behavior in karate kumite. Sports Eng. 22:2. doi: 10.1007/s12283-019-0299-0

Pinder RA, Davids K, Renshaw I, Araújo D. Spor araştırmaları ve uygulamalarında temsili öğrenme tasarımı ve işlevselliği. J Sport Exerc Psychol. 2011;33(1):146–55. https://doi.org/10.1123/jsep.33.1.146 .

Rauter, G., Sigrist, R., Koch, C., Crivelli, F., van Raai, M., Riener, R., & Wolf, P. (2013). Transfer of complex skill learning from virtual to real rowing. PLOS ONE, 8(12), e82145. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082145

Richlan, F., Weiß, M., Kastner, P., & Braid, J. (2023). Virtual training, real effects: A narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, *14*, Article 1240790. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240790

Roca, A., Ford, P. R., and Memmert, D. (2018). Creative decision making and visual search behavior in skilled soccer players. PLoS One 13:e0199381. doi: 10.1371/journal.pone.0199381

Ross-Stewart, L., Price, J., Jackson, D., and Hawkins, C. (2018). A preliminary investigation into the use of an imagery assisted virtual reality intervention in sport. J. Sports Sci. 6, 20–30. doi: 10.17265/2332-7839/2018.01.003

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. 364, 3549–3557. doi: 10.1098/rstb.2009.0138

Sourin A. Case study: shared virtual and augmented environments for creative applications. In: Earnshaw R, editor. Research and development in the academy, creative industries and applications. Briefs in computer science. Cham: Springer; 2017. pp. 49–64.

Tsai, W.-L., Su, L.-W., Ko, T.-Y., Pan, T.-Y., and Hu, M.-C. (2021). Feasibility study on using AI and VR for decision-making training of basketball players. IEEE Trans. Learn. Technol. 14, 754–762. doi: 10.1109/TLT.2022.3145093

Ugwitz, P., Kvarda, O., Juříková, Z., Šašinka, Č., and Tamm, S. (2022). Eye-tracking in interactive virtual environments: implementation and evaluation. Appl. Sci. 12:1027. doi: 10.3390/app12031027

Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D., and Bideau, B. (2015). Which technology to investigate visual perception in sport: video vs. virtual reality. Hum. Mov. Sci. 39, 12–26. doi: 10.1016/j.humov.2014.10.006

Wang Y-J, Lin Y-H. Liquid crystal technology for vergence-accommodation conflicts in augmented reality and virtual reality systems: a review. Liq Cryst Rev. (2021) 9(1):35–64. doi: 10.1080/21680396.2021.1948927

Wang, J. (2012). Research on Application of Virtual Reality Technology in Competitive Sports. Procedia Engineering, 29, 3659–3662. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.548

Winter C, Kern F, Gall D, Latoschik ME, Pauli P, Käthner I. Immersive virtual reality during gait rehabilitation increases walking speed and motivation: a usability evaluation with healthy participants and patients with multiple sclerosis and stroke. J Neuroeng Rehabil. (2021) 18:68. doi: 10.1186/s12984-021-00848-w

Witte, K., Bürger, D., & Pastel, S. (2025). Sports training in virtual reality with a focus on visual perception: A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, *7*, Article 1530948. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1530948

Zaal, F. T. J. M., & Bootsma, R. J. (2011). Virtual Reality as a Tool for the Study of Perception-Action: The Case of Running to Catch Fly Balls. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 20(1), 93–103. https://doi.org/10.1162/pres_a_00037

ROKURONYUM ALERJİSİ SAPTANAN İKİ OLGUDA PERİOPERATİF DÖNEMDE ANESTEZİ YÖNETİMİ

Arş. Gör. Dr. Serap Karakaş

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Trabzon, Türkiye, ORCID-ID: 0009-0004-1676-4627

Araş. Gör. Dr. Niyazi Şafak Arslan

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Trabzon, Türkiye, ORCID-ID: 0009-0005-4794-592X

Doç. Dr. Sedat SAYLAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Trabzon, Türkiye, ORCID-ID:0000-0002-4833-9455

Doç. Dr. Ali Akdoğan

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Trabzon, Türkiye

ABSTRACT

Rocuronium is a rapid-onset, intermediate-duration neuromuscular blocking agent (NMBA) widely used to facilitate endotracheal intubation since 1994. Acting through competitive antagonism at acetylcholine receptors, it carries the highest reported incidence of anaphylaxis among NMBAs. Perioperative anaphylaxis occurs in 1 per 6,000–20,000 administrations with a mortality rate of 3–9%, and NMBAs account for 50–70% of all such reactions. This report presents two patients in whom rocuronium allergy was diagnosed intraoperatively without prior exposure history. **In the first case,** a 36-year-old female developed profound hypotension, tachycardia, labial angioedema, and bronchospasm during induction for laparoscopic hysterectomy. Anaphylactic shock was managed with epinephrine, norepinephrine infusion, corticosteroids, and bronchodilators; the operation was cancelled and the patient transferred to the intensive care unit. Postoperative serum tryptase was within normal limits, which did not exclude the diagnosis, as tryptase may remain normal in over 30% of confirmed cases. Skin testing at one month confirmed rocuronium allergy, and the rescheduled total abdominal hysterectomy was completed uneventfully under combined spinal-epidural anesthesia. **In the second case,** a 44-year-old female with bronchial asthma and prior systemic allergic reactions underwent preoperative allergy-immunology consultation. Skin testing revealed sensitization to midazolam, ketamine, fentanyl, and rocuronium, while propofol, lidocaine, remifentanil, and bupivacaine were safe. Given the 60–85% cross-reactivity rate among NMBAs, general anesthesia was delivered with propofol, lidocaine, and remifentanil without a muscle relaxant; the procedure was hemodynamically stable and the patient discharged without complications. Core clinical principles emerging from both cases include: immediate intravenous epinephrine upon anaphylaxis suspicion; skin testing at least 4–6 weeks after the reaction; systematic NMBA cross-reactivity screening; and preferential use of regional techniques when feasible. In patients with allergic comorbidities, preoperative evaluation must incorporate individualized drug allergy assessment, and multidisciplinary collaboration among allergy-immunology, anesthesiology, and surgery is essential for patient safety.

Keywords: rocuronium, neuromuscular blocking agent, allergy, anaphylaxis

ÖZET

Rokuronyum, 1994'ten bu yana yaygın kullanılan, hızlı etki başlangıçlı, orta etkili endotrakeal entübasyonu kolaylaştıran bir nöromüsküler bloker ajan (NMBA)'dır. Asetilkolin reseptörlerine kompetitif antagonizma yoluyla etki gösteren bu ajan, NMBA'lar arasında anafilaksi insidansının en yüksek olduğu ilaç olarak bilinmektedir. Perioperatif anafilaksi her 6.000–20.000 anestezi uygulamasında bir görülmekte ve %3–9 oranında ölümle sonuçlanabilmektedir. NMBA'lar, tüm perioperatif anafilaksi vakalarının %50–70'inden sorumlu tutulmaktadır. Bu olgu sunumunda, daha önce rokuronyuma maruziyet öyküsü bulunmayan ve alerji

tanısı intraoperatif dönemde konulan iki hasta ele alınmıştır. **Birinci olguda,** 36 yaşındaki kadın hasta laparoskopik histerektomi için anestezi indüksiyonu sırasında derin hipotansiyon, taşikardi, dudakta şişlik ve bronkospazm gelişmiştir. Anafilaktik şok yönetimi kapsamında adrenalin, norepinefrin infüzyonu, kortikosteroid ve bronkodilatör uygulandı. Operasyon iptal edilerek hasta yoğun bakıma alındı. Postoperatif dönemde bakılan triptaz değeri normal sınırlarda olmasına karşın, bu bulgu tanıyı dışlamamakta, çünkü vakaların %30'undan fazlasında triptaz düzeyi normal kalabilmektedir. Bir ay sonra gerçekleştirilen deri testlerinde rokuronyum alerjisi doğrulandı, diğer ajanlar güvenli bulundu. Yeniden planlanan total abdominal histerektomi operasyonu, kombine spinal-epidural anestezi ile komplikasyonsuz tamamlandı. **İkinci olguda,** sistemik alerjik reaksiyon öyküsü bulunan 44 yaşındaki astım broşiale tanılı kadın hastada preoperatif alerji-immunoloji konsültasyonu istendi. Deri testlerinde midazolam, ketamin, fentanil ve rokuronyuma karşı duyarlılık saptandı; propofol, lidokain, remifentanil, bupivakain güvenli bulundu. NMBA'lar arasındaki çapraz reaktivite oranının %60–85 gibi yüksek seviyelerde seyretmesi göz önünde bulundurularak kas gevşetici kullanılmaksızın propofol, lidokain ve remifentanil kombinasyonuyla genel anestezi uygulandı. Operasyon hemodinamik açıdan stabil seyretti, hasta komplikasyonsuz taburcu edildi. Her iki olgudan çıkarılan temel ilkeler: anafilaksi şüphesinde IV epinefrinin gecikmeksizin uygulanması; deri testlerinin reaksiyondan en az 4–6 hafta sonra, antihistaminik ve kortikosteroidler kesilerek yapılması; tüm NMBA'ların çapraz reaktivite açısından sistematik biçimde taranması; mümkün olduğunda rejyonel anestezi tekniklerinin öncelikli uygulanmasıdır. Alerjik komorbidite taşıyan hastalarda preoperatif değerlendirme standart protokollerle sınırlı kalmamalı, bireyselleştirilmiş ilaç alerji tetkikini kapsamalıdır. Alerji-immünoloji, anesteziyoloji ve ilgili cerrahi branşlar arasındaki multidisipliner iş birliği, hasta güvenliğinin sağlanmasında belirleyicidir.

Anahtar kelimeler: rokurunyum, nöromuskuler bloker ajan, alerji, anafilaksi

GİRİŞ

Rokuronyum bromür (genellikle sadece rokuronyum olarak anılır), non-depolarizan bir nöromüsküler bloker ajandır (NMBA). Merkezi steroid yapısına tersiyer ve kuaterner amonyum yan gruplarının eklenmesiyle oluşturulan bu ajan, 1994 yılında FDA onayı almış; endotrakeal entübasyonu kolaylaştıran hızlı etki başlangıcı ve birçok işlem sırasında kas gevşemesinin sürdürülmesinde faydalı olan orta etki süresi sayesinde ameliyathanede popülerlik kazanmıştır. Asetilkolin reseptörlerine kompetitif antagonizma yoluyla nöromüsküler iletimi baskılamaktadır. Etki profili açısından veküronyuma benzemekle birlikte anafilaksi insidansı NMBA'lar arasında en yüksek oranda rokuronyumda olduğu bildirilmektedir (1,2). Anafilaksi, hızlı başlangıçlı ve yaşamı tehdit eden ciddi bir sistemik aşırı duyarlılık reaksiyonudur. Solunumsal ve kardiyovasküler bozulmayla seyreden şiddetli anafilaksi, deri bulguları ya da dolaşım şoku olmaksızın da ortaya çıkabilir. Perioperatif anafilaksi insidansı yaklaşık 1:6.000–1:20.000 olarak tahmin edilmekte olup mortalite oranı %3–9 arasında değişmektedir. NMBA'lar bu reaksiyonların başlıca tetikleyicisi olup tüm perioperatif anafilaksi vakalarının %50–70'inden sorumlu tutulmaktadır. Rokuronyum için her 2.500 yeni maruziyete yaklaşık bir anafilaksi vakası bildirilmekte olup, bu oran atrakuryumun yaklaşık on katına karşılık geldiği raporlanmaktadır (3,4). Rokuronyum, eş zamanlı uygulanan diğer ilaçlarla (antibiyotikler, indüksiyon ajanları) birlikte verilmesi ve hipotansiyon ile bronkospazmın başka nedenlerle de açıklanabilmesi nedeniyle perioperatif anafilakside önemli bir tanısal güçlük oluşturmaktadır (4,5,6). Bu yazıda; daha önce rokuronyuma maruziyet öyküsü bulunmayan ve postoperatif dönemde gerçekleştirilen testlerle rokuronyum alerjisi saptanan iki hastanın perioperatif anestezi yönetimini sunmayı amaçladık. Birinci olguda intraoperatif anafilaktik şok sonrası sonraki elektif operasyonda kombine spinal-epidural anestezi uygulandı. İkinci olguda ise preoperatif alerji değerlendirmesi sayesinde birden fazla ajana karşı duyarlılık belirlendi ve kas gevşetici kullanılmaksızın güvenli genel anestezi sağlandı.

1. VAKA SUNUMU

Psöriyazis ve alerjik rinit tanıları olan, 16 ve 14 yıl önce komplikasyonsuz sezaryen operasyonu geçirmiş 36 yaşında kadın hasta, over kisti nedeniyle total laparoskopik histerektomi planıyla ameliyathaneye alındı. Preoperatif değerlendirmede ASA 2 kabul edilen standart monitörizasyon sonrası vital bulguları stabil olduğu gözlenen hastaya anestezi indüksiyonunda İV yolla 2 mg midazolam, 1 mcg/kg fentanil, 3 mg/kg propofol, 1 mg/kg rokuronyum ve 20 mcg remifentanil uygulandı. İndüksiyondan kısa süre sonra derin hipotansiyon (noninvaziv kan basıncı: 55/33 mmHg), taşikardi, üst dudakta şişlik ve dinlemekle bronkospazm gelişti.

Anafilaktik şok düşünülen hastaya aralıklı olarak 20 mcg adrenalin bolus, 10 mg efedrin uygulandı. Venöz dönüşü arttırmak için bacaklar yukarı kaldırıldı. Hızlıca İV kristaloid sıvı yüklendi. Müdahalelere rağmen hipotansiyonu düzelmeyen hastada norepinefrin infüzyonuna geçildi. Bronkospasmı gidermek amacıyla 1 mg/kg İV metilprednizolon ve inhaler salbutamol uygulandı. Elektif operasyon iptal edilerek ekstübe edilen hasta yoğun bakıma devredildi. Yoğun bakımda GKS: 15, ek inotrop gerekmeksizin maske oksijen desteğiyle takip edildi. Kardiyoloji konsültasyonunda ekokardiyografide ejeksiyon fraksiyonu normal, kapak patolojisi saptanmadı. Alerji-immünoloji bölümünce bir ay sonra ilaç alerji testi ve triptaz kontrolü önerildi. Postoperatif dönemde bakılan triptaz düzeyi normal sınırlar içindeydi. Hasta bir gün yoğun bakım yatışı sonrası kadın ve doğum hastalıkları servisine devredildi. Bir ay sonra polikliniğe başvuran hastanın ilaç alerji testlerinde rokuronyum alerjisi doğrulandı. Midazolam, fentanil, lidokain ve propofole karşı alerji saptanmadı. Over kisti nedeniyle Total Abdominal Histerektomi+Unilateral Salpingooferektomi operasyonu için tekrar vakaya alınan hastaya 2 mg midazolam ve 0,5 mcg/kg fentanil ile premedikasyon yapıldı. L3-L4 seviyesinde 25 G spinal iğneyle 16 mg hiperbarik bupivakain ve 25 mcg fentanil ile spinal anestezi sağlandı; ardından T12-L1 seviyesinden epidural kateter yerleştirilen hasta supin pozisyona alındı. Yeterli blok seviyesine ulaşıldığı test edildikten sonra operasyon başlatıldı. Vaka süresince etkin analjezisi ve anestezisi sağlandı. Yaklaşık 90 dakika süren hemodinamik açıdan stabil seyreden operasyon komplikasyonsuz tamamlandı ve hasta kadın ve doğum hastalıkları servisine devredildi. Postoperatif analjezi için %0,125 bupivakain 4 cc/saat epidural infüzyon uygulandı; postop üçüncü günde infüzyon stoplanarak epidural katater uzaklaştırıldı. Servis takiplerinde herhangi bir komplikasyon görülmeyen hasta postop dördüncü günde sıhhatle taburcu edildi.

2. VAKA SUNUMU

Bilinen astım bronşiale ve sistemik lupus eritamozus öyküleri bulunan 44 yaşında kadın hasta, iki yıl önce eksozom tedavisi amacıyla uygulanan sedasyon sonrası tüm vücutta yaygın kızarıklık ve dil ödemi geçirdiği öğrenildi. Sık sık alerjik şikayetleri olan, polen, toz ve parfüm maruziyeti sonrası nefes darlığı, hırıltılı solunum şikayetleri olan hastaya hidrosalfenks ön tanısıyla histeroskopi ve laparoskopi planlanması üzerine preoperatif alerji-immünoloji konsültasyonu istendi. Triptaz düzeyi normal sınırlar içinde bulunan hastanın deri prick testlerinde midazolam, ketamin, fentanyl ve rokuronyuma karşı alerji saptandı. Propofol, lidokain, remifentanil ve bupivakaine karşı alerji saptanmadı. Preoperatif değerlendirmede ASA 3 olarak kabul edilen hastada genel anestezi kararı alındı ve standart monitörizasyonu takiben anestezi indüksiyonunda İV yolla 1 mg/kg lidokain, 3 mg/kg propofol ve 3 mcg/kg remifentanil uygulandı. Çapraz reaktivite endişesi nedeniyle kas gevşetici kullanılmadı. 5 dakika kontrollü ventilasyon sonrası 7,5 numara düz tüple sorunsuz endotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesi %2,5 sevofluran ve 0,15 mcg/kg/dk remifentanil infüzyonuyla sağlandı. Yaklaşık bir saat süren operasyon boyunca hasta hemodinamik olarak stabil seyretti. Postoperatif analjezi için 1 gr IV parasetamol ve 100 mg IV tramadol uygulandı. Ekstübasyon sonrası derlenen hasta kadın ve doğum hastalıkları servisine devredildi ve postop birinci günde sıhhatle taburcu edildi.

TARTIŞMA

Perioperatif anafilaksi, her 10.000–20.000 anestezi uygulamasında bir görülen, hayatı tehdit eden ciddi bir komplikasyondur. İnsidansı 1:6.000 ile 1:20.000 arasında değişmekte olup coğrafi faktörlere göre farklılık göstermektedir (4). Rokuronyum alerjisinin patofizyolojik mekanizması, substitüe amonyum gruplarının IgE aracılıklı mast hücresi degranülasyonunu tetiklemesiyle açıklanmaktadır (7). Bu mekanizma ile histamin, triptaz ve diğer vazoaktif mediatörlerin ani salınımına yol açarak kardiyovasküler kollaps, bronkospazm ve anjioödem gibi klasik anafilaksi bulgularının ortaya çıkmasına neden olur. Klinik tanının yanı sıra serolojik doğrulama da kritik öneme sahiptir. Tanısal değerlendirmede mast hücresi triptazı reaksiyondan 15–180 dakika içinde ölçülmelidir. Ancak vakaların %30'dan fazlasında triptaz düzeyi normal kalabilir (8). Birinci olgumuzda postoperatif dönemde bakılan triptaz değerinin normal sınırlar içinde olması bu nedenle tanıyı dışlamaz. Deri prick testleri ise mediator tükenmesinin yol açabileceği yanlış negatiflik riskini en aza indirmek amacıyla reaksiyondan en az 4–6 hafta sonra yapılmalıdır. Antihistaminikler ve kortikosteroidler deri reaktivitesini baskılayabileceğinden bu ilaçlar testten önce kesilmelidir (9). Birinci olguda protokole uygun biçimde gerçekleştirilen testlerle rokuronyum alerjisi doğrulandı, diğer ajanlar güvenli bulundu. İkinci olguda ise geçmiş sistemik reaksiyon öyküsü preoperatif alerji tetkikleriyle beraber dört ajana (midazolam, ketamin, fentanil, rokuronyum) karşı duyarlılığı ortaya koydu ve olası bir intraoperatif anafilaksi baştan önlendi. Çapraz

reaktivite endişesi nedeniyle kas gevşetici kullanılmadı. NMBA'lar arasındaki çapraz reaktivite %60–85 gibi yüksek oranlarda bildirilmektedir. Rokuronyumun veküronyumla çapraz reaktivite oranı %85 iken sisatrakuryumla bu oran %5–29 saptanmıştır. Bu veriler, NMBA alerjisi saptanan hastalarda nöraksiyel veya rejyonel anestezi yöntemlerinin öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir (10). Öte yandan anafilaksi durumunda Resuscitation Council UK 2024 kılavuzu perioperatif ortamda intravenöz uygulama yolunu önermekte; 50 mcg'lık adrenalin bolus dozların uygulanması ve tekrarlanmasını; dirençli vakalarda infüzyona geçilmesini tavsiye etmektedir (11). Antihistaminikler ve kortikosteroidler kardiyovasküler kolapsı önlemez, ancak ürtiker ve bronkospazm gibi semptomların giderilmesinde yararlıdır (11). İkinci olguda birden fazla anestezik ajan alerjisi varlığında genel anestezinin kas gevşetici kullanılmaksızın propofol, lidokain ve remifentanil kombinasyonuyla güvenle uygulanabildiği görüldü. Her iki olguda da alerji-immünoloji, anesteziyoloji ve kadın hastalıkları ekiplerinin koordineli çalışması hasta güvenliğini doğrudan belirlemiştir.

SONUÇ

Sunulan iki olgu; rokuronyum kaynaklı perioperatif anafilakside erken tanı, uygun akut tedavi ve sistematik alerji değerlendirmesinin hasta güvenliği açısından belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. NMBA alerjisi saptanan hastalarda sonraki anestezi planında şu ilkeler esas alınmalıdır:

- Anafilaksi şüphesinde IV epinefrin gecikmeksizin başlanmalıdır.
- Deri prick testleri reaksiyondan en az 4–6 hafta sonra yapılmalı; triptaz örneklemesi mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilmelidir.
- Çapraz reaktivite riski nedeniyle tüm NMBA'lar deri testiyle taranmalı ve klinik karar bu kapsamlı profile dayandırılmalıdır.
- Nöraksiyel veya rejyonel anestezi ön planda değerlendirilmeli; genel anestezi zorunlu olduğunda NMBA içermeyen güvenli kombinasyonlar tercih edilmelidir.
- Multidisipliner iş birliği ve bireyselleştirilmiş anestezi planlaması bu sürecin vazgeçilmez unsurlarıdır. Kronik alerjik komorbidite taşıyan hastalarda preoperatif değerlendirme standart protokollerle sınırlı kalmamalı; bireyselleştirilmiş ilaç alerji tetkikini de kapsamalıdır.

KAYNAKÇA

1. Appiah-Ankam J, Hunter JM. Pharmacology of neuromuscular blocking drugs. Contin Educ Anaesth Crit Care Pain. 2004;4(1):2-7. https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkh002

2. Raghavendra T. Neuromuscular blocking drugs: discovery and development. J R Soc Med. 2002;95(7):363-367. https://doi.org/10.1258/jrsm.95.7.363

3. Turner PJ, Worm M, Ansotegui IJ et al; WAO Anaphylaxis Committee. Time to revisit the definition and clinical criteria for anaphylaxis? World Allergy Organ J. 2019;12(10):100066. https://doi.org/10.1016/j.waojou.2019.100066

4. Reddy JI, Cooke PJ, van Schalkwyk JM, Hannam JA, Fitzharris P, Mitchell SJ. Anaphylaxis is more common with rocuronium and succinylcholine than with atracurium. Anesthesiology. 2015;122(1):39-45. https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000512

5. Manian DV, Volcheck GW. Perioperative anaphylaxis: evaluation and management. Clin Rev Allergy Immunol. 2022;62(3):383-399. https://doi.org/10.1007/s12016-021-08874-1

6. Takazawa T, Yamaura K, Hara T, et al. Practical guidelines for the response to perioperative anaphylaxis. J Anesth. 2021;35(6):778-793. https://doi.org/10.1007/s00540-021-03005-8

7. Rose M, Fisher M. Rocuronium: high risk for anaphylaxis? Br J Anaesth. 2001;86(5):678-682. https://doi.org/10.1093/bja/86.5.678

8. Harris DE. Rocuronium-induced anaphylaxis in the perioperative period: a clinical review. AORN J. 2024;119:47-58. https://doi.org/10.1002/aorn.14053

9. Orihara M, Takazawa T, Nagumo K, et al. Interpreting the results of early skin tests after perioperative anaphylaxis requires special attention. J Anesth. 2020;34(4):624-629. doi:10.1007/s00540-020-02802-x

10. Molero Díez YB, Sanchis Dux R, Sánchez Tabernero Á et al. Anaphylaxis to neuromuscular blocking agents: cross-reactivity between rocuronium and cisatracurium. Can J Anesth. 2023;70:286-287. doi:10.1007/s12630-022-02375-1

11. Dodd A, Turner PJ, Soar J, Savic L; UK Perioperative Allergy Network. Emergency treatment of perioperative anaphylaxis: Resuscitation Council UK algorithm for anaesthetists. Anaesthesia. 2024;79:535-541. doi:10.1111/anae.16206

ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME ANALİZİ İLE OECD ÜYESİ ÜLKELERİN EKONOMİK GÖSTERGELERE DAYALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Aylin ALKAYA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye (Sorumlu Yazar), ORCID: 0000-0001-5932-5553

Emine ÇİÇEK

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye, ORCID: 0009-0007-2054-1508

Tuğba DEĞERLİ

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye, ORCID: 0009-0002-3765-3243

Özet

Günümüzde ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyi, gelir seviyesi, üretim kapasitesi, yatırım hacmi, istihdam oranları, enflasyon ve dış ticaret gibi ekonomik göstergeler aracılığıyla değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Ekonomik göstergeler bir ülkenin ekonomik durumunu, kaynak kullanım verimliliğini ve sürdürülebilir büyüme potansiyelini değerlendirmek için önemli veriler sunmaktadır. Ülkelerin ekonomi alanında hangi düzeyde olduklarına ilişkin kıyaslamalar yapılması amacıyla ekonomik göstergeler kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üye ülkeleri arasında temel ekonomik göstergeler temelinde karşılaştırmalar yapmak ve OECD üyesi ülkelerin birbirlerine göre göreli konumlarını değerlendirmektir. Ülkelerin göreli konumlarının belirlenmesinde çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden biri olan çok boyutlu ölçekleme analizi uygulanmıştır. 2014 ve 2024 yılları verilerine dayalı analizler yapılmış iki yıl için ülkelerin konumları araştırmanın konusunu oluşturmuştur. 10 yıl içinde bulgularda değişim olup olmadığı incelenmiştir. Araştırmanın yöntemi olarak çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) analizi kullanımına karar verilmiştir. 2014 yılı için ÇBÖ analizi sonucu Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Lüksemburg, İspanya ve Yunanistan'ın diğer ülkelerden uzakta konumlandığı görülmüştür. 2024 yılı için ÇBÖ analizi sonucu Türkiye ve ABD'nin diğer ülkelerden uzakta konumlandığı belirlenmiştir. Her iki yıl için de Türkiye diğer ülkelerden uzakta konumlanmış olup Türkiye'nin ekonomik gösterge değerlerinin düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir. Türkiye'nin ekonomik göstergeler bakımından ayrışmasını azaltabilmesi için enflasyonu düşüren, üretkenliği ve yüksek katma değerli ihracatı artıran yapısal reformlara odaklanması ve başarılı ülkelerin (örneğin Lüksemburg) politika uygulamalarını referans alması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Ekonomik Göstergeler, OECD, Çok Boyutlu Ölçekleme.

EVALUATION OF OECD MEMBER COUNTRIES BASED ON ECONOMIC INDICATORS USING MULTIDIMENSIONAL SCALING ANALYSIS

Abstract

Today, the economic development level of countries is assessed through economic indicators such as income level, production capacity, investment volume, employment rates, inflation, and foreign trade. Economic indicators provide important data for assessing a country's economic condition, resource use efficiency, and sustainable growth potential. Economic indicators are used to make comparisons regarding the economic level of different countries. The aim of the study is to conduct comparisons among member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) based on key economic indicators, and to evaluate the relative locations of these countries with respect to one another. In determining the relative locations of the countries, the application of multidimensional scaling analysis—one of the multivariate statistical analysis techniques—has been carried out. Analyses were conducted using data from 2014 and 2024, and the countries' locations for both years constituted the focus of the study. It was examined whether there

were changes in the findings over the ten-year period. Multidimensional scaling (MDS) was selected as the research method. For the year 2014, the results of the multidimensional scaling analysis showed that Türkiye, the United States, Luxembourg, Spain, and Greece were positioned away from the other countries. For 2024, it was determined that Türkiye and the United States were located farther from the other countries. In both years, Türkiye was positioned far from the other countries, and it was determined that Türkiye's economic indicator values remained at a low level. To reduce Türkiye's divergence in economic indicators, it is recommended that structural reforms focusing on lowering inflation, increasing productivity, and promoting high value-added exports be implemented, and that policy practices of successful countries (e.g., Luxembourg) be taken as reference.

Keywords: Economic Indicators, OECD, Multidimensional Scaling.

Giriş

Ekonomik faaliyetler, bireylerin yaşamlarını sürdürebilmek için gerçekleştirdiği temel eylemler arasında yer alır. Her birey, ihtiyaç duyduğu kaynakları temin etmek zorundadır. Bireyler, ihtiyaçlarını karşılamak için içinde bulundukları toplumun sunduğu imkanlardan yararlanmak ister. Bu çerçevede, toplum içinde ihtiyaç duyulan kaynakların etkin bir şekilde dağıtımını ve erişimini sağlayan bir düzen kurulması gerekmektedir. Bu düzen, ekonomik sistem olarak adlandırılmaktadır. Ekonomik sistem, bireylerin yaşamlarını sürdürebilmesi açısından hayati öneme sahip olup toplumun işleyişinde temel bir yapı olarak kabul edilmektedir (Şahin, 2019: 7).

Dinamik ekonomi ortamında piyasa eğilimlerini kavramak ve gelecekteki performansa ilişkin öngörülerde bulunmak, bireysel yatırımcılardan çok uluslu şirketlere ve kamu otoritelerine kadar tüm paydaşlar için büyük önem taşımaktadır. Bu sürecin merkezinde ise bir ekonominin genel durumu ve yönü hakkında önemli bilgiler sunan ekonomik göstergeler yer almaktadır. Ekonomik göstergelerin incelenmesi, piyasa eğilimlerini anlamak ve gelecekteki performansı öngörmek açısından kritik bir rol oynar ve farklı sektörler ile endüstriler için değerli bilgiler sağlar. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) büyümesinden enflasyon oranlarına kadar uzanan bu göstergeler, ekonomik faaliyetlerin dinamiklerini kavramada ve stratejik karar alma süreçlerini desteklemede başlıca araçlar olarak işlev görür (Zakhidov, 2024: 23-25).

Ekonomik göstergeler, GSYİH büyümesi, işsizlik oranları, tüketici harcama eğilimleri ve enflasyon oranları gibi geniş bir istatistiksel veri setini kapsamaktadır. Ekonomik göstergeler, ekonomik sağlığın birer göstergesi olarak işlev görerek analistlere, politika yapıcılara ve karar alıcılara stratejik planlama ile risk yönetimi süreçlerinde kritik bilgiler sağlamaktadır. Bu göstergeler, ekonomik faaliyetlerin kapsamlı bir anlık görünümünü sunarak ekonominin genel performansının değerlendirilmesine ve ortaya çıkan eğilimler ile kalıpların tespit edilmesine imkân tanır. Hükümetler, sürdürülebilir büyümeyi destekleyen, işsizliği azaltan ve fiyat istikrarını sağlayan politikalar geliştirmek için ekonomik göstergelere güvenir. Göstergelerin analizi sayesinde işletmeler, üretim, yatırım ve büyüme stratejilerini daha bilinçli bir şekilde planlayabilir, yatırımcılar ise piyasa koşullarını değerlendirip kaynaklarını en verimli biçimde yönlendirebilir. Politika yapıcıların ekonomik politikaları ve tüketicilerin mali planlamaları için temel rehberlerdir. Bu göstergeler, tüm paydaşların bilinçli kararlar almasını sağlar (Zakhidov, 2024: 23-26). Ekonomik göstergeler, bir ekonominin işleyişine ve toplumun refah seviyesine dair bilgi sunan değişkenler olarak tanımlanır. Gelir düzeyi, enflasyon oranı, faiz oranları ile üretim ve ticaret göstergeleri bu tür göstergelere örnek olarak verilebilir (Sert, 2024: 1).

Politika yapıcılar, uyguladıkları ekonomik politikalar aracılığıyla çıktı artışını sağlamak, fiyat istikrarını korumak, bütçe dengesini temin etmek ve işsizliği azaltmak gibi hedeflere ulaşmayı amaçlamaktadır. Bu politikaların makroekonomik sonuçları, ileride alınacak kararlar açısından yol gösterici olmaktadır. Ayrıca, iktisadi karar vericiler bu sonuçları dikkate alarak tüketim ve yatırım kararlarını şekillendirmektedir (Belke, 2020: 121). Politika yapıcıların bu hedeflere ulaşmadaki başarısı, ülkelerin ekonomik performans düzeyine doğrudan yansımaktadır. Bu nedenle, ülkelerin ekonomik performansının değerlendirilmesi, ekonomik yapı hakkında değerli bilgiler sunmakta ve böylece ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin karşılaştırmalı olarak sıralanmasına imkân vermektedir (Koşaroğlu, 2021; Aktaran: Kahreman, 2023: 98).

Politika yapıcılar, ekonomik politikaları uygulamadan önce veya uyguladıktan sonra, ülkenin makroekonomik göstergelerini inceleyerek hangi politikaları benimseyeceklerine karar verir ve uygulanan politikaların sonuçlarını yine bu göstergeler üzerinden değerlendirir. Bu açıdan makroekonomik göstergeler, bir ülkenin

performansının analiz edilmesinde büyük önem taşır. Ancak ekonomik performans yalnızca olumlu veya yalnızca olumsuz göstergelere dayanarak değerlendirilirse, politika kararları yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, ele alınan göstergeler objektif bir bakış açısıyla incelenmeli ve ekonomik performansın daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi için göstergeler bir bütün olarak birlikte ele alınmalıdır. (Kahreman, 2023: 116).

Makroekonomik göstergeler -enflasyon, GSYİH büyümesi, kamu açıkları ve işsizlik gibi- ekonomik yönetimde temel bir rol üstlenir. Politika yapıcılar, bu göstergelerden hareketle ekonomilerinin sağlığını analiz ederken vatandaşlar da yöneticilerin performansını bu veriler ışığında değerlendirir (Mügge, 2016: 410). Bir ülkedeki makroekonomik görünüm yatırımcıların karar alma sürecinde, dolayısıyla dış yatırım akışlarının ve doğrudan yabancı yatırımların ülkeye çekilmesinde (Singh, 2012; Enu vd., 2013), sermaye piyasalarının işleyişinde (Pal ve Mittal, 2011; Chowdhury vd., 2013) önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca bu görünüm, ülkenin kredi notu, ülke riski ve özellikle devletin borçlanma maliyetleri (Garcia ve Werner, 2016) gibi pek çok gösterge, süreç ve aşama açısından da belirleyici bir nitelik taşımaktadır (Ela vd., 2018: 130).

Makroekonomik göstergeler, ülkelerin ekonomik kalkınma süreçlerinin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle söz konusu göstergelerin temel belirleyicilerinin analiz edilmesi kaçınılmaz bir gereklilik olarak görülmektedir. Kalkınma ekonomistleri ve politika yapıcılar, gelişmiş ve sağlam bir makroekonomik yapının uzun vadeli yatırımlar için gerekli finansal kaynakların harekete geçirilmesinde kritik bir rol oynadığını ve bu nedenle ekonomik büyümenin temel dayanaklarından biri olarak değerlendirildiğini ifade etmektedir (Kembe ve Onoja, 2017: 5). Makroekonomik göstergeler, gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümenin seyrini takip etmede büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle makroekonomik göstergelerin olası belirleyicilerinin incelenmesi gerekli görülmektedir.

Makroekonomik açıdan diğer ülkelere kıyasla sağlanan üstünlük, öncelikle ülke riskinin düşürülmesi başta olmak üzere daha fazla doğrudan yabancı yatırımın çekilmesi ve sermaye piyasalarında olumlu gelişmelerin yaşanması gibi birçok unsur üzerinde etkili olmaktadır. Öte yandan ülkelerin makroekonomik açıdan kıyaslamaları, büyük ve küçük ekonomiler arasındaki makroekonomik performans farklılıkları gibi pek çok unsuru da açıklamaya yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, ülkelerin makroekonomik göstergeler açısından sıralanması ve derecelendirilmesinin çeşitli araştırmalar ve elde edilecek bulgular için önemli bir temel oluşturacağı düşünülmektedir (Ela vd., 2018: 130).

Gelişmekte olan ülkeler, makroekonomik göstergelerdeki dalgalanmalar nedeniyle istikrarlı bir ekonomik büyüme gerçekleştirmekte güçlük çekmektedir. Bu ülkelerde sıkça karşılaşılan sorunlar arasında para birimlerinin değer kaybetmesi, kişi başına düşen gelirin düşük olması, yatırım ve tasarruf dengesizliği ve büyümeyi sürdürebilmek için dış kaynaklara olan bağımlılık öne çıkmaktadır. Özellikle borsa endeksi, döviz kurları, faiz oranları ve enflasyon gibi göstergeler, bir ülkenin ekonomik gelişimini ve performansını doğrudan etkileyen temel ölçütler olarak kabul edilmektedir (Demirkale ve Özarı, 2020: 23).

Ekonomiyi bütüncül bir bakış açısıyla ele alan makroekonominin kendine özgü değişkenleri bulunmaktadır. Bu değişkenler, aslında birçok mikroekonomik değişkenin toplamını temsil etmektedir. Bir makroekonomik olgunun davranışını yansıtan tüm göstergeler, makroekonomik değişkenler olarak kabul edilir. Genel olarak, makroekonomik değişkenler, bir ülke ekonomisinin ve hatta küresel ekonominin geçmişten günümüze kadar olan durumunu yansıtan temel göstergeler olarak kabul edilir (Ünlü, 2023: 985).

Çalışma kapsamında ekonomik göstergelere dayalı olarak Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi ülkelerin birbirine göre konumlarının araştırılması amaçlanmıştır. OECD üyesi ülkelerin konum incelemelerinde çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinde çok boyutlu ölçekleme analizi (ÇBÖ) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında sırasıyla literatür çalışmalarına, çalışmanın yöntemine, çalışmada ÇBÖ analiziyle OECD ülkelerinin birbirine göre konumlarının incelendiği çalışma bulgularına yer verilmiştir. Çalışma sonuç bölümüyle tamamlanmıştır.

Literatür

Ekonomik göstergelere dayalı ülke kıyaslamalarının yapıldığı araştırmalara yer verilmeye çalışılmıştır. Literatürde farklı yıllara ait farklı ülke grup incelemelerinin olduğu görülebilmektedir. Literatürde yer alan bazı çalışmalara Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1. Ekonomik Göstergelere göre Ülke Karşılaştırmalarının Yapıldığı Çalışmaları

Yazar / Yıl	Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	Kullanılan Yöntem	Temel Bulgular
Yılmaz ve Kaya (2005)	Avrupa Birliği (AB)'ye üye ve aday 28 ülkenin ekonomik performanslarını genişleme perspektifinde incelenmesi	K-Ortalama Kümeleme Analizi	Ülkeler 4 kümeye ayrıldı. Türkiye ve Romanya, AB ortalamasından en uzak olan 3. kümede yer aldığı belirlenmiştir.
Turanlı vd. (2006)	AB üye ve aday ülkelerinin ekonomik göstergelere göre sınıflamaları	Kümeleme Analizi	Avrupa'nın temel iskeleti konumundaki AB-15'in Portekiz ve Yunanistan dışındaki on üç ülkesi aynı kümede sınıflanmıştır.
Erkekoğlu (2007)	Türkiye ile AB üyesi ülkeler sosyo-ekonomik değişkenlere dayalı sınıflamaları incelemek	Kümeleme Analizi	Türkiye, Bulgaristan, Letonya, Romanya, Polonya, Litvanya ülkeleriyle aynı kümede sınıflanmıştır.
Akın ve Turgan (2008)	AB'ye üye olma konusunda en belirleyici ekonomik göstergeleri saptamak	Faktör Analizi, Lojistik Regresyon.	Milli gelir, ihracat ve ithalat gibi 7 göstergenin üyelik için en belirleyici kriterler olduğu saptanmıştır.
Gligor ve Ausloos (2008)	Temel makroekonomik göstergelere dayalı AB ülkelerini sınıflandırmak	Kümeleme Analizi	GSYİH dalgalanmaları açısından yüksek ilişkili bulunan ülkelerin belirli kümelerde sınıflandığı belirlenmiştir.
Özden (2012)	AB üye ve aday ülkelerinin ekonomik göstergeler bakımından performans ölçümü	VIKOR	Performansı en düşük ülke Yunanistan iken performansı en yüksek ülke Lüksemburg olmuştur.
Arıç ve Erkekoğlu (2013)	Makroekonomik göstergelere dayalı AB ülkeleri ve Türkiye'nin sınıflamalarının yapılması	Kümeleme Analizi	Makroekonomik göstergeler bakımından benzerlik gösteren ülkelerin coğrafi konumları açısından da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.
Genç ve Masca (2013)	AB üye ülkeleri ve Türkiye'nin ekonomik göstergeler bakımından performans ölçümü	PROMETHEE, TOPSIS	TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin sıralama sonuçlarının çok yüksek düzeyde benzer olduğu belirlenmiştir.
Kıral ve Esen (2013)	AB üye yirmi yedi ülke ve Türkiye'nin ekonomik göstergelere göre sınıflamaları	Kümeleme Analizi	AB'ye üye ülkelerden bazıları ile Türkiye'nin aynı kümede sınıflandığı belirlenmiştir.
Alptekin (2015)	Sürdürebilir gelişmişlik ölçütlerine göre AB üye ülkeleri ve Türkiye'nin sırlamaları	ENTROPİ, TOPSIS	Sıralamada Hırvatistan son sırada, İsveç ilk sırada belirlenmiştir.
Paksoy (2015)	Türkiye ve Avrupa ülkelerinin insani gelişim ve ekonomik performanslarını karşılaştırılması	VIKOR	İsveç ve Hollanda'nın en yüksek, Türkiye ve Makedonya ise en düşük performansı sergilediği belirlenmiştir.
Turan vd. (2016)	Ortadoğu ülkeleri ve Türkiye'nin siyasi olaylar neticesinde ekonomik benzerliklerinin incelenmesi	K-Ortalama Kümeleme Analizi	Siyasi olayların ekonomik yapıları değiştirdiği, Türkiye ve Mısır'ın çoğu dönemde benzer kümede yer aldığı görülmüştür.
Altay Topçu ve Oralhan (2017)	35 OECD ülkesi için makroekonomik performans ölçümü	ELECTRE, TOPSIS	Birleşik Krallık ve Almanya ilk sıralarda yer alırken Türkiye 30'uncu sırada yer almıştır.
Masca (2017)	AB ülkeleri makroekonomik performans ölçümü	TOPSIS	Performans ölçümünde ilk sırada İsveç, en son sırada Yunanistan yer almıştır.
Sevgin ve Kundakçı (2017)	Ekonomik göstergeler bakımından AB üye ülkeleri ve Türkiye'nin sırlamaları	TOPSIS, MOORA	Yunanistan, Bulgaristan, Hırvatistan, Türkiye ve Slovenya son sıralarda, Danimarka, İsveç ve Lüksemburg ilk üç sırada yer almıştır.
Ela vd. (2018)	Makroekonomik kriterlere göre AB ülkeleri ve Türkiye'nin performanslarının ölçümü	TOPSIS	Polonya, Kıbrıs ve İrlanda performansı en yüksek ülkeler iken Belçika, Avusturya ve Türkiye performansı en düşük ülkeler olarak belirlenmiştir.

Akdamar (2019)	İş gücü piyasası göstergesine dayalı OECD ülkelerinin sınıflamaları	Çok boyutlu ölçekleme analizi	İspanya ve Yunanistan'ın diğer ülkelerden ayrıldığı belirlenmiştir.
Özbek ve Demirkol (2019)	Ekonomik göstergeler bakımından AB ülkeleri ve Türkiye'nin kıyaslamaları	ARAS, COPRAS, Çok Ölçütlü Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, Gri İlişkisel Analiz	Türkiye ile AB üyesi ülkeler ekonomik performansları bakımından azalan düzeyde sırlandığı belirlenmiştir.
Demirkale ve Özarı (2020)	Kırılgan Beşli ülkelerini makroekonomik ve finansal göstergelerle gruplandırılması	K-Ortalamalar Kümeleme	Türkiye ve Brezilya'nın çoğunlukla aynı kümede, diğer üç ülkenin ise ayrı bir grupta olduğu saptanmıştır.
Nenkova ve Kovachevich (2020).	Balkan ülkeleri arasındaki ekonomik gösterge farklılıklarının incelenmesi	Kümeleme Analizi	İki farklı ülke grubu belirlenmiştir. Euro Bölgesi'nin bir parçası olan ülkelerin aynı grupta sınıflandığı görülmüştür.
Oğuz vd. (2020)	AB'ye aday ve potansiyel aday ülkelerin ekonomik performans ölçümlerinin yapılması	TOPSIS	Türkiye performansı en yüksek ülke olarak belirlenmiştir.
Çetin (2021)	Türkiye'deki Düzey-2 bölgelerinin ekonomik göstergelere göre performansını sıralanması	COPRAS, ENTROPİ, CRITIC	İstanbul (TR10) tüm yıllarda 1. sırada yer alırken Doğu ve Güneydoğu bölgeleri son sıralarda kaldığı belirlenmiştir.
Kahreman (2023)	OECD ülkeleri ekonomik performans ölçümü	CRITIC, MABAC	Lüksemburg, İrlanda ve Almanya en iyi performans gösteren ülkeler olurken Kolombiya, Türkiye ve Yunanistan en düşük performans gösteren ülkeler olarak belirlenmiştir.

Yöntem

Çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) analizi, birimler, gözlemler, bireyler, değişkenler veya olaylar arasındaki benzerlik ve farklılıkları dikkate alarak verilerin yapısını grafiksel bir biçimde sunmayı ve böylece verilerin daha anlaşılır ve yorumlanabilir olmasını sağlayan bir istatistiksel analiz tekniğidir (Jaworska ve Anastasova, 2009). ÇBÖ, çok boyutlu veri setlerini, içerdikleri bilgileri koruyarak daha düşük boyutlu bir boyuta taşıyan boyut indirgeme tekniklerinden biridir. ÇBÖ kullanımı, büyük veri setlerini daha basit ve kolay görselleştirilebilir yapılara indirgerken önemli ilişkileri de etkili bir biçimde ortaya koyar (Mugavin, 2008).

ÇBÖ, veri ön işleme, örüntü analizi, görselleştirme, ölçek geliştirme, sibernetik ve konumlandırma gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. ÇBÖ analizinin temelleri, psikoloji ve psikometri alanına dayanmaktadır (France ve Carroll, 2010). Çok boyutlu ölçekleme, ilk olarak 1938 yılında Young ve Hauseholder tarafından ortaya konmuştur. 1958 yılına kadar sınırlı ölçüde incelenen bu yöntem, daha sonra Torgerson ve çalışma arkadaşları tarafından önemli ölçüde geliştirilmiştir (Ustaahmetoğlu, 2005). Torgerson (1952, 1958), çok sayıda veriyi temel ilişki yapılarını koruyarak daha sade ve anlaşılır bir biçimde sunmayı amaçlayan bir yöntemi tanımlamak için ÇBÖ terimini ilk kez kullanmıştır (Mugavin, 2008).

ÇBÖ'nin temel kullanım amacı, veriler için görsel bir temsil oluşturarak verilerin analiz edilmesini ve yorumlanmasını kolaylaştırmaktır. Verilerin daha rahat anlaşılmasını sağlamaktır (Saeed vd., 2018). ÇBÖ, n adet birimin ikili karşılaştırılmasıyla birimler düşük boyutlu bir uzayda n noktadan oluşan bir düzenlemeye dönüştürerek birimler arasındaki ilişkileri görselleştirmek amacıyla kullanılır (Arabic vd., 1987; Young ve Hamer, 1987; Schiffman vd., 1981).

ÇBÖ, keşifsel veri analizi yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde birimler düşük boyutlu bir uzayda noktalar olarak konumlandırılır ve böylece orijinal veri matrisindeki gözlemlenen karmaşıklık, temel bilgiler korunurken genellikle azaltılabilir. Yakınlık örüntülerinin iki veya üç boyutlu temsilleriyle veri yapısı görsel hale getirilebilir (Steyvers, 2002).

ÇBÖ analizi, n sayıdaki birimleri, p sayıdaki değişkenlere göre açıklanan uzaklıklar temelinde k boyutlu bir uzayda (k<p) konumlandırmayı hedefler. Bu süreçte amaç, mümkün olan en az boyut sayısını kullanmaktır, çünkü boyut sayısı arttıkça gözlemlenen birimlerin yorumlanması güçleşir ve uzaklık değerlerine dayalı olarak ortaya çıkan sonuçların anlaşılması zorlaşır (Güt, 2013; Aktaran: Veysikarani, 2023).

Stress, elde edilen bir konumlandırmanın veriyle ne ölçüde uyum sağladığını gösteren temel bir ölçüttür (Akdamar, 2019). Kruskal stress istatistiği, hesaplanan uzaklıklar ile gerçek uzaklıklar arasındaki uyumu ölçer. Bu bağlamda Kruskal'ın stress istatistiği şu şekilde tanımlanır (Tüzüntük, 2009).

Modelin veri ile uyumu, stress istatistiği ve R^2 uyum indeksi değerleri üzerinden değerlendirilir. R^2, uzaklık değerlerine dayalı elde edilen dönüştürülmüş yakınlık değerlerindeki varyansın yüzdesini gösterir. R^2 değerinin 1'e ve Stress istatistiğinin sıfıra yakın değerli olması istenir (Tinsley, 2000).

Bulgular

Çalışmada literatür incelemelerine dayalı olarak belirlenen temel ekonomik göstergeler araştırmanın değişkenleri olarak kullanılmıştır. Araştırma değişkenleri bilgileri ve veri kaynakları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırma değişkenleri

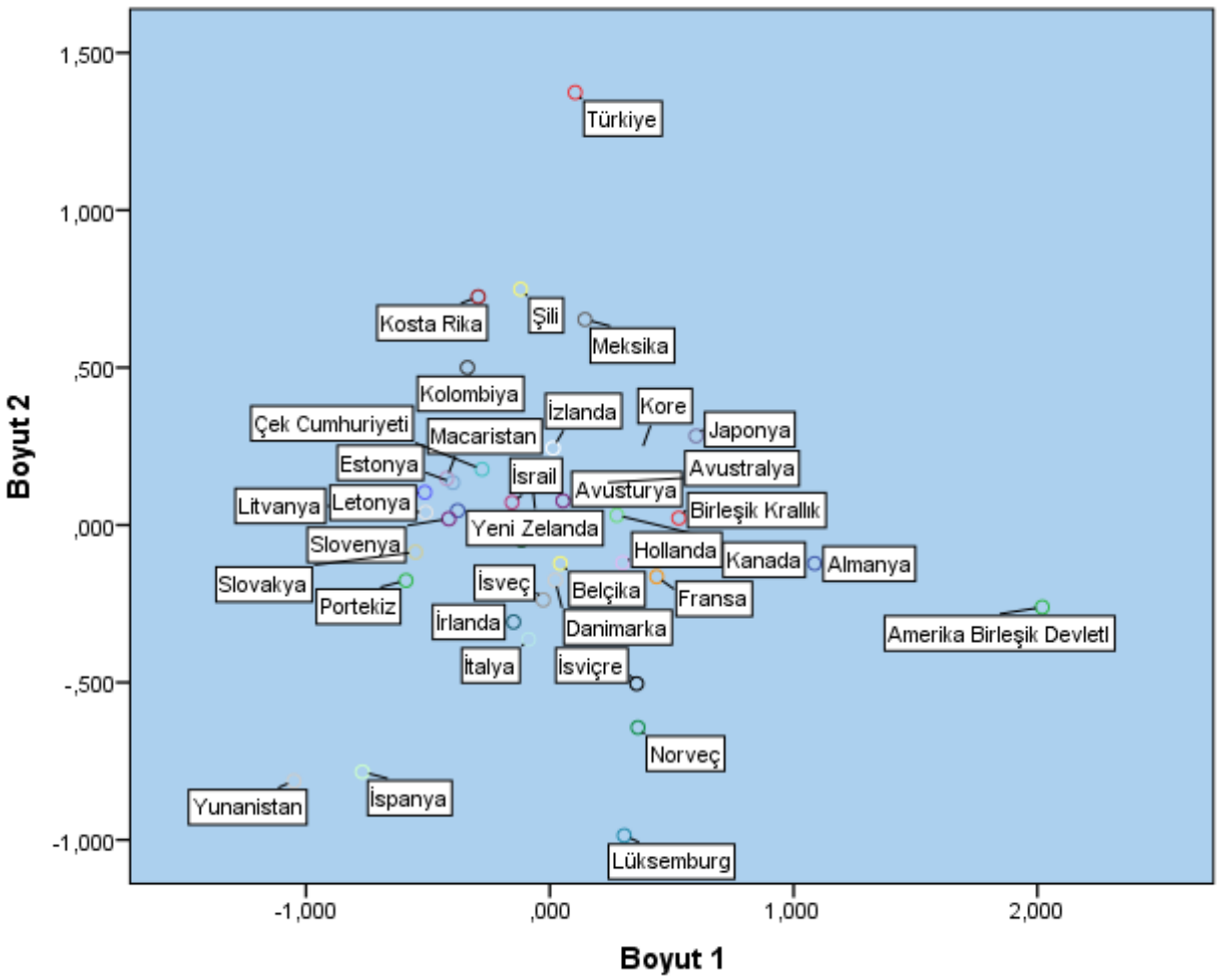
DEĞİŞKEN ADI	DEĞİŞKEN AÇIKLAMASI	VERİ KAYNAĞI
İHRACAT	Mal ve hizmet ihracatı (cari ABD doları)	Dünya Bankası
GSYİH	Kişi başına düşen GSYİH (cari ABD doları)	Dünya Bankası
İTHALAT	Mal ve hizmet ithalatı (cari ABD doları)	Dünya Bankası
ENFLASYON	Enflasyon, tüketici fiyatları (yıllık %)	Dünya Bankası
İŞSİZLİK	İşsizlik oranı toplam, işgücünün %'si	OECD

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

Çok boyutlu ölçekleme analizi uygulaması Euclidean uzaklık ölçüsüne dayalı PROXCAL yapısında gerçekleştirilmiştir. Çok boyutlu ölçekleme analiziyle 2014 ve en güncel yıl verisi olan 2024 yılı temel ekonomik göstergeler verilerine dayalı OECD üyesi ülkelerinin birbirine göre konumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2014 yılı ekonomik göstergeler verilerine dayalı ÇBÖ analizi bulguları

ÇBÖ analizinde verilerin görselleştirilmesinin kaç boyutlu uzayda gerçekleştirileceğine karar verilmesi gereklidir. ÇBÖ analizinde mümkün olan en düşük boyutlu uzayda gösterimlerin yapılması istenilmektedir. Çalışmada 2 boyutlu uzay incelemesinde çözümde S-Stress değeri 0,05379 ve Stress-I değeri 0,14543 olarak belirlenmiştir. S-Stress ve Stress-I değeri 0,20'den daha düşük değerlidir. Dolayısıyla 2 boyutlu uzayda incelemelerin yapılması uygun olmaktadır. Şekil 1'de 2014 yılı için çok boyutlu ölçekleme analiziyle oluşturulan veri görselleştirmesini sunmaktadır. Şekil 1'den 2014 yılı verisine dayalı oluşturulan görsel incelendiğinde ülkelerin büyük çoğunluğunun Boyut 1'in sıfır noktası ile Boyut 2'nin sıfır noktası olan merkeze yakın kümelenmediği belirlenebilmektedir. Merkeze yakın konumlanan ülkelerin benzer özellikler taşıdığı değerlendirmesi yapılmaktadır. Merkeze yakın konumlanan ülkelerin Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkeler olduğu görülmektedir. Şekilden Türkiye, ABD, Lüksemburg, İspanya ve Yunanistan'ın diğer ülkelerden uzakta konumlandığı görülmektedir. ABD'nin genel itibariyle ekonomik göstergelerde iyi seviyede olup özellikle ihracatı en üst seviyededir. Şekil 1'in alt tarafında yer alan ülke gösterge değerleri üstte yer alan ülke göstergelerinden daha iyi seviyededir.



Şekil 1. 2014 yılı verisi için Çok Boyutlu Ölçekleme (Öklid Uzaklık Modeli) ile Ülkelerin İki Boyutta Görselleştirilmesi

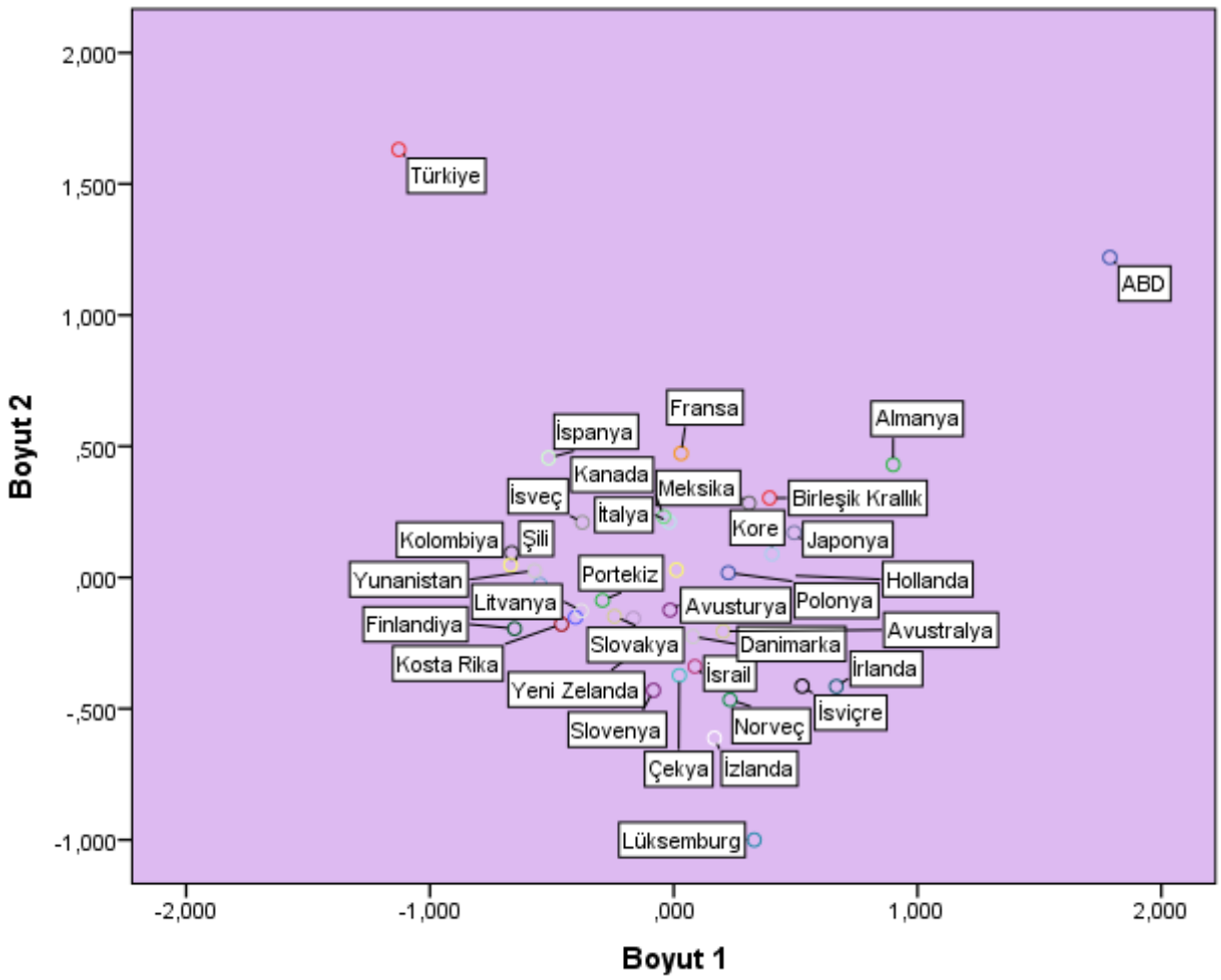
Tablo 3'den 2014 yılı için iki boyutlu uzaydaki ülke koordinatları incelendiğinde Boyut 1 merkeze (sıfır noktasına) en yakın (en küçük değere sahip) ülkeler Danimarka, İzlanda, İsveç'tir. Boyut 2 merkeze en yakın konumlanan ülkeler Kanada, Litvanya, Slovenya'dır. Yakın konumlanan ülkelerin benzer yapıda olduğu değerlendirmesi yapılmaktadır. Boyut 1 merkeze en uzak konumda yer alan (en büyük değere sahip) ülkeler ABD, Yunanistan ve Almanya olmuştur. Boyut 2 merkeze en uzakta konumlanan ülke 1,374 değeriyle Türkiye olmuştur. Boyut 2'ye göre uzakta konumlanan ve işareti eksi olan ülke Lüksemburg olmuştur. Türkiye ile Lüksemburg'un birbirine en az benzeyen ülkeler olduğu değerlendirilebilir.

Tablo 3. 2014 Yılı Verisi için Uyarıcı Koordinatları

ÜLKE	BOYUT 1	BOYUT 2
Avustralya	0,211	0,134
Avusturya	0,054	0,077
Belçika	0,043	-0,122
Kanada	0,275	0,031
Şili	-0,120	0,749
Kolombiya	-0,338	0,500
Kosta Rika	-0,294	0,725
Çek Cumhuriyeti	-0,278	0,177
Danimarka	0,022	-0,175
Estonya	-0,398	0,135
Finlandiya	-0,116	-0,048
Fransa	0,438	-0,164
Almanya	1,086	-0,122
Yunanistan	-1,050	-0,813
Macaristan	-0,423	0,148
İzlanda	0,013	0,244
İrlanda	-0,149	-0,308
İsrail	-0,155	0,072
İtalya	-0,087	-0,363
Japonya	0,600	0,283
Kore	0,374	0,232
Letonya	-0,513	0,104
Litvanya	-0,509	0,040
Lüksemburg	0,305	-0,986
Meksika	0,144	0,653
Hollanda	0,299	-0,120
Yeni Zelanda	-0,074	0,146
Norveç	0,361	-0,643
Polonya	-0,378	0,046
Portekiz	-0,590	-0,176
Slovakya	-0,551	-0,086
Slovenya	-0,414	0,020
İspanya	-0,769	-0,784
İsveç	-0,027	-0,238
İsviçre	0,356	-0,504
Türkiye	0,104	1,374
Birleşik Krallık	0,529	0,022
ABD	2,020	-0,261

2024 yılı ekonomik göstergeler Verilerine Dayalı ÇBÖ Analizi Bulguları

2024 yılı için çalışmada 2 boyutlu uzay incelemesinde ÇBÖ çözümüde S-Stress değeri 0,03779 ve Stress-I değeri 0,15024 olarak belirlenmiştir. S-Stress ve Stress-I değeri 0,20'den daha düşük değerlidir. Dolayısıyla 2 boyutlu uzayda incelemelerin yapılması uygun olmaktadır. Şekil 2'de 2024 yılı için ÇBÖ analizi çözümü sonucu oluşturulan görsel Şekil 2'de sunulmaktadır. Şekil 2 incelendiğinde ülkelerin büyük çoğunluğunun Boyut 1'in sıfır noktası ile Boyut 2'nin sıfır noktası olan merkeze yakın kümelendiği görülmektedir. Şekilden Türkiye ve ABD'nin diğer ülkelerden uzakta konumlandığı görülmektedir. Türkiye OECD üyesi ülkeleri arasında gösterge değerleri düşük seviyede olan bir ülke olup ÇBÖ analizi sonucu uzakta konumlanan ülkelerden biri olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. 2024 yılı verisi için Çok Boyutlu Ölçekleme (Öklid Uzaklık Modeli) ile Ülkelerin İki Boyutta Görselleştirilmesi

2024 yılı ÇBÖ analizi sonucu 2 boyutlu uzay için OECD üyesi ülkeleri için uyarıcı koordinatları hesaplamaları bilgileri Tablo 4'te sunulmuştur. Boyut 1 merkeze (sıfır noktasına) en yakın ülke Belçika, Avusturya ve İtalya olmakla birlikte Avusturya ve İtalya'nın işretleri aynı olup bu iki ülke birbirine daha benzerdir değerlendirmesi yapılabilir. Boyut 2 merkeze en yakın konumlanan ülkeler Polonya ve Belçika'dır. Bu ülkelerin benzer yapıda olduğu belirtilebilir. Boyut 1 merkeze en uzak konumda yer alan ülkeler Türkiye ve ABD olmakla birlikte işaretleri ters yönlüdür. Türkiye ve ABD'nin birbirine en az benzeyen ülkeler olduğu değerlendirmesi yapılabilir. Boyut 2 merkeze en uzak konumda yer alan ülkeler Türkiye, ABD ve Lüksemburg'dur. Lüksemburg için işaret ters yönlü olup Türkiye ve ABD'den farklı özellik gösterdiği değerlendirilebilir.

Tablo 4. 2024 Yılı Verisi için Uyarıcı Koordinatları

ÜLKE	BOYUT 1	BOYUT 2
Avustralya	0,203	-0,205
Avusturya	-0,015	-0,124
Belçika	0,011	0,029
Kanada	-0,041	0,232
İsviçre	0,527	-0,414
Şili	-0,669	0,048
Kolombiya	-0,665	0,094
Kosta Rika	-0,460	-0,178
Çekya	0,023	-0,373
Almanya	0,900	0,430
Danimarka	0,079	-0,225
İspanya	-0,513	0,456
Estonya	-0,548	-0,027
Finlandiya	-0,653	-0,195
Fransa	0,030	0,473
Birleşik Krallık	0,393	0,303
Yunanistan	-0,571	0,026
Macaristan	-0,166	-0,156
İrlanda	0,667	-0,415
İzlanda	0,167	-0,612
İsrail	0,087	-0,339
İtalya	-0,019	0,212
Japonya	0,494	0,171
Kore	0,403	0,090
Litvanya	-0,379	-0,127
Lüksemburg	0,330	-1,000
Letonya	-0,403	-0,152
Meksika	0,309	0,283
Hollanda	0,473	0,008
Norveç	0,231	-0,466
Yeni Zelanda	-0,118	-0,259
Polonya	0,224	0,018
Portekiz	-0,292	-0,087
Slovakya	-0,243	-0,148
Slovenya	-0,083	-0,430
İsveç	-0,375	0,210
Türkiye	-1,128	1,631
ABD	1,789	1,220

Sonuç ve Öneriler

Ülke ekonomilerinin kıyaslamaları yapılarak değerlendirmelerde bulunulmak istenildiğinde ekonomik göstergeler yol gösterici olmaktadır. Ekonomik göstergelerle ülke performanslarının ölçülmesinde önemli bilgiler sağlamaktadır. Araştırma kapsamında OECD üyesi ülkelerin 2014 ve en güncel 2024 yılı ekonomik gösterge verilerine dayalı değerlendirmelerinin yapılması amaçlanmıştır. Birden fazla değişkenin aynı anda incelemeye alınmasına olanak tanıyan çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden ÇBÖ analizi uygulaması yapılmıştır. ÇBÖ analiziyle ülkelerin göreli konumları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. 2014 yılı verisi için ÇBÖ analizi sonucu Türkiye ve Lüksemburg'un boyut 2'ye göre iki ayrı uçta yer aldığı belirlenmiştir. Bu ülkelerin birbirinden farklı özellikler gösterdiği değerlendirmesi yapılabilir. 2014 yılı ÇBÖ analizi sonucu boyut 1'e göre ABD ve Yunanistan iki ayrı tarafta uzakta konumlanan ülkeler olmuştur. 2024 yılı için Türkiye, ABD ve Lüksemburg diğer ülkelerden uzakta konumlanmış olarak belirlenmiştir. 2014 ve 2024 yılları verilerine dayalı ülke konumları incelendiğinde farklı konumlanmaların oluştuğu görülmüştür. Bununla birlikte, her iki yıl için de Türkiye ve ABD ayrı konumlanan ülkeler olarak belirlenmiştir. 2014 ve

2024 yıllarının her ikisi için de Türkiye ile Lüksemburg ayrı uçlarda konumlanmıştır. Türkiye, OECD içinde hem 2014 hem 2024'te çok boyutlu göstergelerde kalıcı biçimde ayrışıyor ve bu ayrışma genelde olumsuz yönde değerlendirilebilir. OECD üyesi ülkeler için Lüksemburg diğer ülkelerden oldukça ayrı konumda belirlenmiştir. Lüksemburg'un ekonomik göstergelerinde oldukça başarılı bir seviyededir. Türkiye ile Lüksemburg'un her iki yılda da zıt uçlarda konumlanması ülkeler arası ekonomik yapı farklılıklarının belirginliğine işaret etmektedir.

ÇBÖ analizi sonuçları ekonomik performansın tek bir göstergeyle açıklanamayacak kadar çok boyutlu olduğunu ortaya koymaktadır. Karşılaştırmalı analizler politika yapım sürecinde önemli bir referans noktası sunmaktadır. Bu doğrultuda, politika tasarım süreçlerinde bütüncül bir yaklaşım benimsenmesiyle birlikte büyüme, istihdam, enflasyon ve gelir dağılımı gibi temel göstergeler birlikte değerlendirilmelidir. Kurumlar arası koordinasyonun artırılması ve politika etkilerinin çok boyutlu analizlerle izlenmesi bu süreci destekleyecektir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'nin ekonomik göstergeler açısından iyi seviyelere sahip OECD ülkelerinden ayrışmasının azaltılması için kısa vadeli politikaların ötesine geçen, yapısal ve sürdürülebilir reformlara ihtiyaç duyulduğu belirtilebilir. 2014 ve 2024 yıllarının her ikisinde de Türkiye ekonomik göstergelerinin değerleri bakımında düşük seviyede olan bir ülke konumundadır. Şili, Kolombiya ve Kosta Rika'nın bazı gösterge değerleri Türkiye'nin göstergelerinden daha olumsuz seviyede olmasına karşın tüm göstergeler dikkate alındığında Türkiye olumsuz göstergelere sahip bir ülke olarak diğer ülkelerden ayrı konumlanmıştır. Türkiye'nin iki farklı yılda da benzer şekilde ayrışması, kısa vadeli değil yapısal bir soruna işaret etmektedir. Türkiye'nin ilerleyen yıllarda daha iyi seviyeler gelmesinde etkin politikalar yürütülmesi, enflasyonu düşürücü, mili geliri ve ihracatı arttırıcı politikalar yürütülmesi gerekli görünmektedir.

Başarılı ülke deneyimlerinin düzenli olarak izlenmesi ve politika tasarım süreçlerine entegre edilmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda, ekonomik istikrar ve yüksek gelir düzeyi açısından başarılı performans sergileyen ülkelerin, örneğin Lüksemburg gibi ekonomilerin uyguladığı politika çerçeveleri, Türkiye için karşılaştırmalı bir referans niteliği taşıyabilir.

Kaynaklar

Akdamar, E. (2019). OECD Ülkelerinin Bazı İş Gücü Piyasası Göstergeleri Kullanılarak Kümeleme Analizi Ve Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle İrdelenmesi. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), 11(20), 50-65.

Akın, Y. K., & Turgan, S. G. (2008). Ülkelerin Ekonomik Göstergelerinin Avrupa Birliğine Üye Olmadaki Etkisinin İstatistiksel Tekniklerle Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(2), 121-140.

Alptekin, N. (2015). Ranking of EU Countries and Turkey in Terms of Sustainable Development Indicators: An Integrated Approach Using Entropy And TOPSIS Methods, The 9th International Days of Statistics and Economics, Prague, September 1012.

Altay Topçu, B., Oralhan, B. (2017). Türkiye ve OECD Ülkeleri'nin temel makroekonomik göstergeler açısından çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırılması. International Journal of Academic Value Studies, 3(14), 260-277.

Arabic, P., Carroll, J.D., DeSarbo, W.S., 1987. Three-Way Scaling and Clustering, Sage University Paper Series on Quantitative Application in the Social Sciences. Sage Publications, Beverly Hills and London.

Arıç, K., & Erkekoğlu, H. (2013). AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Makro Ekonomik Göstergeler Bakımından İstatistiksel Analizi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 14(2), 291-306.

Belke, M. (2020). CRITIC ve MAIRCA yöntemleriyle G7 Ülkelerinin makroekonomik performansinin değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(Temmuz 2020 (Özel Ek)), 120-139.

Çetin, B. (2021). Türkiye'de ekonomik göstergeler açısından düzey 2 bölgelerinin COPRAS yöntemi ile sıralanması (Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi).

Demirkale, Ö., & Özarı, Ç. (2020). K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi İle Temel Makroekonomik Ve Finansal Göstergeler İle Değerlendirilmesi: Kırılgan Beşli Ülkelerinin Örneği. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(1), 22-32.

Ela, M., Doğan, A., & Uçar, O. (2018). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin Makroekonomik Performanslarının TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılması. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 129-143.

Erkekoğlu, H. (2007). AB'ye tam üyelik sürecinde Türkiye'nin üye ülkeler karşısındaki göreli gelişme düzeyi: Çok değişkenli istatistiksel bir analiz. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (14), 28-50.

France, S. L., & Carroll, J. D. (2010). Two-way multidimensional scaling: A review. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 41(5), 644-661.

Genç, T. ve Masca, M. (2013). TOPSIS ve PROMETHEE Yöntemleri ile Elde Edilen Üstünlük Sıralamalarının Bir Uygulama Üzerinden Karşılaştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, 15(2), 539-567.

Gligor, M., & Ausloos, M. (2008). Convergence and cluster structures in EU area according to fluctuations in macroeconomic indices. Journal of Economic Integration, 132(2), 297-330.

Jaworska, N., & Anastasova, A. C. (2009). A review of multidimensional scaling (MDS) and its Utility in various psychological domains. Tutorials in Quantitative Methods for Psychology, 5(1), 1-10.

Jaworska, N., & Chupetlovska-Anastasova, A. (2009). A review of multidimensional scaling (MDS) and its utility in various psychological domains. Tutorials in quantitative methods for psychology.

Kahreman, Y. (2023). OECD Ülkelerinin Ekonomik Performanslarının CRITIC-MABAC Yöntemi ile Ölçülmesi. Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 6(1), 96-122.

Kembe, M. M., & Onoja, A. A. (2017). Cluster Analysis of macroeconomic indices. Journal of Statistics and Mathematical Sciences, 3(1).

Kıral, G. ve Esen, B. (2013), Avrupa Birliği'ne Üye Ülkeler İle Türkiye'nin Ekonomik Özelliklerinin İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi, Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi22(1), 173-188.

Masca, M. (2017). Economic performance evaluation of European union countries by Topsis method. North Economic Review, 1(1), 83-94.

Mugavin, M. E. (2008). Multidimensional scaling: a brief overview. Nursing research, 57(1), 64-68.

Mügge, D. (2016). Studying macroeconomic indicators as powerful ideas. Journal of European Public Policy, 23(3), 410-427.

Nenkova, P., & Kovachevich, M. (2020). Cluster Analysis Application in Exploring Economic Indicators Differences Among Balkan Countries. Economic and Social Development: Book of Proceedings, 291-301.

Oğuz, S., Çetiner, Ö., & Yalçıntaş, D. (2020). Avrupa Birliği'ne Aday ve Potansiyel Aday Ülkelerin Ekonomik Göstergelerinin TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(2), 17-28.

Özbek, A., & Demirkol, İ. (2019). Avrupa Birliği Ülkeleri İle Türkiye'nin Ekonomik Göstergelerinin Karşılaştırılması. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 26(1), 71-91.

Özden, Ü. H. (2012). AB'ye Üye Ülkelerin ve Türkiye'nin Ekonomik Performanslarına Göre VIKOR Yöntemi ile Sıralanması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(21), 455-468.

Paksoy, S. (2015). Ülke göstergelerinin vikor yöntemi ile değerlendirilmesi. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(2), 153-169.

Saeed, N., Nam, H., Haq, M. I. U., & Muhammad Saqib, D. B. (2018). A survey on multidimensional scaling. ACM Computing Surveys (CSUR), 51(3), 1-25.

Schiffman, S.S., Reynolds, M.L., Young, F.W., 1981. Intro- duction to Multidimensional Scaling. Academic Press, New York.

Sert, M. F. (2024). Ekonomik Göstergeler, Bağlı Çevresel Değişkenler Ve Mortalite Nedenleri Arasındaki İlişkinin Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Sevgin, H ve Kundakcı, N. (2017). TOPSIS ve MOORA Yöntemleri ile Avrupa Birliği'ne Üye Olan Ülkelerin ve Türkiye'nin Ekonomik Göstergelere Göre Sıralanması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(3), 87-108.

Steyvers, M. (2002). Multidimensional scaling. Encyclopedia of cognitive science, 1, 1-5.

Şahin, İ. (2019). Türkiye'nin Ekonomik Göstergeleri Doğrultusunda Yükseköğrenim Öğrencilerinin Sorunları Ve Geleceğe Yönelik Beklentileri: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Tinsley H.E. A. (2000). Brown S.D. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling. USA: Academic Press.

Turan, K. K., Özarı, Ç., & Demir, E. (2016). Kümeleme analizi ile Türkiye ve Ortadoğu ülkelerinin ekonomik göstergeler açısından karşılaştırılması. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 8(29), 143-165.

Turanlı, M., Özden, Ü. H. ve Türedi, S. (2006). Avrupa Birliği'ne aday ve üye ülkelerin ekonomik benzerliklerinin kümeleme analiziyle incelenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(9), 95-108.

Tüzüntük, S. (2009). Çok boyutlu ölçekleme analizi: Suç istatistikleri üzerine bir uygulama. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 28(2), 71-91.

Ustaahmetoğlu, E. (2005). Marka Konumlandırmada Çok Boyutlu Ölçekleme Tekniğinin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.

Ünlü, M. (2023). Makroekonomik göstergeler ve BİST enerji endeksi arasındaki ilişkinin incelenmesi: Ampirik bir analiz. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 25(45), 984-997.

Veysikarani, D. (2023). Çok boyutlu ölçekleme analizi ile Avrupa Birliği ülkelerinin ve Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma düzeylerinin karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 14(100. Yıl Özel Sayısı), 173-199.

Yılmaz, Ö., & Kaya, V. (2005). Genişleme Sürecindeki Avrupa Birliği: Ekonomik Performansa Dayali Kümeleme Analizi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(1), 361-376.

Young, F.W., Hamer, R.M., 1987. Multidimensional Scaling: History, Theory, and Applications. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.

Zakhidov, G. (2024). Economic indicators: tools for analyzing market trends and predicting future performance. International Multidisciplinary Journal of Universal Scientific Prospectives, 2(3), 23-29.

KÜMELEME ANALİZİ KULLANILARAK SOSYOEKONOMİK GÖSTERGELERE GÖRE OECD ÜYESİ ÜLKELERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

Aylin ALKAYA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye (Sorumlu Yazar), ORCID: 0000-0001-5932-5553

Emre ÖZBAY

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye, ORCID: 0009-0003-6963-2575

Halil YAVUZ

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye, ORCID: 0009-0004-2322-723X

Yiğit Arslan ERTUNA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Nevşehir-Türkiye, ORCID: 0009-0007-1129-0401

Özet

Sosyoekonomik göstergeler, ülkelerin veya toplumların ekonomi ve sosyal alanlardaki durumunu analiz etmeye olanak sağlamakta ve politika yapıcıların kalkınma stratejileri oluşturulması ve sürdürülebilir ekonomik büyüme stratejileri geliştirmesi açısından yol gösterici bir temel oluşturmaktadır. Ülkelerin sosyoekonomik göstergeler bakımından kıyaslamalarının yapılması önemli görülmektedir. Çalışmada Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) üyesi ülkelerin sosyoekonomik göstergeler bakımından sınıflamalarının yapılması amaçlanmıştır. Sınıflamaların belirlenmesinde çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden kümeleme analizi uygulanmıştır. OECD üyesi ülkeleri için en güncel 2022 yılı sosyoekonomik göstergeler verileri kullanılmıştır. Kümeleme analizi sonucu 10 düzeyinde 5 küme oluştuğu tespit edilmiştir. Kümeleme yapısına göre gelişmekte olan ülkelerin aynı kümede sınıflandığı ve gelişmiş ülkelerin diğer kümelerde gruplandığı belirlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri tek başına bir küme oluşturmuştur. Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye kümeleme analizi sonucu yine gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı kümenin üyesi olarak belirlenmiştir. Sosyoekonomik göstergelerin çoğunda gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı kümenin en olumsuz gösterge ortalama değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Gelişmekte olan ülkeleri içeren kümenin hükümetin eğitime yaptığı toplam harcama düzeyinde üçüncü sırada iyi gösterge ortalama değerine sahip olduğu, doğumda beklenen yaşam süresinde de üçüncü sırada iyi gösterge ortalama değerine sahip olduğu gözlenmiştir. OECD bünyesinde politika deneyimi paylaşımının artırılması ve başarılı uygulamaların ülke koşullarına uyarlanması gelişmekte olan ülkelerin sosyoekonomik performansını iyileştirebilir. Gelişmiş ülkelerin eğitim, sağlık ve istihdam politikalarının incelenerek ülke koşullarına uyarlanması gelişmekte olan ülkelerin performansını iyileştirmede etkili olabilir.

Anahtar kelimeler: Sosyoekonomik Göstergeler, OECD, Kümeleme Analizi.

A COMPARATIVE ASSESSMENT OF OECD MEMBER COUNTRIES ACCORDING TO THE SOCIOECONOMIC INDICATORS USING CLUSTER ANALYSIS

Abstract

Socioeconomic indicators enable the analysis of the economic and social conditions of countries or societies and provide a guiding basis for policymakers in developing development strategies and sustainable economic growth policies. Comparative analysis of countries in terms of socioeconomic indicators is considered important. This study aims to classify member countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) based on their socioeconomic indicators. Cluster analysis, a multivariate statistical

analysis technique, was applied to determine the classifications. The most recent 2022 socioeconomic indicators data for OECD member countries were used. As a result of cluster analysis, five clusters at ten-level grouping were identified. According to the clustering structure, developing countries were grouped within the same cluster, while developed countries were distributed across other clusters. The United States formed a single cluster by itself. Türkiye, as a developing country, was also identified as a member of the cluster comprising developing countries based on the cluster analysis results. It was determined that the cluster comprising developing countries had the most unfavorable average values for most socioeconomic indicators. It was observed that the cluster comprising developing countries ranked third in terms of average values for total government expenditure on education, and also third for life expectancy at birth. Enhancing policy experience sharing within the OECD and adapting successful practices to national conditions may improve the socioeconomic performance of developing countries. Examining and adapting the education, health, and employment policies of developed countries to national contexts can also be effective in improving the performance of developing countries.

Keywords: Socioeconomic Indicators, OECD, Cluster Analysis.

Sosyo-ekonomi kavramı, toplumsal değerler ile ekonomik süreçler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir disiplin olarak literatüre girmiştir (Güler ve Veysikarani, 2022). Kavramsal olarak "sosyo" terimi toplumsal yapı ve etkileşimlere atıfta bulunurken "ekonomik" kavramı finansal süreçler ile kaynakların dağılımına ilişkin boyutları ifade eder (PSD, 2026).

Gelişmişlik düzeyleri, İnsani Gelişmişlik Endeksi, kişi başına milli gelir, nüfus yapısı, bölgesel kaynaklar, gelir dağılımı adaleti, sağlık ve eğitim kalitesi ile bilimsel çalışmaların uluslararası kabulü gibi ölçütlerle belirlenir. Ülkelerin gelişmişliği arttıkça vatandaşlarına sağladıkları refah da genellikle yükselir. Gelişmiş ve uluslararası alanda etkin rol oynayan ülkelerde kişi başına düşen milli gelirin diğer ülkelere kıyasla oldukça yüksek olması bu duruma örnek olarak gösterilebilir (Arı ve Hüyüktepe, 2019). Ülke ekonomilerinin temel hedefleri, yüksek kalkınma hızı yakalamak ve sürekli artan bir gelişmişlik seviyesine ulaşmak olmalıdır. Gelişme kavramı ülke çapında kültürel, siyasal, toplumsal ve benzeri alanlardaki ilerlemeyi içermekte ve bütüncül bir anlayışla ele alınmaktadır (Zorlutuna ve Erilli, 2018).

Sosyo-ekonomik gelişme, ekonomik büyüme olarak özetlenebilecek kişi başına gelir artışının yanı sıra insani ve yapısal ilerlemeyi de kapsayan sosyal değişkenleri içermektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2011). Sosyoekonomik gelişme, ekonomik büyümeyi, insani ve yapısal ilerlemeyi de kapsayan sosyal gelişme ile birlikte ele alınmasını ve kalkınma süreci içinde değerlendirilmesini gerektirir (Kart ve Keser, 2019).

Ekonomik büyüme ve refahın artışı uzun süredir ekonomistler tarafından incelenen bir konudur. Araştırmacılar, refahın belirleyicilerini ve ekonomik büyümenin nedenlerini sorgulayarak çeşitli teoriler geliştirmiştir (Güler ve Veysikarani, 2022). 1960'lı yıllarda kalkınma ve refahın göstergesi olarak kişi başına düşen milli gelir esas alınırken 1980'li yıllardan itibaren bu ölçüte ek olarak parasal olmayan çeşitli unsurlar da değerlendirmeye dahil edilmeye başlanmıştır (Özarı ve Eren, 2018). Güncel teoriler gelir dışında eğitim ve sağlık gibi sosyo-ekonomik faktörlerin refah üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Selim vd., 2014:94; Aktaran: Güler ve Veysikarani, 2022). Bu doğrultuda, sosyo-ekonomik göstergeler gelişmişlik ve refah seviyesinin değerlendirilmesinde önemli bir yer edinmiştir (Ayvaz Kızılgöl ve Kuvat, 2020).

Sosyo-ekonomik göstergeler, bir toplumun, topluluğun veya belirli bir nüfus grubunun refahını, gelişimini ve genel durumunu sosyal ve ekonomik boyutları bir araya getirerek ölçen istatistiksel ölçütlerdir. Bu göstergeler, kalkınma trendlerini izlemek, kamu politikalarının etkinliğini değerlendirmek ve farklı bölgeler veya zaman aralıkları arasında karşılaştırmalar yapmak için gerekli verileri sağlar (PSD, 2026). Ekonomilerin ve bölgelerin yaşam kalitesi ile ekonomik kalkınması işsizlik düzeyi, sağlık ve eğitim hizmetleri, çevresel koşullar ve konut imkanları gibi sosyo-ekonomik göstergelerden doğrudan etkilenir (Majerová, 2019).

Sosyo-ekonomik göstergeler, toplumdaki sosyal uyum, eğitim seviyesi, sağlık durumu, konut şartları ve gelir gibi alanları ölçen istatistiksel verileri içerir. Bu göstergeler, kültürel gelişim süreçlerinin bir yansıması olarak görülür ve bu nedenle kavramsal bir perspektifle ele alınmaları uygundur. Söz konusu göstergeler toplumsal ilerlemeyle bağlantılı olup sosyal değişimleri, politika oluşumlarını ve müdahale stratejilerini belirlemede rehberlik sağlar (Ciferri vd., 2022: 15). Bu göstergeler iki gruba ayrılır: a) Ekonomik göstergeler: Kişi başına GSYİH, işsizlik ve enflasyon gibi verilerle ekonominin durumu ölçülür. b) Sosyal göstergeler: Okuryazarlık,

yaşam beklentisi ve yoksulluk oranı gibi verilerle yaşam kalitesi ve toplumsal refah değerlendirilir (PSD, 2026).

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini artırabilmeleri için hem kısa hem de uzun vadeli planlamalarını ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan sağlam temellere oturtmaları ve aynı zamanda fiziki ile beşerî kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmaları gerekmektedir. Günümüzde, gelişmişlik farklarının ortaya çıkmasıyla birlikte ülkeler sosyo-ekonomik yapıları doğrultusunda gelişmiş, az gelişmiş veya gelişmemiş olarak sınıflandırılmakta ve bu farklılık birçok ülkede önemli bir sorun teşkil etmektedir (Arı ve Hüyüktepe, 2019). Bölgesel gelişimin planlanabilmesi açısından ekonomik ve sosyal nitelikleri kapsayan çeşitli göstergelerin birlikte ele alınarak değerlendirilmesi önemli bir adımdır (Ayvaz Kızılgöl ve Kuvat, 2020).

Çalışma kapsamında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) üyesi ülkelerin ulaşılan en güncel 2022 yılı sosyoekonomik göstergeler bakımından sınıflamalarının yapılması amaçlanmıştır. Ülke sınıflandırmalarının yapılmasında çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden biri olan kümeleme analizi uygulanmıştır. Çalışmanın izleyen bölümlerinde sırasıyla yöntem bölümü, bulgular ve sonuç bölümü yer almaktadır.

Yöntem

Kümeleme analizi, sayısal verileri nesnel biçimde organize etmeye yarayan yöntem ve algoritmaların sistematik çalışmasını temsil eder. Kümeleme analizi, veriye farklı açılardan bakmayı sağlayan ve alternatif modeller geliştirmeye yardımcı olan keşifsel veri analizi sürecinin bir parçası olarak tanımlanabilir (Dubes, 1999).

En temel düzeyde sınıflandırma, belirli özellikler açısından birbirine benzeyen nesneler veya öğeler topluluğuna isim veya kategori atama sürecidir. Başka bir deyişle, benzer öğeleri ortak gruplar altında toplama yeteneğidir (Everitt, 1979). Kümeleme analizinin amacı, durumları ya da gözlemleri benzerliklerine göre homojen gruplar halinde sınıflandırarak grup sayısı veya üyelikleri önceden bilinmeden gruplama yapmaktır. Kümeleme analizi, çeşitli veri setlerinde gizli kalan yapıları ortaya çıkarmada uygun bir istatistiksel araç olarak kullanılabilir (Yim ve Ramdeen, 2015).

Kümeleme analizleri, veri setleri içinde belirgin farklılıklar gösteren alt grupları ortaya çıkarmayı hedefleyen denetimsiz makine öğrenimi yöntemleridir. Bu algoritmalar, herhangi bir ön etiketlemeye ihtiyaç duymadan alt grupların veriye dayalı biçimde belirlenmesine olanak tanır (Dalmaijer vd., 2022). Zaman zaman bu yöntemler, örüntü tanıma veya veri madenciliği alanları altında sınıflandırılır (Stahl ve Sallis, 2012).

Kümeleme analizi, benzer özellikler gösteren veri gruplarını ortaya çıkararak veri setinin boyutunu küçültmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Nardo vd., 2008). Bu süreçte, veri örnekleri kendi içinde benzerlik gösteren kümeler halinde toplanırken farklı kümelerde yer alan örnekler ise belirgin biçimde ayrışan özelliklere sahip olur (Pejić Bach vd., 2020).

Kümeleme analizinin başlangıç aşamasında, gözlem ya da değişkenler arasındaki benzerlik/benzemezlikleri ortaya koyacak bir ölçüt belirlenir. Bu ölçütler arasında Öklid uzaklığı ya da Pearson korelasyonu ölçütleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonrasında, uygulanacak kümeleme tekniği seçilir. Belirlenen tekniğe bağlı olarak uygun kümeleme yöntemi kararlaştırılır. Sürecin son aşamasında ise oluşturulacak küme sayısı belirlenir ve veriler buna göre gruplandırılır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek analiz yorumlanır. Bu aşamalar, veri setindeki yapısal düzeni ve ilişkileri ortaya koymada önemli bir rol oynar (Sharma, 1996; Aktaran: Veysikarani, 2023).

Kümeleme analizinde yaygın yöntemler, hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Hiyerarşik yöntemlerde küme sayısı önceden bilinmez ve yapı dendrogramlarla gösterilmekte olup en yaygın teknik Ward bağlantı yöntemidir. Hiyerarşik olmayan yöntemlerde ise küme sayısı önceden belirlenmekte olup k-ortalama ve medoid kümeleme en sık kullanılan yöntemlerdir (Yılmaz ve Patır, 2011; Aktaran: Maruf vd., 2024).

Kümeleme analizi kapsamında, hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward bağlantı tekniği tercih edilmiştir. Uygulamada Ward yönteminin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Ward yöntemi, kümelerin birleştirilmesinde kullanılan benzerliğin, iki küme arasındaki farkların karelerinin tüm değişkenler boyunca toplamı üzerinden hesaplandığı hiyerarşik bir kümeleme algoritmasıdır. Bu yöntem, grup içi varyansı minimize etmeyi hedeflediğinden genellikle birbirine yakın büyüklükte kümeler oluşturma eğilimi gösterir (Hair vd., 2014).

Bulgular

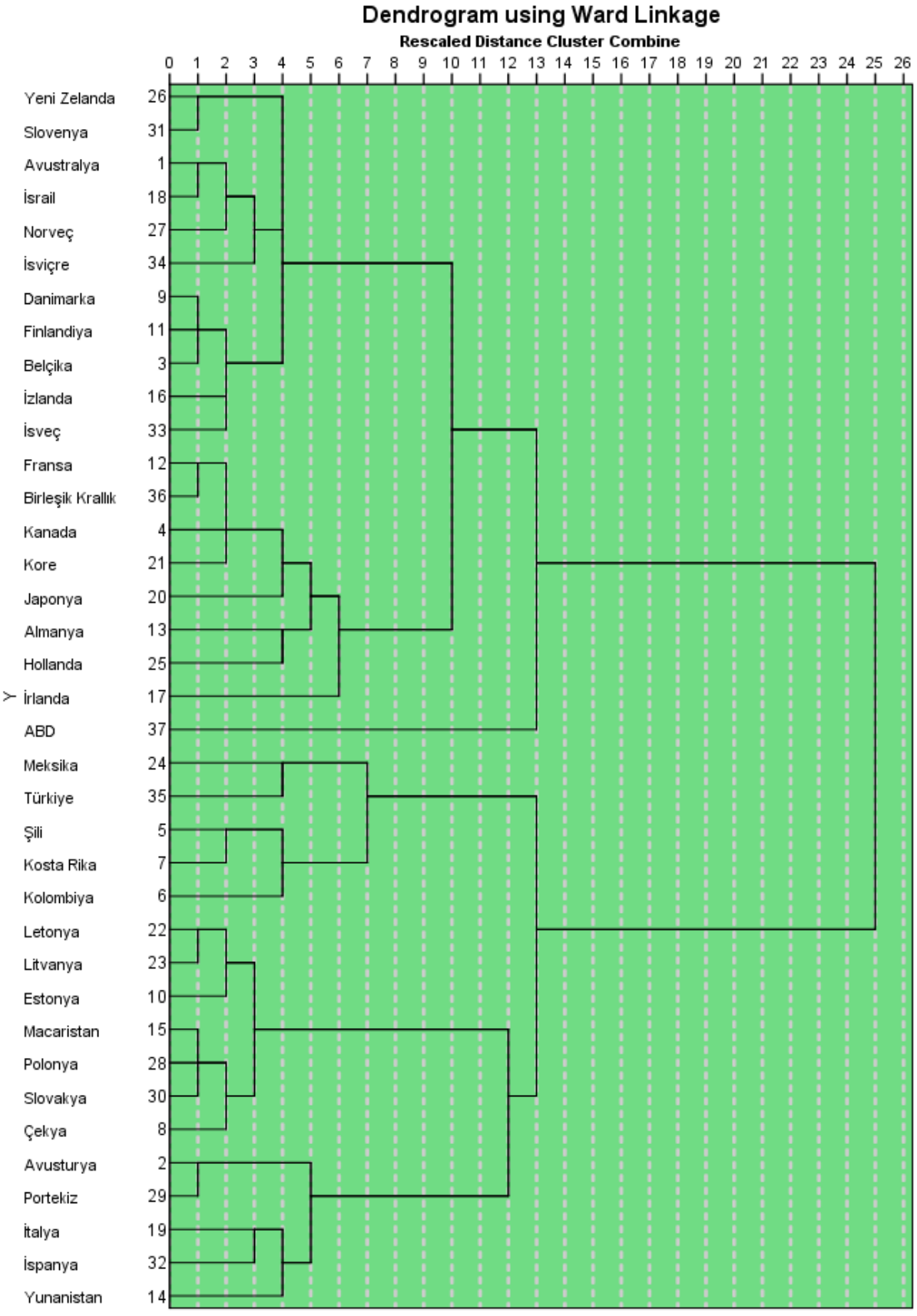
Çalışmada literatür incelemelerine dayalı olarak belirlenen temel sosyoekonomik göstergeler araştırmanın değişkenleri olarak kullanılmıştır. Dünya Bankası ve OECD veri tabanlarından en güncel olan 2022 yılı verileri üzerinden incelemeler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Çalışma değişkenleri, değişken açıklamaları ve değişken veri kaynakları

DEĞİŞKEN ADI	DEĞİŞKEN AÇIKLAMASI	VERİ KAYNAĞI
İHRACAT	Mal ve hizmet ihracatı (cari ABD doları)	Dünya Bankası
GSYİH	Kişi başına düşen GSYİH (cari ABD doları)	Dünya Bankası
EĞİTİM	Hükümetin eğitime yaptığı toplam harcama (% GSYİH)	Dünya Bankası
SAĞLIK	Sağlık harcamaları (GSYİH'nin yüzdesi)	OECD
İTHALAT	Mal ve hizmet ithalatı (cari ABD doları)	Dünya Bankası
BEBEK	Bebek ölüm oranı	OECD
İŞGÜCÜ	İşgücüne katılım oranı	OECD
DBYS	Doğumda beklenen yaşam süresi	OECD
DOKTOR	Hekim sayısı (1.000 kişi başına)	Dünya Bankası
YÜKSEK	Yükseköğretim mezunu nüfus	OECD
İŞSİZLİK	İşsizlik oranı toplam, işgücünün %'si	OECD
YOKSULLUK	Yoksulluk oranı toplam, nüfusun %'si	OECD

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

2022 yılı sosyoekonomik göstergeler verilerine dayalı olarak OECD üyesi ülkelerin sınıflamalarının yapılması amacıyla kümeleme analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizinde en yaygın kullanılan Ward yöntemi uygulanmış ve uzaklık ölçüsü olarak yine literatürde en yaygın kullanımı bulunan Eucledian uzaklık ölçüsü kullanılmıştır. Değişken ölçüm düzeyleri farklı olduğu için değişkenlerde standartlaştırma yapıldıktan sonra kümeleme analizi uygulanmıştır. Kümeleme analizi sonucu belirlenen dendogram grafiği Şekil 1'de sunulmaktadır. Dendogram incelendiğinde genel itibariyle 10 düzeyinde 5 küme olduğu belirlenmiştir. Kümeleme analizi bulguları 5 küme olması üzerine değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 1. Kümeleme analizi sonucu belirlenen dendogram grafiği

Küme sayısı 5 olarak belirlendiği durumda kümeleme analizi sonucu ülkelerin küme üyelikleri Tablo 2'de sunulmuştur. ABD'nin tek başına bir kümede sınıflandığı görülmektedir. Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Meksika ve Türkiye'nin üçüncü kümede sınıflandığı görülmektedir. Üçüncü kümede sınıflanan ülkeler gelişmekte olan ülkeler grubunda yer almaktadır. Gelişmiş ülkelerin üçüncü küme dışındaki diğer kümelerde sınıflandığı Tablo 2'den görülmektedir. Dünya Bankası sınıflamasına göre OECD üyesi ülkelerinden Kolombiya, Meksika ve Türkiye üst orta gelir grubunda, diğer ülkeler ise yüksek gelir grubunda yer alan ülkelerdir. 3. kümedeki ülkeler GSYİH sıralamasına göre diğer ülkelere kıyasla düşük seviyededir.

Tablo 2. Kümeleme analizi sonucu 5 küme sınıflaması

1. KÜME	2. KÜME	3. KÜME	4. KÜME	5. KÜME
Avustralya	Avusturya	Şili	Çekya	ABD
Belçika	Yunanistan	Kolombiya	Estonya	
Kanada	İtalya	Kosta Rika	Macaristan	
Danimarka	Portekiz	Meksika	Letonya	
Finlandiya	İspanya	Türkiye	Litvanya	
Fransa			Polonya	
Almanya			Slovakya	
İzlanda				
İrlanda				
İsrail				
Japonya				
Kore				
Hollanda				
Yeni Zelanda				
Norveç				
Slovenya				
İsveç				
İsviçre				
Birleşik Krallık				

Tablo 3'te kümeleme analizi sonucu belirlenen yığılma (agglomeration) çizelgesine yer verilmiştir. Yığılma çizelgesinden sınıflandırmanın ilk aşamasında 26: Yeni Zelanda ve 31: Slovenya ülkelerinin birleştirildiği değerlendirilmesi yapılır. Euclidean uzaklığı en küçük olan değer ilk aşamada birleştirilen katsayıdır. En benzer iki ülkenin Yeni Zelanda ve Slovenya olduğu söylenebilir. İkinci aşamada 15: Macaristan ve 28: Polonya birleştirilmiş olup bu iki ülkenin birbirine en benzer iki ülke olduğu değerlendirilmesi yapılabilir.

Tablo 3. Yığılma çizelgesi

Aşama	Birleştirilen küme		Katsayılar (Euclidean uzaklığı)
	Küme 1	Küme 2	
1	26	31	0,498
2	15	28	1,215
3	9	11	1,946
4	22	23	2,720
5	1	18	3,555
6	15	30	4,432
7	12	36	5,321
8	2	29	6,215
9	3	9	7,120
10	10	22	8,073
11	1	27	9,072
12	8	15	10,148
13	16	33	11,228
14	4	12	12,365
15	4	21	13,686
16	3	16	15,029
17	5	7	16,392
18	1	34	17,903
19	19	32	19,503
20	8	10	21,211
21	14	19	23,039
22	4	20	24,876
23	1	26	26,746
24	13	25	28,665
25	24	35	30,588
26	5	6	32,528
27	1	3	34,518
28	2	14	36,772
29	4	13	39,285
30	4	17	42,134
31	5	24	45,328
32	1	4	50,037
33	2	8	55,591
34	1	37	61,439
35	2	5	67,571
36	1	2	78,908

Araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan değişkenlere dayalı kümelerin ortalama değerleri incelenmiştir. Tablo 4'te kişi başına düşen GSYİH ortalama bilgileri incelendiğinde en düşük değer sahip küme 3. Küme olup en yüksek değer 5. Kümeye aittir. 5. kümede ABD ülkesi yer almaktadır.

Tablo 4. Kişi başına düşen GSYİH (ABD doları) ortalama değerleri

KÜME	n	Ortalama
1	19	61892,31384
2	5	37579,87575
3	5	14658,94969
4	7	27204,76186
5	1	84534,04078
Toplam	37	46273,39092

Tablo 5'te ihracat ortalama değerleri kümeler için yer almaktadır. En düşük ihracat ortalama değeri 3. kümeye ait olup en yüksek ihracat ortalama değeri 5. kümede yer alan ABD ülkesine aittir.

Tablo 5. İhracat küme ortalama değerleri (ABD doları)

KÜME	n	Ortalama
1	19	601375732400
2	5	392481800000
3	5	254315802900
4	7	161478606800
5	1	3193500000000
Toplam	37	513080464300

Tablo 6'da ithalat ortalama değerleri kümeler için yer almaktadır. En düşük ithalat ortalama değeri 3. kümeye ait olup en yüksek ihracat ortalama değeri ABD ülkesine aittir.

Tablo 6. Küme ithalat ortalama değerleri

KÜME	n	Ortalama
1	19	557766741800
2	5	366690400000
3	5	257824173800
4	7	151276412200
5	1	4103100000000
Toplam	37	510329077000

İşgücüne katılım oranları verileri ortalama değerleri Tablo 7'den incelendiğinde en yüksek en olumlu değerin dördüncü kümeye ve en düşük en olumsuz değerin üçüncü kümeye ait olduğu belirlenmektedir.

Tablo 7. İşgücüne katılım oranı için küme ortalamaları

KÜME	n	Ortalama
1	19	83,75605
2	5	79,80400
3	5	73,02360
4	7	85,01057
5	1	78,14000
Toplam	37	81,85722

Tablo 8'den işsizlik oranları ortalama verileri değerlendirildiğinde en yüksek dolayısıyla en olumsuz değerin üçüncü kümeye ve en düşük dolayısıyla en iyi değerin beşinci kümeye ait olduğu görülmektedir.

Tablo 8. İşsizlik oranı için küme ortalamaları

KÜME	n	Ortalama
1	19	4,37360
2	5	8,90000
3	5	9,01446
4	7	4,78095
5	1	3,65000
Toplam	37	5,66993

Tablo 9 incelendiğinde eğitime GSYİH'dan ayrılan pay için ortalama değerinin en düşük olduğu küme 2. küme ve en yüksek olan küme 1. kümedir. 2. kümede Avusturya, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve İspanya ülkeleri yer almaktadır.

Tablo 9. Hükümetin eğitime yaptığı harcama (% GSYİH) küme ortalama değerleri

KÜME	n	Ortalama
1	19	5,48
2	5	4,37
3	5	4,71
4	7	4,41
5	1	5,42
Toplam	37	5,02

Sağlık harcamaları oranları ortalama değerleri Tablo 10'dan incelendiğinde en düşük ortalama değerinin üçüncü kümeye ve en yüksek ortalama değerinin beşinci kümeye ait olduğu görülmektedir. Burada da ABD en iyi değere sahip ülke olarak belirlenmiştir.

Tablo 10. Sağlık harcamaları (GSYİH'nin yüzdesi) küme ortalamaları

KÜME	n	Ortalama
1	19	10,02
2	5	9,75
3	5	6,8
4	7	7,37
5	1	16,53
Toplam	37	9,23

Tablo 11'da bebek ölüm oranları ve hekim sayısı bilgileri birlikte yer almıştır. Ortalama değerleri değerlendirildiğinde bebek ölüm oranları ve hekim sayısı için en iyi ortalama değerlerinin ikinci küme ve en olumsuz değerlerin üçüncü kümeye ait olduğu belirlenebilmektedir.

Tablo 11. Bebek ölüm oranları ve Hekim sayısı (1.000 kişi başına) ortalamaları

GÖSTERGE	KÜME	n	Ortalama
Bebek ölüm oranı	1	19	3,42
	2	5	2,74
	3	5	8,90
	4	7	3,057
	5	1	5,60
	Toplam	37	4,059
Hekim sayısı (1.000 kişi başına)	1	19	3,733
	2	5	5,269
	3	5	2,63
	4	7	3,75
	5	1	3,68
	Toplam	37	3,79

Tablo 12'den en yüksek dolayısıyla en olumlu gösterge ortalama doğumda beklenen yaşam süresi değerinin birinci kümeye ve en düşük dolayısıyla en olumsuz gösterge ortalama doğumda beklenen yaşam süresi değerinin beşinci kümede yer alan ABD ülkesine ait olduğu belirlenmektedir.

Tablo 12. Doğumda beklenen yaşam süresi ortalamaları

KÜME	n	Ortalama
1	19	82,17
2	5	82,00
3	5	78,30
4	7	76,80
5	1	77,50
Toplam	37	80,48

Yükseköğretim mezunu nüfus oranı ortalamaları Tablo 13'den değerlendirmeye alındığında en yüksek ortalama değerinin ABD ülkesine ait olduğu en düşük ortalama değerinin Türkiye'nin de içinde sınıflandığı üçüncü kümeye ait olduğu görülmektedir.

Tablo 13. Yükseköğretim mezunu nüfus oranı ortalamaları

KÜME	n	Ortalama
1	19	46,98
2	5	32,31
3	5	26,43
4	7	35,33
5	1	50,01
Toplam	37	40,10

Sonuç ve Öneriler

Uluslararası araştırmalarda, sosyoekonomik göstergeler, ülkelerin ve bölgelerin karşılaştırılmasında temel göstergeler olarak ele alınmaktadır. Dünya genelinde farklı bölgeler ve ülkeler arasında sosyoekonomik gelişmişlik seviyelerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmektedir. Bu farklılıklar, ekonomik kaynak dağılımı, eğitim ve sağlık hizmetlerine erişim gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Farklılıkların incelenmesi üzerine ehemmiyetle durulan literatür çalışmaları arasında yer almaktadır.

Çalışma kapsamında sosyoekonomik göstergeler bakımından OECD üyesi ülkelerin ne yönde sınıflamalar oluşturduğu araştırılması amaçlanmıştır. Ülke sınıflamalarının belirlenmesinde kümeleme analizi yöntemi kullanılmıştır. OECD üyesi ülkeleri için en güncel 2022 yılı sosyoekonomik gösterge verileri üzerinden incelemeler gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi sonucu 5 küme üzerinden değerlendirilmelerde bulunulmuştur. Ülke kümelenmeleri incelendiğinde ABD'nin tek başına ayrı bir kümede yer aldığı, gelişmekte olan ülkelerin bir kümede sınıflandığı ve gelişmiş ülkeler olan diğer ülkelerin üç kümede sınıflandığı belirlenmiştir. Birbirine en çok benzeyen ülkelerin Yeni Zelanda ve Slovenya olduğu belirlenmiştir.

Kümeleme analizi sonucu oluşturulan kümeler için araştırma değişkenlerine ilişkin ortalama değerleri incelemeye alınmıştır. GSYİH, ihracat, ithalat, sağlık harcamaları, yükseköğretim mezunu nüfus oranı ve işsizlik oranları ortalamaları için en iyi değerlere sahip kümenin ABD'nin tek başına sınıflandığı kümeye ait olduğu ve en olumsuz değerlerin üçüncü kümede sınıflanan Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Meksika ve Türkiye'ye ait olduğu görülmüştür. Eğitime GSYİH'dan ayrılan pay için ortalama değerinin en düşük olduğu küme Avusturya, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve İspanya ülkelerin sınıflandığı küme olmuştur. Eğitim göstergesi için en yüksek ortalama değerinin ait olduğu küme birinci küme olmuştur. İşgücüne katılım oranları ortalama değeri en yüksek olan Çekya, Estonya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya ve Slovakya ülkelerinin olduğu küme en düşük olan Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Meksika ve Türkiye ülkelerinin olduğu kümedir. Bebek ölüm oranları ve hekim sayısı ortalama verileri üzerinden değerlendirmelerde bulunulduğunda en iyi değerlerin Avusturya, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve İspanya ülkelerin sınıflandığı küme ve en olumsuz değerlerin Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Meksika ve Türkiye ülkelerinin sınıflandığı küme olduğu tespit edilmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler için gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmak bir hedeftir. Hedefe ulaşmada ülke refahını sağlayacak adımlar atılması gerekmektedir. Ülkelerin refah düzeyini üst seviyeler çıkarabilmek için sosyoekonomik göstergelerde iyileştirmeler yapılması önemli görülmektedir. Gelişmiş ülkelerin sosyoekonomik göstergelerinin iyi seviyede olduğu belirlenebilmektedir. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerin ülke

politikalarının değerlendirilerek bu ülkelerdeki uygulamaların gelişmekte olan ülkeler tarafından uygulamaya konulması bir amaç olmalıdır.

Sosyoekonomik göstergelerde düşük performans sergileyen ülkelerin, özellikle eğitim, sağlık ve istihdam alanlarında hedef odaklı reformlara öncelik vermesi gerekmektedir. Bu kapsamda, eğitime ayrılan kamu kaynaklarının artırılması, nitelikli iş gücünü destekleyecek yükseköğretim politikalarının geliştirilmesi ve işgücüne katılımı artırıcı aktif istihdam politikalarının uygulanması önem arz etmektedir. Sağlık göstergelerinde geri kalan ülkeler için sağlık altyapısının güçlendirilmesi, hekim sayısının artırılması ve temel sağlık hizmetlerine erişimin yaygınlaştırılması öncelikli politika alanları arasında yer almalıdır. Dış ticaret ve ekonomik büyüme göstergelerinde iyileşme sağlanabilmesi için üretim yapısının katma değeri yüksek sektörlere kaydırılması ve ihracat odaklı büyüme stratejilerinin benimsenmesi gerekmektedir.

OECD bünyesinde ülkeler arası politika deneyimi paylaşımının artırılması başarılı uygulamaların yaygınlaştırılması açısından önemli bir girişim olacaktır. Gelişmiş ülkelerin eğitim, sağlık ve istihdam politikalarının incelenerek ülke koşullarına uyarlanması gelişmekte olan ülkelerin performansını iyileştirmede etkili olabilir.

Kaynaklar

Arı, E., & Hüyüktepe, B. (2019). Sosyo-ekonomik göstergeler için çok değişkenli veri analizi: Türkiye için ampirik bir uygulama. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *11*(1), 7-20.

Ayvaz Kızılgöl, Ö., & Kuvat, Ö. (2020). Sosyo-ekonomik göstergelere göre Türkiye'de düzey 1 bölgelerinin çok boyutlu ölçekleme analizi ile incelenmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(22), 113-136.

Ciferri, A., Soldi, A., & Bongianni, C. (2022). Role of socio-economic indicators in development and education. *Journal of Education and Development*, p15-p15.

Dalmaijer, E. S., Nord, C. L., & Astle, D. E. (2022). Statistical power for cluster analysis. *BMC bioinformatics*, *23*(1), 205.

Dubes, R. C. (1999). Cluster analysis and related issues. In *Handbook of pattern recognition and computer vision* (pp. 3-32).

Everitt, B. S. (1979). Unresolved problems in cluster analysis. *Biometrics*, 169-181.

Güler, E. Ö., & Veysikarani, D. (2022). Sosyo-ekonomik göstergeler ve PISA skorlarına göre ülkelerin sınıflandırılması: OECD örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *15*(3), 506-522.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). Multivariate data analysis. USA: Pearson Education Limited.

Kalkınma Bakanlığı (2011). İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2011). https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Illerin_ve-Bolgelerin_Sosyo-Ekonomik_Gelismislik_Siralamasi_Arastirmasi-SEGE-2011.pdf

Kart, R. B., & Keser, İ. K. (2019). Türkiye'deki İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi ve Yerel Seçim Oy Dağılımlarının Karşılaştırılması. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *23*(1), 25-52.

Majerová, I. (2019). Socio-economic development and its impact on health personnel in regions of Visegrad Group Plus countries. *Review of Economic Perspectives*, *19*(1), 3-24.

Maruf, M., Aydın A., Gündoğmuş, B. (2024). Kümeleme Analizi İle İllerin Milli Görüş Partilerinin Aldiklari Oy Oranlarina Göre Siniflandirilmasi Ve Son Yirmi Yilda Yaşanan Değişimin Analizi. *Journal of History School,* 73, 3971- 3988.

Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S., Hoffmann, A., Giovannini, E. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*; OECD: Paris, France,

Özarı, Ç. ve Eren, Ö. (2018). İllerin Yaşam Endeksi Göstergelerinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve K-ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 20 (2): 303-313.

Pejić Bach, M., Bertoncel, T., Meško, M., Suša Vugec, D., & Ivančić, L. (2020). Big data usage in european countries: Cluster analysis approach. *Data*, *5*(1), 25.

PSD (2026). Pollution Sustainability Directory. Socioeconomic Indicators. https://pollution.sustainability-directory.com/term/socioeconomic-indicators/

Stahl, D., & Sallis, H. (2012). Model-based cluster analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, *4*(4), 341-358.

Veysikarani, D. (2023). Kümeleme ve Diskriminant Analizi ile Çevresel Performans ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endekslerinin İlişkisinin İncelenmesi. İçinde Sosyal Bilimlerde Akademik Araştırma ve Değerlendirmeler-IV Y. Bozgeyik (Ed.), 97-124.

Yim, O., & Ramdeen, K. T. (2015). Hierarchical cluster analysis: comparison of three linkage measures and application to psychological data. *The quantitative methods for psychology*, *11*(1), 8-21.

Zorlutuna, Ş., & Erilli, N. A. (2018). Sosyo-ekonomik verilere göre illerin bulanık c-ortalamalar yöntemi ile sınıflandırılması: 2002-2008-2013 dönemleri karşılaştırması. *İktisadi Yenilik Dergisi*, *5*(2), 13-31.

FUZZY TOPSIS-BASED PRIORITISATION OF DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS IN PARTICIPATION BANKING: A MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS UNDER UNCERTAINTY

Mahmut Emin SARIKAYA[1]

[1] İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Business and Management Sciences, Department of Business, Istanbul, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1392-6151

Dogan SENGUL[2]

[2] İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Software Engineering, Istanbul, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2285-3907

Abstract

Decision-making in participation banking is complex because of Advisory Board oversight, regulatory rules and limited data. This study proposes a Fuzzy TOPSIS model to rank project management priorities and digital transformation initiatives in Türkiye's participation banking sector, under uncertainty. It builds on our earlier work in project management in participation banking. The proposed model uses triangular fuzzy numbers. The first application prioritises two project plans called Fin-Advisor AI and Cyber Resilience Modernisation against nine criteria taken from SWOT and PESTLE dimensions. The second application benchmarks Turkish participation banks on eight project management maturity dimensions, using publicly available documentary indicators. The applications are based solely on publicly available sectoral, regulatory, and institutional documents, and on literature-informed illustrative fuzzy ratings. The vertex method computes distances to the fuzzy positive and negative ideal solutions. The results show that *Cyber Resilience Modernisation* is only slightly preferred over the *Fin-Advisor AI* project. A sensitivity analysis shows that the direction of the result is stable, although the margins stay narrow. The model offers a sector-specific MCDM framework that can be used for interest-free banking decisions under uncertainty.

Keywords: Fuzzy TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making, Participation Banking, Digital Transformation, Project Prioritisation, Triangular Fuzzy Numbers.

1. Introduction and Industry Overview

Participation banks operate under interest-free principles and form a separate segment of the Turkish financial system. In 2020 Türkiye's banking sector had 47 active banks with more than 10,422 branches (Kilic, 2020). Within this system, participation banks (katılım bankaları) collect funds through profit-and-loss sharing accounts and use them in mudaraba, murabaha and ijara instruments (Bulut & Er, 2012). In recent years, three public participation banks (PBANK D, PBANK E and PBANK F) were launched alongside the three older private participation banks (PBANK A, PBANK B and PBANK C). Note: in this paper the six Turkish participation banks are anonymised and reported as PBANK A, PBANK B, PBANK C, PBANK D, PBANK E and PBANK F; the mapping is kept by the authors and is not disclosed here. After these launches the sector entered a period of fast digital change. At the same time, it is still controlled by the Advisory Board (Danışma Kurulu), which checks interest-free compliance.

Decisions about project prioritisation, technology adoption and bank benchmarking in this sector carry a lot of uncertainty. Practitioners often speak in linguistic terms rather than numeric terms ("high impact", "moderate feasibility", "very important"). Expert panels are small and judgments are strongly shaped by interest-free compliance rules. Classical decision-making methods assume crisp data, so they do not fit well in this context. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, and in particular Fuzzy TOPSIS, close this gap by turning linguistic terms into triangular fuzzy numbers and then combining them into a defensible ranking (Chen, 2000).

This paper extends our earlier qualitative work on digital transformation in Turkish participation banking by proposing a Fuzzy TOPSIS framework. The research questions are: (1) How can the qualitative themes from project-managers be turned into a structured MCDM problem under uncertainty? (2) Which of the two

proposed digital transformation project plans (Fin-Advisor AI vs. Cyber Resilience Modernisation) should be prioritised when expert judgments are linguistic rather than numeric? (3) How do the six Turkish participation banks rank against each other on a multi-dimensional project management maturity scale, and how stable are these rankings when the weights are changed?

2. Value Chain and Input-Output Relationships

In participation banking the financial-intermediation value chain runs from deposit collection through profit-and-loss sharing, asset funding and customer service. The principal inputs include capital, labour, IT infrastructure, regulatory compliance effort and Advisory Board attention. Outputs include compliant financial products, customer trust, profit-share returns and sustainable growth. Efficiency in this chain has historically been measured through Data Envelopment Analysis (DEA) under production, intermediation and profitability orientations (Kursun & Kusakci, 2016). However, DEA assumes that inputs and outputs are crisp and observable. When the decision problem is shifted from "how efficient is the bank?" to "which project should we fund first under uncertainty?", the assumptions of crisp inputs collapse, and an MCDM approach with fuzzy logic becomes more appropriate.

Fuzzy TOPSIS preserves the value-chain logic but represents each input–output relation as a fuzzy number. For example, the input "Advisory Board review effort" is no longer measured in person-hours but in linguistic terms such as "moderate effort" mapped to a triangular fuzzy number (3, 5, 7). The output "interest-free compliance assurance" is similarly linguistic. This re-framing allows the value-chain perspective to be carried into the decision matrix without forcing premature numerical precision.

3. Industry Developments and Expectations

3.1 Global Trends in MCDM Adoption

MCDM techniques have spread rapidly across the financial industry in the last decade. Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR and hybrid approaches such as F-AHP-F-TOPSIS are now routinely used for credit scoring, branch performance evaluation, supplier selection and IT investment prioritisation (Mandic et al., 2014; Wang & Lee, 2009). The rise of generative AI has also led banks to use MCDM to choose among AI vendors, model architectures and explainability frameworks. Internationally, regulators have begun to recommend structured decision frameworks under uncertainty (Basel III/IV, FATF technical guidance), which makes Fuzzy TOPSIS an increasingly natural fit for banking governance.

3.2 Local Trends (Türkiye)

In Türkiye, the TKBB Digital Banking Strategy Report based on a 2,246-respondent field survey across 11 cities highlighted that participation banking customers prioritise mobile-first experiences and personalised digital services (TKBB, 2021). At the same time, BDDK's Regulation on Banks' Information Systems (2020) and the 2019 Notice on Compliance with Interest-Free Banking Principles increase the number of decision criteria that any project must satisfy. The widespread use of A'WOT analysis in Turkish banking studies (Çağıl & Candemir, 2020) signals an appetite for structured, weighted decision frameworks, but pure A'WOT does not handle linguistic uncertainty well. Fuzzy TOPSIS extends this tradition by incorporating triangular fuzzy numbers and a closeness-coefficient ranking.

4. Situation Analysis: SWOT and PESTLE

The SWOT and PESTLE analyses below are reproduced from our earlier qualitative work and re-interpreted as candidate criteria for Fuzzy TOPSIS. Each SWOT/PESTLE element is mapped to a measurable criterion in Section 6.

Table 1. SWOT Summary Re-mapped as Fuzzy TOPSIS Inputs

Strengths	Weaknesses
S1: Large and loyal customer portfolio S2: Strong regulatory framework (BDDK) S3: Reliable institutional structure S4: Growing public participation bank ecosystem	W1: Limited technology expertise W2: Slow adaptation to innovations W3: Underutilised product efficiency W4: Legacy IT systems
Opportunities	**Threats**
O1: Cost reduction through efficiency gains O2: Fintech alliances for tech expertise O3: AI and digital tools for customer needs O4: Young population driving digital demand	T1: Market share loss to fintechs T2: Workforce loss to tech companies T3: Cybersecurity risks T4: High inflation and currency volatility

Table 2. PESTLE Summary

Dimension	Key Factors
Political	TCMB and BDDK policies on financial stability directly shape the sector.
Economic	High inflation and exchange rate fluctuations increase credit repayment risk.
Social	Young population and increasing digital literacy drive demand for digital banking.
Technological	AI, blockchain and big data analytics reduce costs and enable personalisation.
Legal	KVKK and Open Banking regulations create operational requirements; each participation bank's Advisory Board adds a governance layer that ensures interest-free compliance.
Environmental	G-20 and European Green Deal frameworks require sustainable banking standards.

5. Fuzzy TOPSIS in Banking Decision-Making

TOPSIS, introduced by Hwang and Yoon (1981), ranks alternatives by their geometric distance to a positive and a negative ideal solution. The classical method assumes that all decision-matrix entries are crisp real numbers. In practice, especially in interest-free banking where Advisory Board judgments are linguistic, this assumption rarely holds. Chen (2000) extended TOPSIS to a fuzzy environment by allowing decision-matrix entries to be triangular fuzzy numbers and by introducing the vertex method for distance computation. The combined approach, Fuzzy TOPSIS, has since become one of the most widely used MCDM techniques in banking, supplier selection and project evaluation under uncertainty.

5.1 Comparison with Other MCDM Methods

Compared with Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS scales more efficiently when the number of alternatives is large, because it does not require pairwise comparisons. Compared with Fuzzy VIKOR, it produces a single closeness coefficient rather than a compromise solution, which is easier to communicate to executives and Advisory Boards. Hybrid approaches (F-AHP for weights + F-TOPSIS for ranking) are common in the banking literature; we adopt this hybrid in our weight elicitation phase.

5.2 Triangular Fuzzy Numbers

A triangular fuzzy number (TFN) is denoted as follows:

$$\tilde{a} = (l, m, u), \quad l \leq m \leq u$$

The membership function is zero outside [l, u], rises linearly from l to m and falls linearly from m to u. TFNs admit closed-form addition, scalar multiplication and approximate multiplication, all of which are required by Fuzzy TOPSIS. The vertex distance between two TFNs is given by:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2\right]}$$

6. Methodology

This study follows a six-step Fuzzy TOPSIS protocol adapted to the participation-banking decision context. The expert panel comprises expert six project managers (PM1–PM6); their linguistic ratings on each criterion were collected in 2026 in seminars.

6.1 Linguistic Scale and TFNs

Two linguistic scales were used: one for criterion weights and one for alternative ratings. Each linguistic term is mapped to a triangular fuzzy number, following Chen (2000).

Table 3. Linguistic Scale for Criterion Weights

Linguistic term	Triangular fuzzy number (l, m, u)
Very Low (VL)	(1, 1, 3)
Low (L)	(1, 3, 5)
Medium (M)	(3, 5, 7)
High (H)	(5, 7, 9)
Very High (VH)	(7, 9, 9)

Table 4. Linguistic Scale for Alternative Ratings

Linguistic term	Triangular fuzzy number (l, m, u)
Very Poor (VP)	(0, 1, 3)
Poor (P)	(1, 3, 5)
Fair (F)	(3, 5, 7)
Good (G)	(5, 7, 9)
Very Good (VG)	(7, 9, 10)

6.2 Aggregation, Normalisation and Distance

Expert opinions are aggregated as follows, where K is the number of experts. The aggregation rule used throughout this paper and in the companion workbook is: the lower bound l of the aggregated TFN is the minimum of the experts' lower bounds, the mode m is the arithmetic mean of the experts' modes, and the upper bound u is the maximum of the experts' upper bounds. No upper-bound truncation or Chen-style capping at 9 is applied; aggregated upper bounds may therefore equal 10 whenever at least one expert selects Very Good (VG = (7, 9, 10)). This single rule is applied identically to criterion weights (sheet 03_ExpertWeights) and to alternative ratings (sheets 04_RatingsA1, 05_RatingsA2 and 11_BankRatings), so the paper's Tables 7, 8 and 11 are reproducible from the workbook's sheet 06_AggregatedFuzzy cell-by-cell.

$$l = min_k\, l_k,\ \ m = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} m_k\,,\ \ u = max_k\, u_k$$

The normalised fuzzy decision matrix is computed using the linear scale transformation. For benefit criteria:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^*}, \frac{m_{ij}}{u_j^*}, \frac{u_{ij}}{u_j^*}\right),\ \ u_j^* = max_i\, u_{ij}$$

For cost criteria:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}}\right),\ \ l_j^- = min_i\, l_{ij}$$

The weighted normalised fuzzy decision matrix is obtained by element-wise multiplication with the criterion weights:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

Following Chen (2000), the Fuzzy Positive Ideal Solution (FPIS) and Fuzzy Negative Ideal Solution (FNIS) are defined for every weighted-normalised criterion as:

$$A^* = (1,1,1),\ A^- = (0,0,0)$$

Distances of each alternative to FPIS and FNIS are computed using the vertex method and summed across criteria:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*),\ d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)$$

Finally, the closeness coefficient is used to rank the alternatives:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}$$

7. Application 1: Prioritisation of Project Plans

Two conceptual project plans developed in our earlier study are evaluated against nine criteria. Alternatives are A_1 = Fin-Advisor AI (AI-Based Personalised Financial Advisor) and A_2 = Cyber Resilience Modernisation.

Table 5. Decision Criteria for Project Plan Prioritisation

Code	Criterion	Type	Origin
C1	Strategic alignment with corporate vision	Benefit	S1–S4
C2	Regulatory and Advisory Board compliance effort	Cost	Theme 1, 5
C3	Technical feasibility given legacy debt	Benefit	W4, Theme 2
C4	Estimated project cost	Cost	Project plan
C5	Time-to-market	Cost	O1, Theme 6
C6	Talent retention risk	Cost	T2, Theme 3
C7	Customer impact / digital engagement potential	Benefit	O3, O4
C8	Cybersecurity resilience	Benefit	T3
C9	AI/data readiness	Benefit	Theme 2, O3

Table 6. Aggregated Fuzzy Weights for Criteria

Aggregation rule: l_i = min over six PMs, m_i = arithmetic mean over six PMs, u_i = max over six PMs. No upper-bound truncation is applied; the rating scale uses u = 10 for Very Good, so aggregated u values can legitimately reach 10 in Table 7.

Criterion	Linguistic mode	Aggregated TFN (l, m, u)
C1 Strategic alignment	High	(3, 7.000, 9)
C2 Compliance effort	Medium	(1, 5.000, 9)
C3 Technical feasibility	High	(3, 7.000, 9)
C4 Cost	Medium	(1, 5.000, 9)
C5 Time-to-market	Medium	(3, 5.333, 9)
C6 Talent retention risk	Medium	(3, 5.667, 9)
C7 Customer impact	High	(3, 7.000, 9)
C8 Cybersecurity	Very High	(5, 8.667, 9)
C9 AI/data readiness	High	(3, 6.667, 9)

Table 7. Aggregated Fuzzy Decision Matrix for A_1 (Fin-Advisor AI) and A_2 (Cyber Resilience)

Criterion	A_1 TFN (l, m, u)	A_2 TFN (l, m, u)
C1	(5, 7.667, 10)	(3, 6.000, 9)
C2	(3, 5.667, 9)	(3, 5.333, 9)
C3	(1, 4.667, 7)	(5, 7.333, 10)
C4	(3, 6.000, 9)	(3, 5.667, 9)
C5	(3, 5.333, 9)	(3, 5.667, 9)
C6	(3, 5.333, 9)	(3, 5.333, 9)
C7	(5, 8.000, 10)	(3, 5.333, 9)
C8	(3, 5.333, 9)	(5, 8.667, 10)
C9	(5, 7.667, 10)	(3, 5.333, 9)

Table 8. Distances to FPIS/FNIS and Closeness Coefficients

Alternative	d* (to FPIS)	d^- (to FNIS)	$CC = d^- / (d^* + d^-)$	Rank
A_1 Fin-Advisor AI	5.516	5.528	0.5006	2
A_2 Cyber Resilience	5.482	5.606	0.5056	1

The closeness coefficients indicate that A_2 (Cyber Resilience Modernisation) marginally outranks A_1 (Fin-Advisor AI) with a closeness-coefficient gap of only $\Delta CC \approx 0.005$. The direction of the preference is consistent ($A_2 \succ A_1$), but the separation is narrow and should not be interpreted as a strong dominance; it is better read as a "tie-breaker in favour of cyber-resilience". The dominant drivers are the Very-High weight on Cybersecurity (C8) and the High weight on Technical feasibility (C3), both of which favour the cyber-resilience plan. This outcome is consistent with the qualitative finding (Theme 2) that legacy-system technical debt is the most frequently cited project risk, and it operationalises the principle that AI initiatives should not be launched on top of an unstable security and data foundation. Because the margin is small, we recommend that decision-makers treat A_1 and A_2 as jointly strategic and consider a staggered roll-out in which A_2 precedes A_1 rather than fully displacing it.

8. Application 2: Benchmarking of Six Participation Banks

In this application, the six Turkish participation banks are evaluated as alternatives across eight project-management maturity dimensions. The dimensions are derived from experts plus a digital-engagement metric drawn from public TKBB data.

Table 9. Bank Benchmarking Criteria

Code	Criterion	Type
B1	Advisory Board governance maturity	Benefit
B2	Legacy-system modernisation progress	Benefit
B3	Talent attraction & retention	Benefit
B4	Executive buy-in for digital projects	Benefit
B5	Regulatory compliance integration	Benefit
B6	Agile adoption maturity	Benefit
B7	Cross-departmental coordination	Benefit
B8	Digital customer engagement (TKBB index)	Benefit

Table 10. Aggregated Fuzzy Decision Matrix for Six Banks (rows = banks, columns = criteria mode)

Bank	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
PBANK A	G	G	G	VG	G	VG	G	VG
PBANK B	G	F	F	G	G	G	G	G
PBANK C	G	F	G	G	G	G	F	G
PBANK D	VG	F	F	G	VG	F	G	G
PBANK E	VG	F	F	G	VG	F	F	F
PBANK F	G	P	F	F	G	P	F	F

Table 11. Closeness Coefficients and Ranking of Six Participation Banks

Bank	d*	d⁻	CC	Rank
PBANK A	3.357	5.629	0.6264	1
PBANK D	3.850	5.021	0.5660	2
PBANK C	3.921	4.963	0.5586	3
PBANK B	3.947	4.917	0.5547	4
PBANK E	4.076	4.738	0.5375	5
PBANK F	4.778	3.953	0.4527	6

The benchmarking results show that PBANK A leads the sector in overall project management maturity. The main drivers are agile adoption (B6) and digital customer engagement (B8). PBANK D ranks second because of its strong Advisory Board maturity (B1) and regulatory integration (B5). PBANK C and PBANK B take the third and fourth positions. Their closeness coefficients differ by only $\Delta CC \approx 0.004$, which is basically a statistical tie given the small size of the six-expert linguistic panel. For this reason they should be reported as two jointly mid-ranked banks rather than as clearly ordered. PBANK F is the youngest public participation bank and ranks last. This result reflects the earlier stage of its modernisation roadmap rather than a real weakness in its organisation.

9. Sensitivity Analysis

To test how stable the ranking is, we changed the weights of the two most important criteria for the A_1–A_2 comparison (C8 Cybersecurity and C3 Technical feasibility) by ±20%. We also tested a uniform-weight baseline in which all nine criterion weights are replaced by the midpoint TFN (3, 5, 7). The closeness coefficients for each scenario are reported in Table 12. The full set of scenarios can be reproduced from sheet '09_Sensitivity' of the companion workbook. The direction $A_2 \succ A_1$ holds in all four scenarios, but the margin stays small (ΔCC between 0.0008 and 0.0055). When both C3 and C8 are down-weighted together, the gap becomes essentially a tie ($\Delta CC \approx 0.001$). The Application 1 recommendation is therefore stable in direction, but the small margins confirm that A_1 and A_2 should be treated as near-equivalents rather than as a clear winner and a clear loser. In Application 2, the top two banks (PBANK A and PBANK D) and the last bank (PBANK F) keep their positions in every scenario. The middle pair (PBANK C and PBANK B) is the most fragile ($\Delta CC \approx 0.004$ at baseline): a simple uniform-weight reweighting is enough to swap their order. Overall, the Application 1 result is directionally robust but narrow in margin, while the Application 2 result is robust at the top and bottom of the ranking but unresolved for the middle two banks.

Table 12. Sensitivity Analysis Summary (baseline and three scenarios, Application 1)

Scenario	Perturbation	A_1 CC	A_2 CC	Top rank
Baseline	—	0.5006	0.5056	A_2
S1	C8 weight ×1.20	0.5081	0.5135	A_2
S2	C3 ×0.80 AND C8 ×0.80	0.4856	0.4863	A_2 (tie)
S3	Uniform weights (3, 5, 7)	0.4222	0.4245	A_2

10. Discussion

The Fuzzy TOPSIS results agree with the qualitative findings of our earlier study but add quantitative rigour. The recommendation to stage Cyber Resilience Modernisation ahead of Fin-Advisor AI matches the most-cited theme (Legacy System Integration and Technical Debt) and the most weighted criterion (Cybersecurity). However, the quantitative margin between the two plans is narrow ($\Delta CC \approx 0.005$). The practical meaning is sequencing rather than full replacement of one plan by the other. The bank benchmarking results are also consistent with informal sector perceptions: PBANK A is widely seen as the agile leader, and PBANK D benefits from strong public-sector compliance discipline. The closeness coefficients in the middle of the ranking (PBANK C vs PBANK B) fall within rounding error. This reflects the real similarity of their project management maturity profiles across the eight benchmarking dimensions rather than a weakness of the method.

Managerial Implications

For practitioners, the Fuzzy TOPSIS framework offers three things: (i) a transparent way to convert Advisory Board and project manager linguistic judgments into a defensible ranking; (ii) a simple way to communicate priorities to executives by using a single closeness-coefficient number; and (iii) a sensitivity analysis routine that protects against over-fitting to one weight assumption. We recommend that participation banks embed this framework in their existing PMO governance cycle on a quarterly basis.

11. Conclusion and Recommendations

This study has proposed a Fuzzy TOPSIS framework for prioritising digital transformation projects and benchmarking participation banks in Türkiye. Two applications were performed. The first application ranked the Fin-Advisor AI and the Cyber Resilience Modernisation project plans. Cyber Resilience Modernisation emerged as the marginally preferred plan ($\Delta CC \approx 0.005$). The second application benchmarked six Turkish participation banks. PBANK A led the ranking and was followed by PBANK D. PBANK C and PBANK B were essentially tied in the middle ($\Delta CC \approx 0.004$) and PBANK F was at the bottom. We recommend that participation banks adopt Fuzzy TOPSIS as a complementary tool to existing PMO methods, include compliance criteria explicitly in the criteria set and re-run the framework whenever weights or alternatives change in a significant way. More specifically, we suggest four steps: (i) staging cyber-resilience modernisation ahead of AI deployment while keeping both projects on the active portfolio, rather than treating them as substitutes; (ii) institutionalising compliance sprints as recommended in our earlier work; (iii) using closeness coefficients in board-level project portfolio reviews and also reporting the ΔCC margin openly so that narrow gaps are not over-interpreted; and (iv) updating the linguistic scale every year to reflect changes in expert understanding.

12. Limitations and Future Work

Three limitations should be highlighted. First, the expert panel of six PMs is small for a sector benchmarking study; future work should expand the panel to 25–30 PMs across all six banks. Second, the linguistic scale and the TFN mapping follow Chen (2000); alternative scales such as Liou and Wang trapezoidal numbers or hesitant fuzzy sets may yield slightly different rankings and should be tested. Third, the bank benchmarking ratings rely partly on publicly available TKBB and BDDK data that may not capture internal maturity perfectly. Future work could combine Fuzzy AHP for weight elicitation, Fuzzy DEMATEL for criterion interdependence and Type-2 fuzzy sets for higher-order uncertainty. Cross-country comparisons with participation banks in Malaysia, the UAE and Saudi Arabia would also make the evidence base richer.

Declarations

No personal, biometric or operationally sensitive data were taken or recorded.

Funding. This research received no external funding.

Conflict of interest. The authors declare no competing interests.

Data availability. Available upon reasonable request.

References

Alt, R., Fridgen, G., & Chang, Y. (2024). The future of fintech — Towards ubiquitous financial services. Electronic Markets, 34(1), Article 3. https://doi.org/10.1007/s12525-023-00687-8

Bulut, H. İ., & Er, B. (2012). Katılım Finansmanı, Katılım Bankacılığı ve Girişim Sermayesi. Istanbul: Türkiye Katılım Bankaları Birliği Yayınları.

Çağıl, G., & Candemir, G. (2020). Türk Bankacılık Sektörünün FinTek'ler Karşısında A'WOT Analizi. Maliye ve Finans Yazıları, 113, 207–238. https://doi.org/10.33203/mfy.614130

Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 114(1), 1–9. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1

Dikert, K., Paasivaara, M., & Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review. The Journal of Systems and Software, 119, 87–108.

Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Berlin: Springer-Verlag.

Kılıç, E. K. (2020). Dünyada bankacılık tarihi ve krizleri: Türkiye'deki bankacılık sektörü. Uluslararası Finansal Ekonomi ve Bankacılık Uygulamaları Dergisi, 1(1), 1–26.

Kurşun, S., & Kuşakçı, A. O. (2016). Bankacılık sektöründe veri zarflama analizi ile etkinlik değerlendirmesi: Bir literatür taraması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 15(30), 133–153.

Küçükoğlu, U., & Kabakuş, A. K. (2025). Revisiting the Technology-Organization-Environment framework: Disruptive technologies as catalysts of digital transformation in the Turkish banking sector. Sustainability, 17(10787).

Mandic, K., Delibasic, B., Knezevic, S., & Benkovic, S. (2014). Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods. Economic Modelling, 43, 30–37.

Nabiyev, A. B., & Ovenc, G. (2023). The symbiotic relationship and collaboration between commercial banks and fintechs in Turkey. Humanities and Social Sciences Communications, 10, Article 917. https://doi.org/10.1057/s41599-023-02429-9

Omarini, A. (2023). Bank and fintech for transformation of financial services: What to keep and what is changing in the industry. The Capco Institute Journal of Financial Transformation, 58, 104–113.

TKBB. (2021). Katılım Bankacılığı Dijital Araştırma Raporu: Saha Anketi Sonuçları. Istanbul: Türkiye Katılım Bankaları Birliği.

Wang, T.-C., & Lee, H.-D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. Expert Systems with Applications, 36(5), 8980–8985.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353.

Regulatory References

BDDK. (2020). Bankaların Bilgi Sistemleri ve Elektronik Bankacılık Hizmetleri Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete, No. 31069, 15 March 2020.

BDDK. (2019). Faizsiz Bankacılık İlke ve Standartlarına Uyuma İlişkin Tebliğ. Resmi Gazete, No. 30888, 14 September 2019.

Türkiye Büyük Millet Meclisi. (2005). Bankacılık Kanunu, No. 5411, 1 November 2005. Resmi Gazete, No. 25983.

Türkiye Büyük Millet Meclisi. (2016). Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK), No. 6698. Resmi Gazete, No. 29677.

FUZZY SERVQUAL BENCHMARKING OF TURKISH TELECOMMUNICATIONS OPERATORS: IMPLICATIONS FOR THE COST OF POOR QUALITY AND CUSTOMER RETENTION

Mahmut Emin SARIKAYA[1], Feyza KULE[2], Doğan ŞENGÜL[3]

[1] Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Business and Management Sciences, Department of Business, Istanbul, Türkiye. ORCID 0009-0007-1392-6151.

[2] Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Business and Management Sciences, Department of Business, Istanbul, Türkiye. ORCID 0009-0001-5220-1109.

[3] Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Software Engineering, Istanbul, Türkiye. ORCID 0000-0002-2285-3907. (Corresponding Author)

Abstract

Service quality is a central determinant of customer retention and long-term profitability in the Turkish telecommunications market, but the financial consequences of service-quality gaps are difficult to observe directly. This study benchmarks two leading Turkish operators, T1 and T2, using a Fuzzy SERVQUAL model based on triangular fuzzy numbers and centroid defuzzification. The Juran Trilogy and the Quality-Iceberg model are then used as interpretive lenses to map each SERVQUAL dimension to the stage of quality management where the hidden cost of poor quality is most likely to accumulate. The contribution is methodological and diagnostic: a transparent benchmarking procedure that translates small-sample fuzzy SERVQUAL evidence into stage-specific management priorities. COPQ and customer retention are not measured directly, but interpreted from the perception-expectation gaps.

Keywords: Fuzzy SERVQUAL, triangular fuzzy numbers, service-quality gap, Cost of Poor Quality, Juran Trilogy, benchmarking, telecommunications, customer retention.

1. Introduction

The Turkish telecommunications market is dominated by a small number of national operators whose service quality directly shapes customer retention and, indirectly, the cost of poor quality (COPQ) they absorb. Competitive pressure and the rise of digital complaint channels have turned service recovery into a key differentiator. When recovery fails, visible costs such as refunds, credits and make-good calls are only the tip of the iceberg: a larger share of COPQ sits below the waterline as failure demand, management attention and churn. These below-the-waterline costs are notoriously hard to observe in accounting data, which motivates perception-based instruments such as SERVQUAL as a proxy diagnostic.

Prior COPQ research has largely concentrated on manufacturing and construction, where failure costs can be captured through traditional costing systems. Services pose a harder measurement problem because perception is subjective and the boundary between prevention, appraisal and failure costs is blurred. This study addresses that gap with a narrowly scoped, methodologically transparent exercise: a Fuzzy SERVQUAL benchmark of T1 and T2 in which the respondent input is generated by a synthetic simulation to demonstrate the model is efficient. The resulting crisp gap scores are then interpreted through the Juran Trilogy and the Quality-Iceberg model to indicate which stage of quality management each dimension-level under-performance is likely to burden.

Two motivations may justify a simulation-based input at this early stage of the research programme. First, substituting with a transparent, parametrically controlled simulation removes convenience-sample and non-response biases by construction. Secondly and more importantly, a simulation lets us exercise the model's full aggregation, defuzzification and interpretation chain on a large synthetic sample (N = 1000) and verify that the model behaves as expected under controlled rating distributions, which would not be feasible to verify on a small-size-respondent dataset.

The paper makes two modest contributions. First, it specifies a working, unbiased simulation-driven Fuzzy SERVQUAL model: every distributional assumption, every TFN mapping and every random seed is reported in Section 3 so that the entire numerical chain can be reproduced from the description alone. Second, it links

the resulting crisp gaps to the Juran stages at which the corresponding hidden COPQ is most likely to emerge, providing managers with a stage-specific intervention priority rather than a monetary COPQ estimate. We do not claim to measure COPQ or customer retention directly; both are interpretive by-products of the perception-expectation gaps, and the simulated ratings are not claims about the empirical performance of any specific operator.

2. Theoretical background

2.1 Cost of Poor Quality and the Quality Iceberg

COPQ denotes the sum of all costs that would disappear if every activity were executed correctly the first time. The Prevention-Appraisal-Failure (PAF) framework classifies these costs into visible and hidden components (Schiffauerova and Thomson, 2006). In service settings the failure category expands to include failure demand, customer churn and brand damage. The Quality-Iceberg metaphor argues that refunds and rework are only the visible tip of true COPQ; the remainder is hidden in management attention, repeat contacts and lost customer lifetime value (Khadim et al., 2023).

2.2 Juran Trilogy

Juran's Trilogy separates quality management into three interacting stages (Juran, 1986): *Quality Planning* (designing products and processes that meet customer needs), *Quality Control* (maintaining conformance) and *Quality Improvement* (reducing chronic waste). Mapping SERVQUAL dimensions onto these three stages provides an actionable diagnostic: *Tangibles* pressure the planning stage, *Reliability and Assurance* pressure the control stage and *Responsiveness and Empathy* pressure the improvement stage.

2.3 Fuzzy SERVQUAL

SERVQUAL measures the gap between consumer expectations (E) and perceptions (P) along five dimensions: Tangibles, Reliability, Responsiveness, Assurance and Empathy (Parasuraman, Zeithaml and Berry, 1988). Because respondents assess service quality in linguistic rather than numeric terms, classical SERVQUAL loses information when responses are forced onto a crisp Likert scale. Zadeh's (1965) fuzzy-set theory and Chen's (2000) triangular-fuzzy-number extension of TOPSIS address this by encoding each linguistic response as a TFN, aggregating TFNs across respondents, computing a fuzzy gap and defuzzifying to a crisp score for comparison (Amar et al., 2022; Wulandari et al., 2023). Spherical fuzzy generalisations are also common (Kahraman, Onar and Öztaşı, 2022; Gündoğdu and Kahraman, 2019), but for a first synthetic benchmark, we keep the model deliberately simple and transparent.

3. Method

3.1 Synthetic data generation

This study constructs the SERVQUAL respondent input by simulation. The simulation generates N = 1000 synthetic respondents, each of whom rates expectations and perceptions for both operators T1 and T2 on every one of the 22 standard SERVQUAL items grouped into the five Parasuraman et al. (1988) dimensions. Each rating is a single linguistic category drawn independently from a 5-category distribution over (Very Low, Low, Medium, High, Very High). The perception distribution is operator- and dimension-specific and is reported in full below, so any reader can reproduce the entire chain from the parameters alone.

The expectation distribution over (VL, L, M, H, VH) is fixed at [0.02,0.05,0.15,0.4,0.38], which places most mass on H and VH and reflects the stylised fact that customers in saturated telecommunications markets hold uniformly high service expectations. The perception distributions are calibrated to produce a plausible asymmetric pattern between the two operators [one operator stronger on Tangibles, Reliability and Assurance, the other stronger on Empathy] without making any claim about the actual performance of any specific real-world operator. The exact T1 and T2 perception distributions over (VL, L, M, H, VH) for each dimension are:

- T1 Tangibles [0.04,0.1,0.26,0.35,0.25], T1 Reliability [0.15,0.25,0.3,0.2,0.1], T1 Responsiveness [0.15,0.25,0.3,0.2,0.1], T1 Assurance [0.02,0.06,0.22,0.4,0.3], T1 Empathy [0.1,0.25,0.3,0.25,0.1]; and
- T2 Tangibles [0.15,0.25,0.3,0.2,0.1], T2 Reliability [0.3,0.3,0.25,0.1,0.05], T2 Responsiveness [0.15,0.26,0.3,0.19,0.1], T2 Assurance [0.1,0.2,0.3,0.25,0.15], T2 Empathy [0.02,0.06,0.22,0.4,0.3].

Pseudo-random draws makes the simulation exactly reproducible. Because all draws are independent and the design is fully balanced (every respondent rates every item for every operator), the simulation is free of the main sources of bias that typically distort small SERVQUAL surveys: convenience-sample selection, item non-response, respondent fatigue and order effects. The aggregate simulation design is summarised in Table 1.

Table 1. Synthetic data generation design.

Design element	Specification
Synthetic respondents (N)	1000
SERVQUAL dimensions	5 (Tangibles, Reliability, Responsiveness, Assurance, Empathy)
Items per respondent	22 total: 4 Tangibles, 5 Reliability, 4 Responsiveness, 4 Assurance, 5 Empathy
Rating mechanism	Independent draws from a 5-category linguistic distribution per (operator, dimension)
TFN mapping	Chen (2000): VL=(1,1,3), L=(1,3,5), M=(3,5,7), H=(5,7,9), VH=(7,9,9)
Aggregation	Arithmetic mean of TFN coordinates across respondents and items
Defuzzification	Centroid: crisp($\tilde{G}$) = (l + m + u) / 3
PRNG seeds	Pseudo-random generator and seeds | Mulberry32 PRNG; expectation ratings generated with seed 20260525; perception ratings generated with seed 99000113.
Bias controls	Balanced item counts; identical expectation distribution across operators; independent perception draws; no missing data; no respondent self-selection

3.2 Linguistic scale and triangular fuzzy numbers

Each linguistic rating maps to a triangular fuzzy number (TFN) defined by a lower bound l, a modal value m and an upper bound u. The mapping follows Chen (2000) and is summarised in Table 2.

Table 2. Linguistic scale and corresponding triangular fuzzy numbers.

Linguistic term	Code	l	m	u
Very Low	VL	1	1	3
Low	L	1	3	5
Medium	M	3	5	7
High	H	5	7	9
Very High	VH	7	9	9

3.3 Aggregation, gap computation and defuzzification

For every (dimension, operator, type) combination, the simulated ratings are first converted to TFNs and then aggregated across the 1000 synthetic respondents and the items within the dimension using the arithmetic mean of TFNs, producing an aggregated expectation TFN $\tilde{E} = (l_E, m_E, u_E)$ and an aggregated perception TFN $\tilde{P} = (l_P, m_P, u_P)$. The fuzzy gap is the TFN subtraction $\tilde{G} = \tilde{P} \ominus \tilde{E} = (l_P - u_E, m_P - m_E, u_P - l_E)$. The gap is then defuzzified to a crisp score using the centroid rule, $\text{crisp}(\tilde{G}) = (l + m + u)/3$. The centroid rule is chosen because it weights all three TFN coordinates equally, is monotone in each coordinate and is the most widely used defuzzification rule in Fuzzy SERVQUAL (Amar et al., 2022; Wulandari et al., 2023). All calculations are fully specified by the equations above and the Section 3.1 parameters, and can be reproduced from the aggregated TFNs reported in Section 4.

4. Results

4.1 Aggregated expectation and perception TFNs

Table 3 reports the per-dimension aggregated TFNs for both operators under the simulated regime. Because the expectation distribution is identical for the two operators, the aggregated expectation TFNs converge to the same point estimate for both T1 and T2 up to sampling noise across the 1000 synthetic respondents. The perception TFNs separate cleanly between operators, which is the pattern needed for a benchmarking comparison.

Table 3. Aggregated TFNs for expectations (E) and perceptions (P) per dimension.

Dimension	T1	T2									
	E_l	E_m	E_u	P_l	P_m	P_u	E_l	E_m	E_u	P_l	P_m	P_u
Tangibles	5.14	7.10	8.38	4.45	6.36	7.83	5.18	7.14	8.41	2.96	4.66	6.47
Reliability	5.16	7.11	8.35	3.05	4.76	6.56	5.20	7.15	8.40	2.22	3.63	5.52
Responsiveness	5.18	7.14	8.37	3.02	4.73	6.52	5.19	7.16	8.42	2.92	4.60	6.42
Assurance	5.15	7.11	8.39	4.84	6.80	8.20	5.19	7.15	8.39	3.46	5.25	6.96
Empathy	5.13	7.08	8.33	3.22	5.02	6.82	5.20	7.16	8.38	4.88	6.84	8.22

4.2 Fuzzy gaps

Table 4 shows the triangular fuzzy gap $\tilde{G} = \tilde{P} \ominus \tilde{E}$ per dimension. Negative modal-gap values indicate perception-below-expectation on that dimension. Under the chosen perception parameters, every modal gap is negative for both operators, consistent with a synthetic regime in which expectations are uniformly high while perceived performance varies.

Table 4. Triangular fuzzy gaps per dimension.

Dimension	T1	T2				
	Gap $_l$	Gap $_m$	Gap $_u$	Gap $_l$	Gap $_m$	Gap $_u$
Tangibles	-3.93	-0.74	2.69	-5.45	-2.49	1.29
Reliability	-5.30	-2.35	1.40	-6.17	-3.52	0.32
Responsiveness	-5.36	-2.41	1.34	-5.50	-2.56	1.22
Assurance	-3.55	-0.31	3.04	-4.93	-1.90	1.77
Empathy	-5.11	-2.06	1.69	-3.50	-0.32	3.02

4.3 Crisp benchmark

Defuzzifying the TFN gaps via the centroid rule gives one crisp score per (dimension, operator), shown in Table 5 together with the dimension-level winner. Under the simulated regime, T1 wins on 4 dimensions and T2 on 1. The overall mean crisp gaps are -1.40 for T1 and -1.91 for T2. Because the synthetic respondent input is generated by an exchangeable, balanced and seed-controlled simulation procedure, these crisp gaps are descriptive statistics of the simulated regime and not estimates of any specific real-world operator's performance.

Table 5. Crisp gap scores and benchmark winner per dimension.

Dimension	T1 crisp gap	T2 crisp gap	Benchmark winner	|Δ|
Tangibles	-0.66	-2.21	T1	1.55
Reliability	-2.08	-3.13	T1	1.04
Responsiveness	-2.14	-2.28	T1	0.14
Assurance	-0.27	-1.69	T1	1.41
Empathy	-1.83	-0.26	T2	1.56
Overall (mean)	**-1.40**	**-1.91**	**T1**	**0.52**

4.4 Juran mapping of hidden COPQ

Table 6 maps each SERVQUAL dimension onto the Juran stage at which the corresponding hidden COPQ is most plausibly located. This mapping is interpretive: we do not measure hidden COPQ in monetary terms, nor do we observe churn or retention directly. The mapping is intended to translate dimension-level crisp gaps into a stage-specific priority for managerial attention, with the understanding that the synthetic regime is illustrative.

Table 6. Juran Trilogy interpretation of the benchmark dimensions.

Dimension	Juran Trilogy stage	Interpretive hidden-COPQ mapping
Tangibles	Quality Planning	Perceived physical and digital touchpoints. A negative gap signals misalignment between promised quality (branding, apps, stores) and evidenced quality, driving first-call failure demand.
Reliability	Quality Control	Billing accuracy, service uptime, first-time resolution. Negative gap = highest hidden COPQ driver because reliability failures generate both refunds (visible COPQ) and churn (hidden COPQ).
Responsiveness	Quality Improvement	Speed and willingness of service recovery. A negative gap inflates failure-demand costs: repeat contacts, escalations and complaint-platform leakage.
Assurance	Quality Control	Trust in billing integrity and technical competence. Negative gap undermines brand equity and reduces customer lifetime value.
Empathy	Quality Improvement	Personalisation of service recovery. Negative gap is a leading indicator of churn even when reliability is adequate.

5. Discussion

Under the simulated regime, both operators under-deliver on every dimension. The widest dimension-level under-performance is Responsiveness for T1 (crisp gap -2.14) and Reliability for T2 (crisp gap -3.13). Because Responsiveness and Reliability sit at the Quality-Control and Quality-Improvement stages of the Juran Trilogy, the mapping in Table 6 suggests that operator-level remediation in the synthetic regime would yield the largest hidden-COPQ reduction by prioritising control-point strengthening (first-call resolution, billing accuracy) and rapid service recovery ahead of planning-stage overhauls.

T1's best crisp score is on the Assurance dimension (-0.27) and T2's is on the Empathy dimension (-0.26). This asymmetric pattern is consistent with differentiated brand positioning and suggests that a cross-learning exercise — each operator adopting the other's stronger-dimension practices — could reduce hidden COPQ without new capital expenditure. Because the input is synthetic, this proposition is a model-derived hypothesis to be tested with operator-level churn and service-recovery-cost data, not a result of the present study.

From a methodological standpoint, the simulation also serves as a unit test of the Fuzzy SERVQUAL benchmarking chain. Because the expectation distribution is identical across operators by construction, any non-trivial asymmetry in the crisp gaps must originate in the perception distributions, which is exactly what Table 5 shows. This confirms that the centroid-defuzzified mean-TFN aggregation behaves monotonically with respect to the underlying linguistic distributions and that the model is ready for downstream use on real survey data once such data become available.

6. Managerial implications

Three practical recommendations follow from the simulated benchmark, all conditional on the assumed perception regime. First, align marketing claims with delivered performance on the dimension that exhibits the largest negative gap, which under our parameters is Reliability on T2; large expectation–delivery misalignment is the binding constraint on perceived value. Second, industrialise service recovery: Responsiveness and Empathy gaps are second-order drivers of perceived quality but first-order drivers of complaint-platform activity, which damages brand equity disproportionately. Third, instrument the hidden portion of the Quality Iceberg through dashboards that track failure demand, repeat-contact rate and first-call resolution; these operational metrics are the observable leading indicators that correspond to the dimension-level perception gaps reported here.

7. Limitations and future work

Several limitations temper the interpretation of this simulated benchmark. First and most importantly, the respondent input is fully synthetic, so the dimension-level crisp gaps reported in Table 5 are properties of the chosen perception distributions and not measurements of any real customer base. The simulation eliminates convenience-sample, non-response and order-effect biases by construction, but it cannot, by construction, capture phenomena that depend on real-world heterogeneity such as regional differences, age cohorts, plan type or digital-engagement intensity. Second, the chosen perception distributions are calibrated to produce a face-plausible asymmetric pattern rather than estimated from data; alternative distributions would, in general, produce different dimension-level gaps even at large N. Third, only two operators are simulated; extending the design to a third operator would let us test cross-operator separation rather than pairwise contrast. Fourth, the Juran / COPQ interpretation remains exactly that — an interpretation — and the study does not estimate monetary COPQ, nor does it measure customer retention directly.

Future work can address these limitations along three lines. First, the same simulation framework can be paired with sensitivity analyses that vary the perception distributions across a grid and report how robust the operator-level ranking is to small changes in those parameters. Second, once empirical SERVQUAL responses become available, the simulated regime can serve as a null benchmark against which the empirical regime is compared. Third, replacing the arithmetic TFN mean with the Spherical Fuzzy AHP weighting scheme used in (Kahraman, Onar and Öztaşı, 2022; Gündoğdu and Kahraman, 2019) would let analysts assign different importance weights to the five dimensions while retaining the seed-controlled simulation design.

8. Conclusion

This paper specified and exercised a transparent Fuzzy SERVQUAL benchmarking model on 1000 synthetic respondents generated by a seeded simulation. The crisp gap scores indicate that, under the chosen perception distributions, both T1 and T2 under-deliver on every dimension, and the Juran mapping points to Quality Control and Quality Improvement as the stages most likely to absorb the corresponding hidden COPQ. The simulation eliminates the convenience sample and non-response biases that beset small empirical SERVQUAL surveys, and the fully specified parameters and PRNG seeds make every numerical result in Section 4 reproducible from the description alone. The paper presents a working, unbiased model that is ready to receive real survey input in subsequent waves.

Declarations

No personal, biometric or operationally sensitive data were taken or recorded.

Funding. This research received no external funding.

Conflict of interest. The authors declare no competing interests.

Data availability. The simulated dataset is fully specified by the parameters and seeds reported in Section 3.

9. References

Amar, K., Sy, M. A., Sulaiman, F., Sarcağil, M. and Fourage, S. (2022). A fuzzy SERVQUAL-based method for measuring service quality in the telecommunication industry. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (EICSE), pp. 512–525.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK). (2024). Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu. Ankara: BTK. Retrieved from https://www.btk.gov.tr.

Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 114(1), 1–9.

Gündoğdu, F., Kahraman, C. A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. Soft Comput 24, 4607–4621 (2020). https://doi.org/10.1007/s00500-019-04222-w

Juran, J. M. (1986). The quality trilogy: A universal approach to managing for quality. Quality Progress, 19(8), 19–24.

Kahraman, C., Cebi, S., Onar, S. Ç., & Öztaşı, B.. (2022). Recent Developments on Fuzzy AHP&ANP Under Vague and Imprecise Data. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 14(2). https://doi.org/10.13033/ijahp.v14i2.1033

Khadim, N., Thaheem, M. J., Ullah, F. and Khan, H. N. (2023). Quantifying the cost of quality in construction projects: An insight into the base of the iceberg. Quality and Quantity, 57, 4385–4411.

Mahmood, S., Ahmed, S. M., Panthi, K. and Kureshi, N. I. (2014). Determining the cost of poor quality and its impact on productivity and profitability. Built Environment Project and Asset Management, 4(3), 296–311.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. and Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. Journal of Retailing, 64(1), 12–40.

Schiffauerova, A. and Thomson, V. (2006). A review of research on cost of quality models and best practices. International Journal of Quality and Reliability Management, 23(6), 647–669.

Shukor, S. A. and Yaakub, S. (2025). The impact of cost of poor quality on continuous improvement initiatives: A case study. International Journal of Innovation and Industrial Revolution, 7(20), 26–35.

Thabet, S. O., Ibrahim, A. H. and Mohamed, H. (2024). Optimizing cost of quality in commercial projects using a fuzzy expert system. HBRC Journal, 20(1).

Wulandari, R., Surarso, B., Farikhin and Noranita, B. (2023). A new fuzzy SERVQUAL built with three types of fuzzy numbers. Journal of Intelligent Computing and Health Informatics, 4(2), 45–54.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353.

GÖRÜNÜR YÜZ FARKLILIĞI, DAMGALANMA VE AYRIMCILIK: SOSYAL HIZMET PERSPEKTIFINDEN BIR DERLEME

Elvan ULUCAN ÖZKAN

Dr. Öğr. Üyesi., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sosyal Hizmet ve Danışmanlık Bölümü, Çankırı-Türkiye, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9868-5743

Özet

Görünür yüz farklılığı sadece fiziksel görünümle ilgili bir durum değil, aynı zamanda damgalanma, ayrımcılık, dışlanma ve yapısal eşitsizliklerle şekillenen çok boyutlu bir sosyal deneyimdir. Görünür yüz farklılığı olan bireyler sıklıkla kaygı, depresyon, beden memnuniyetsizliği, sosyal kaygı ve sosyal dışlanma gibi psikososyal zorluklarla karşılaşırlar. Bununla birlikte, son literatür, bu zorlukların yalnızca fiziksel görünümün kendisinden değil, büyük ölçüde damgalayıcı sosyal tepkilerden, ayrımcı kurumsal uygulamalardan ve dışlayıcı güzellik normlarından kaynaklandığını vurgulamaktadır.

Bu çalışma, sosyal hizmet perspektifinden görünür yüz farklılığı, damgalanma ve ayrımcılığı inceleyen bir literatür taramasıdır. PubMed, Scopus, Web of Science ve Google Scholar veritabanları kullanılarak "görünür yüz farklılığı", "yüz deformasyonu", "damgalanma", "ayrımcılık", "görünüşçülük", "sosyal hizmet", "psikososyal destek" ve "yapısal damgalanma" anahtar kelimeleriyle kapsamlı bir tarama yapılmıştır. Psikososyal etkiler, damgalanma süreçleri, aile deneyimleri, sosyal dışlanma, medya temsilleri ve yapısal eşitsizlikleri ele alan uluslararası çalışmalar taramaya dahil edilmiştir. Literatür, kişi-çevre etkileşimi, hak temelli uygulama, baskı karşıtı sosyal çalışma ve sosyal adalet ilkeleri çerçevesinde yorumlanmıştır.

Bulgular, görünür yüz farklılığıyla ilgili damgalanmanın, kamu damgalanması, öz damgalanma, ilişki yoluyla damgalanma ve yapısal damgalanma dahil olmak üzere çoklu ve birbirine bağlı düzeylerde işlediğini göstermektedir. Bu süreçler, bireylerin öz algısını, psikolojik iyi oluşlarını, sosyal katılımlarını, eğitim deneyimlerini, aile ilişkilerini ve fırsatlara erişimlerini etkiler. İnceleme ayrıca, hem psikososyal desteği hem de yapısal eşitsizlikleri ele alan hak temelli ve ayrımcılık karşıtı sosyal çalışma müdahalelerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bu bağlamda, sosyal çalışma, savunuculuk, kapsayıcı politika geliştirme, kamuoyu farkındalığı ve sosyal içerme ve yüz eşitliğinin teşvik edilmesinde önemli bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Görünür yüz farklılığı, damgalanma, ayrımcılık, sosyal hizmet, yapısal damgalanma, psikososyal destek.

VISIBLE FACIAL DIFFERENCES, STIGMA, AND DISCRIMINATION: A REVIEW FROM A SOCIAL WORK PERSPECTIVE

Abstract

Visible facial difference is not only a condition related to physical appearance but also a multidimensional social experience shaped by stigma, discrimination, exclusion, and structural inequalities. Individuals with visible facial differences frequently encounter psychosocial challenges such as anxiety, depression, body dissatisfaction, social anxiety, and social exclusion. However, recent literature emphasizes that these difficulties arise not solely from physical appearance itself, but largely from stigmatizing social reactions, discriminatory institutional practices, and exclusionary beauty norms.

This study is a literature review examining visible facial difference, stigma, and discrimination from a social work perspective. A comprehensive review was conducted using the databases PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar with the keywords “visible facial difference,” “facial disfigurement,” “stigma,” “discrimination,” “lookism,” “social work,” “psychosocial support,” and “structural stigma.” International studies addressing psychosocial impacts, stigma processes, family experiences, social exclusion, media representations, and structural inequalities were included in the review. The literature was interpreted through

the principles of person–environment interaction, rights-based practice, anti-oppressive social work, and social justice.

The findings indicate that stigma related to visible facial difference operates at multiple and interconnected levels, including public stigma, self-stigma, stigma by association, and structural stigma. These processes influence individuals' self-perception, psychological well-being, social participation, educational experiences, family relationships, and access to opportunities. The review further highlights the need for rights-based and anti-discriminatory social work interventions that address both psychosocial support and structural inequalities. In this context, social work has an important role in advocacy, inclusive policy development, public awareness, and the promotion of social inclusion and face equality.

Keywords: visible facial difference, stigma, discrimination, social work, structural stigma, psychosocial support.

Giriş

Görünür yüz farklılığı, bireyin yüz görünümünün hastalık, doğuştan gelen durumlar, travma, yara izi veya yaralanma nedeniyle toplumsal olarak "normatif" olarak kabul edilen görünümünden belirgin biçimde farklı olduğu durumları ifade eder (Rumsey & Harcourt, 2004; Rasset at al., 2022; Harcourt et al., 2025). Bu kavram, yarık dudak ve/veya damak, doğum lekeleri ve kraniyofasiyal sendromlar gibi doğuştan gelen durumları; Treacher Collins Sendromu ve Nörofibromatozis Tip 1 (NF1) gibi genetik temelli durumları; ayrıca yüz travması, yanıklar, kanser ve cerrahi müdahalelerden kaynaklanan görünür yüz farklılıkları kapsar. Görünür yüz farklılıkları, nedenleri, görünürlükleri ve toplumsal bilinilirlik düzeyleri açısından heterojendir. Bazı farklılıklar kısmen gizlenebilirken, ciddi kraniyofasiyal farklılıklar ve yanıklar gibi durumlar daha belirgin bir şekilde görünür.

Bununla birlikte, terminolojiye ilişkin tartışmalar literatürde devam etmektedir. "Yüz anomalisi", "kraniyofasiyal anomali" veya "şekil bozukluğu" gibi terimler tıp literatüründe yaygın olarak kullanılsa da, bu kavramlar belirli bağlamlarda patolojikleştirici veya damgalayıcı çağrışımlar taşıyabilir. Bu nedenle, "görünür yüz farklılığı" terimi, yalnızca tıbbi durumu değil, aynı zamanda bireyin sosyal deneyimlerini ve görünüme atfedilen sosyal anlamları da vurgulayan daha kapsayıcı ve kişi merkezli bir kavram olarak giderek daha fazla tercih edilmektedir (Rumsey & Harcourt, 2004; Swift & Bogart, 2021; Rasset et al., 2022).

Yüz, kimlik, iletişim ve ilk izlenimlerin oluşumunda merkezi bir role sahip olması nedeniyle insan etkileşiminde ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. Vücudun en görünür bölgesi olarak yüz, bireylerin başkaları tarafından değerlendirildiği temel alanlardan biri hâline gelmekte; bu durum görünüm temelli toplumsal yargıları ve ayrımcılığı güçlendirebilmektedir. Fiziksel görünüm üzerine yapılan çalışmalar, toplumsal güzellik normlarına daha az uygun olduğu düşünülen bireylere daha düşük zekâ, sosyallik ve yetkinlik gibi olumsuz özelliklerin atfedilebildiğini göstermektedir (Eagly et al., 1991; Masnari et al., 2013a; Jamrozik et al., 2019). Görünüş temelli değerlendirmelerin ve güzellik normlarının baskın olduğu toplumlarda, görünür yüz farklılıklarına sahip bireyler sıklıkla damgalanma, stereotipleştirme, sosyal dışlanma ve ayrımcılık deneyimleriyle karşılaşmaktadır (Rumsey & Harcourt, 2004; Swift & Bogart, 2021; Rasset et al., 2022).

Literatürdeki çalışmalar, görünür yüz farklılığının nedeni veya türü ne olursa olsun, etkilenen bireylerin ve ailelerinin genellikle benzer psikososyal ve sosyal zorluklar yaşadığını göstermektedir (Sarwer et al., 2022; Rasset et al., 2022; Bogart et al., 2023). Görünür yüz farklılığı olan bireyler genellikle kaygı, depresyon, düşük benlik saygısı ve vücut memnuniyetsizliği bildirmekte ve önemli bir kısmı klinik olarak anlamlı psikolojik sıkıntı yaşamaktadır (Rumsey & Harcourt, 2004; Bessell & Moss, 2007; Sarwer et al., 2022). Bununla birlikte, bu psikososyal zorluklar yalnızca fiziksel farklılığın kendisinden kaynaklanmamakta; aksine, büyük ölçüde damgalanma, olumsuz sosyal tepkiler, dışlanma ve ayrımcı kişilerarası deneyimler tarafından şekillendirilmektedir (Thompson & Kent, 2001; Rumsey & Harcourt, 2004; Rasset et al., 2022).

Görünür yüz farklılığına yönelik damgalanma yalnızca kişilerarası düzeyde değil, aynı zamanda yapısal düzeyde de işlemektedir. Eğitim, sağlık hizmetleri, istihdam ve sosyal katılım alanlarında karşılaşılan engeller, görünüm temelli eşitsizliklerin kurumsal boyutuna işaret etmektedir (Swift & Bogart, 2021; Rasset et al., 2022; Toksoy et al., 2023). Buna rağmen, görünür yüz farklılığı insan hakları, sosyal politika ve ayrımcılık karşıtı tartışmalarda hâlâ sınırlı düzeyde ele alınmakta; bu durum sosyal destek ve kaynaklara erişimdeki eşitsizliklerin sürmesine neden olmaktadır (Swift & Bogart, 2021).

Bu doğrultuda çalışma, görünür yüz farklılığına ilişkin literatürü yalnızca bireysel psikososyal sonuçlar üzerinden değil; damgalanma, ayrımcılık, yapısal eşitsizlik ve sosyal adalet ekseninde ele alarak sosyal hizmet alanına kavramsal bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Bu çalışma, görünür yüz farklılığı, damgalanma ve ayrımcılık ilişkisini sosyal hizmet perspektifinden inceleyen bir derleme çalışmasıdır. Çalışma kapsamında, PubMed, Scopus, Web of Science ve Google Scholar veritabanlarında "görünür yüz farklılığı", "yüz deformasyonu", "yüz anomalileri", "damgalanma", "ayrımcılık", "görünüşçülük", "sosyal hizmet", "psikososyal destek" ve "yapısal damgalanma" anahtar kelimeleri kullanılarak Türkçe ve İngilizce literatür taraması yapılmıştır. Derlemeye, görünür yüz farklılıklarının psikososyal etkilerini, damgalanma süreçlerini, sosyal dışlanmayı, medya temsillerini, yapısal eşitsizlikleri ve sosyal hizmet müdahalelerini ele alan uluslararası çalışmalar dahil edilmiştir. Belirlenen literatür, sosyal hizmet alanındaki kişi-çevre etkileşimi, hak temelli uygulama, baskı karşıtı uygulama ve sosyal adalet ilkeleri doğrultusunda yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Görünür yüz farklılığı sadece fiziksel görünümle ilgili bir durum değildir; bireylerin öz algısını, sosyal ilişkilerini, aidiyet duygusunu ve sosyal katılım süreçlerini etkileyen çok boyutlu bir yaşam deneyimidir. Literatür, görünür yüz farklılığı olan bireylerin kaygı, depresyon, beden memnuniyetsizliği, sosyal kaygı ve dışlanma duyguları gibi psikososyal zorluklar yaşayabileceğini göstermektedir (Rumsey & Harcourt, 2004; Sarwer et al., 2022). Bununla birlikte, son çalışmalar bu güçlüklerin yalnızca fiziksel görünümden değil; büyük ölçüde damgalanma, ayrımcılık ve olumsuz sosyal tepkilerden kaynaklandığını vurgulamaktadır (Rasset et al., 2022).

Görünür Yüz Farklılığında Çok Düzeyli Damgalanma Süreçleri

Damgalanma, görünür yüz farklılıklarına sahip bireylerin yaşadığı psikososyal ve sosyal zorlukların merkezinde yer alan çok katmanlı bir süreçtir. Erving Goffman (1963), damgalanmayı, bireyi "normal" sosyal konumdan uzaklaştıran ve toplumun gözünde değersizleştiren, derinden itibarsızlaştırıcı bir özellik olarak tanımlar. Bruce G. Link ve Jo C. Phelan'a (2001) göre, damgalanma, etiketleme, klişeleştirme, ayrıştırma, statü kaybı ve güç ilişkileri içindeki ayrımcılığın birleşmesiyle ortaya çıkar. John B. Pryor ve Glenn D. Reeder (2011) tarafından geliştirilen damgalanma çerçevesi, görünür yüz farklılığıyla ilgili damgalanmayı anlamak için yararlı bir teorik temel sağlar. Bu çerçeveye göre, damgalanma dört düzeyde kavramsallaştırılır: kamusal damgalanma, öz-damgalanma, ilişki yoluyla damgalanma ve yapısal damgalanma. Rasset ve arkadaşları (2022), bu modelin görünür yüz farklılıklarına sahip bireylerin deneyimlerini açıklamak için etkili bir şekilde kullanılabileceğini öne sürmektedir. Görünür yüz farklılığı bağlamında, bu boyutlar, damgalanmanın kişilerarası, psikolojik ve yapısal alanlarda nasıl işlediğini anlamak için önemli bir kavramsal çerçeve sağlar. Buna göre, aşağıdaki bölümlerde damgalanmanın her bir boyutu görünür yüz farklılığıyla ilişkili olarak ele alınmıştır.

Kamusal Damgalanma ve Gündelik Sosyal Etkileşimler

Kamusal damgalama, başkalarının görünür yüz farklılığı olan bireylere yönelik bilişsel, duygusal ve davranışsal tepkileriyle ilişkilidir. Araştırmalar, görünür yüz farklılığı olan bireylerin çoğu zaman daha az çekici, daha az sosyal, daha az yetkin ya da daha az olumlu kişilik özelliklerine sahip bireyler olarak değerlendirilebildiğini göstermektedir (Jamrozik et al., 2019; Masnari et al., 2013a; Stone & Wright, 2012). Rasset ve arkadaşları (2022), bu durumu anormal olan kötüdür stereotipi ile açıklamakta; görünür farklılığın bireyin diğer kişisel özelliklerini gölgeleyen merkezi bir kimlik unsuruna dönüşebildiğini vurgulamaktadır.

Kamusal damgalama yalnızca açık ayrımcı davranışlarla sınırlı değildir. Bakma, kaçınma, müdahaleci sorular sorma, istenmeyen yorumlarda bulunma, alay etme ve zorbalık gibi gündelik etkileşimler de damgalayıcı deneyimlerin önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Bogart et al., 2012; Lawrence et al., 2011; Masnari et al.,

2013b; Rasset et al., 2022). Özellikle görünür yüz farklılığı olan bireylerin, gündelik sosyal yaşamda çoğu bireye tanınan olağan sosyal fark edilmezlik deneyiminden sıklıkla mahrum kaldıkları; sürekli bakışlara, yoğun meraka ve dikkat çekici sosyal tepkilere maruz kaldıkları bildirilmektedir (Rasset et al., 2022). Bu tür mikroagresyonlar, bireylerin sosyal ortamlarda kendilerini yargılanmış, dışlanmış ya da tehdit altında hissetmelerine yol açabilmektedir (Rumsey & Harcourt, 2004; Sharratt et al., 2018; Rasset et al., 2022).

Bununla birlikte, görünür farklılığa yönelik toplumsal tepkiler her zaman açık ve doğrudan biçimde ortaya çıkmamaktadır. Araştırmalar, görünür yüz farklılığına yönelik damgalamanın kimi zaman örtük, ikircikli ve sosyal olarak kontrol edilmiş davranışlar aracılığıyla sürdürüldüğünü göstermektedir (Pryor et al., 2004; Rasset et al., 2022). Özellikle bireylerin görünür farklılığı olan kişilere yönelik aynı anda hem sempati hem de rahatsızlık hissedebildikleri; bu durumun ise gergin, mesafeli ya da yapay sosyal etkileşimlere yol açabildiği belirtilmektedir (Bonanno & Choi, 2010; Stone & Potton, 2014; Rasset et al., 2022). Bu bağlamda damgalama, yalnızca açık düşmanlık ya da ayrımcılık biçiminde değil; gündelik yaşamın sıradan ve çoğu zaman görünmez sosyal pratikleri içinde de yeniden üretilmektedir.

Öz-Damgalanma/İçselleştirilmiş Damgalanma ve Psikososyal Sonuçlar

Kamusal damgalanmanın önemli sonuçlarından biri de öz-damgalanma veya içselleştirilmiş damgalanmadır. Öz-damgalanma, bireylerin görünür yüz farklılıklarıyla ilgili toplumsal önyargıları, kalıplaşmış düşünceleri ve olumsuz sosyal mesajları zamanla içselleştirmesiyle ortaya çıkmaktadır (Pryor & Reeder, 2011; Rasset et al., 2022). Araştırmalar, görünür yüz farklılığı olan bireylerin sıklıkla reddedilme beklentisi, kusurlu ya da "eksik" hissetme, başkalarının değerlendirmelerine aşırı duyarlılık, utanç, suçluluk, sosyal kaygı ve olumsuz beden imajı gibi deneyimler yaşayabildiğini göstermektedir (Ginsburg & Link, 1989; Rumsey & Harcourt, 2004; Versnel et al., 2010; Bogart, 2020; Rasset et al., 2022). Özellikle bireylerin, başkalarının olumsuz değerlendirmelerine maruz kalacaklarına ilişkin beklenti geliştirebildikleri, bu durumun ise sosyal ilişkilerden kaçınma, görünür farklılığı gizleme ya da dikkat çekmesini azaltma çabaları ve yakın ilişkiler kurmada güçlük gibi sonuçlara yol açabildiği belirtilmektedir (Clarke et al., 2014; Griffiths et al., 2012; Reynolds & Harris, 2021).

Rasset ve arkadaşları (2022), kamusal damgalama ile öz-damgalama arasındaki ilişkinin döngüsel bir yapıya sahip olduğunu; bakma, zorbalık ve dışlanma gibi deneyimlerin zamanla bireyin kendilik algısını şekillendirebildiğini vurgulamaktadır. Bu süreç, bireylerin zamanla kendilerini "kusurlu", "çirkin" ya da sosyal olarak kabul görmeyen kişiler olarak algılamalarına yol açabilmektedir (Bradbury, 2012; Griffiths et al., 2012; Halioua et al., 2017).

Örneğin Crerand ve arkadaşları (2020), kraniyofasiyal durumları olan ergenlerde algılanan damgalanmanın beden imajı sorunlarını anlamlı biçimde yordadığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, görünür yüz farklılığı olan ergenlerin olumsuz sosyal değerlendirilme korkusu nedeniyle sosyal ilişkiler başlatmada ve yakınlık kurmada güçlük yaşayabildikleri bildirilmektedir (Griffiths et al., 2012). Rasset ve arkadaşları (2022)'ye göre bu bulgular, görünür yüz farklılığının psikososyal etkilerinin yalnızca fiziksel görünümün kendisinden değil; büyük ölçüde bu görünümün sosyal çevre tarafından nasıl algılandığı, yorumlandığı ve karşılandığıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca araştırmalar, kamusal damgalama deneyimlerinin zaman içinde öz-damgalamayı güçlendirebildiğini ve bunun yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabildiğini ortaya koymaktadır (Germain et al., 2021; Jankowiak et al., 2020; Rasset et al., 2022).

İlişkisel Damgalanma ve Aile Deneyimleri

Damgalanma yalnızca görünür yüz farklılığı olan bireyi değil, bireyin ailesini ve yakın çevresini de etkileyebilmektedir. İlişki yoluyla damgalanma, görünür yüz farklılığı olan bireylerle ilişkili kişilerin özellikle ebeveynlerin, kardeşlerin ve bakım verenlerin damgalayıcı bakışlara, suçlayıcı açıklamalara, müdahaleci sorulara ve sosyal dışlanmaya maruz kalmasını ifade etmektedir (Goffman, 1963; Pryor & Reeder, 2011). Rasset ve arkadaşları (2022), damgalanmanın bireyden aile üyelerine yayılabildiğini ve ailelerin hem çocuklarına yönelen damgalayıcı tepkilere tanıklık ettiklerini hem de bu tepkilerin doğrudan hedefi hâline gelebildiklerini vurgulamaktadır.

Özellikle çocuklarda görünür yüz farklılığı söz konusu olduğunda, ebeveynler çocuğun durumundan sorumlu tutulabilmekte; sorgulayıcı sorular, suçlama, utanç ve sosyal izolasyonla karşılaşabilmektedir (Nelson et al.,

2012; Kerr et al., 2020). Araştırmalar, ebeveynlerin yalnızca çocuklarının damgalanmasına tanıklık etmekle kalmadıklarını; aynı zamanda bakma, yorum yapma, suçlama ve reddetme gibi damgalayıcı sosyal tepkilerin doğrudan hedefi hâline gelebildiklerini göstermektedir (Nelson et al., 2012; Rasset et al., 2022). Özellikle annelerin çocuklarının durumundan dolayı suçlandıkları, kendilerini yetersiz ya da sorumlu hissedebildikleri ve yoğun suçluluk duygusu yaşayabildikleri bildirilmektedir (Nelson et al., 2012).

Bazı sosyo-kültürel bağlamlarda ise yüz farklılığı; günah, lanet, karma ya da ahlaki bir ceza olarak yorumlanabilmekte; bu durum yalnızca görünür yüz farklılığı olan bireyi değil, aileyi de etkileyen yoğun bir utanç ve suçluluk deneyimine yol açabilmektedir (Swift & Bogart, 2021). Özellikle bazı kültürlerde görünür yüz farklılığı olan çocukların aile için bir utanç kaynağı olarak görülebildiği, bu nedenle çocukların sosyal dışlanma korkusuyla toplumdan gizlenebildiği bildirilmektedir. Ayrıca ebeveynlerin çocuklarının durumundan dolayı suçluluk hissettikleri, ihmalkâr ya da sorumlu olarak değerlendirilebildikleri ve bu durumun ailelerin sağlık hizmetlerine, eğitime ve sosyal destek mekanizmalarına erişimini olumsuz etkileyebildiği belirtilmektedir (Swift & Bogart, 2021). Ayrıca ebeveynlerin çocuklarının sosyal olarak kabul görmeyeceği, dışlanacağı ya da zorbalığa maruz kalacağı yönünde yoğun kaygılar yaşayabildikleri belirtilmektedir (Nelson et al., 2012; Rasset et al., 2022). Bu bulgular, görünür yüz farklılığına yönelik damgalanmanın yalnızca bireysel değil; aile ilişkilerini, ebeveyn kimliğini ve sosyal aidiyet süreçlerini de etkileyen çok katmanlı bir sosyal deneyim olduğunu göstermektedir. Görünür yüz farklılığı alanında çalışan uluslararası savunuculuk ağı Face Equality International'ın (2022) düşük ve orta gelirli ülkelerde yürüttüğü çalışmalarda da ailelerin suçlanma, çocukların saklanması, okuldan uzak tutulması ve bazı durumlarda ihmal ya da terk edilme gibi ağır sonuçlarla karşılaşabildiği belirtilmektedir (Swift, 2024).

Yapısal Damgalanma ve Sosyal Eşitsizlikler

Yapısal damgalanma, görünür yüz farklılığına yönelik olumsuz anlamların toplumsal kurumlar, politikalar, medya temsilleri ve kültürel normlar aracılığıyla yeniden üretilmesini ifade etmektedir (Pryor & Reeder, 2011; Rasset et al., 2022). Bu bağlamda medya, güzellik endüstrisi, sağlık sisteminin tıbbi düzeltmeye odaklanan yaklaşımı, okul ortamlarında kapsayıcı uygulamaların eksikliği ve ayrımcılık karşıtı politikaların yetersizliği yapısal damgalanmanın önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Rumsey & Harcourt, 2012; Swift & Bogart, 2021). Swift ve Bogart (2021), görünür yüz farklılığı olan bireylerin çoğu zaman engellilik ve insan hakları tartışmalarında açık biçimde tanınmadığını; bu nedenle sosyal, hukuki ve sağlık sistemleri içinde görünmez kaldıklarını vurgulamaktadır. Bu görünmezlik, bireylerin eğitim, istihdam, sağlık hizmetleri, psikososyal destek ve sosyal katılım alanlarında eşitsizlik yaşamasına neden olabilmektedir.

Medya ve sosyal medya, damgalanmanın hem yeniden üretildiği hem de dönüştürülebildiği önemli yapısal alanlardır. Geleneksel medyada görünür yüz farklılığı olan bireylerin sıklıkla kötü karakter, mağdur, trajik figür ya da düzeltilmesi gereken bedenler olarak temsil edilmesi, görünür farklılık ile olumsuz ahlaki özellikler arasında problemli bir ilişki kurulmasına neden olmaktadır (Wardle & Boyce, 2009; Garrisi et al., 2018; Mathews et al., 2023). Bu tür temsiller, görünür yüz farklılığı olan bireylerin toplumsal kabulünü zorlaştırabilmekte ve görünüm temelli stereotipleri güçlendirebilmektedir (Workman et al., 2021; Rasset et al., 2022). Ayrıca görünür farklılıkların medyada yeterince temsil edilmemesi, bireylerin toplumsal görünmezlik ve dışlanmışlık deneyimlerini artırabilmektedir (Changing Faces, 2019). Buna karşılık olumlu ve gerçekçi medya temsillerinin, görünür farklılığa ilişkin önyargıları azaltma ve görünüm çeşitliliğini normalleştirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Stone, 2022; Mathews et al., 2023). Sosyal medya da benzer biçimde çift yönlü bir etkiye sahiptir. Bir yandan görünüm temelli karşılaştırmalar ve dışlayıcı yorumlar yoluyla damgalanmayı pekiştirebilmekte; diğer yandan görünür yüz farklılığı olan bireyler için görünürlük, deneyim paylaşımı, topluluk oluşturma ve kolektif farkındalık geliştirme açısından önemli fırsatlar sunabilmektedir (Guest et al., 2026).

Yapısal eşitsizlikler yalnızca medya temsilleriyle sınırlı değildir. Araştırmalar, görünür yüz farklılığı olan bireylerin eğitim, istihdam ve gündelik sosyal yaşamda görünüm temelli ayrımcılıkla karşılaşabildiğini göstermektedir. Özellikle iş görüşmelerinde bireylerin daha az güvenilir, daha az yetkin ve daha az istihdam edilebilir olarak değerlendirilebildiği; müşteriyle yüz yüze iletişim gerektiren pozisyonlarda daha düşük işe alınma olasılığıyla karşılaşabildiği bildirilmektedir (Rankin & Borah, 2003; Stone & Wright, 2012, 2013; Rasset et al., 2022). Bunun yanı sıra bakma, dışlama, sosyal mesafe ve kaçınma davranışları gibi ayrımcı tepkilerin sosyal yaşamda sürdüğü belirtilmektedir (Rumsey & Harcourt, 2004; Rasset et al., 2022). Okul

ortamlarında ise akran zorbalığı, sosyal dışlanma ve damgalayıcı yorumların görünür yüz farklılığı olan çocuk ve ergenlerin aidiyet duygusunu, sosyal katılımını ve psikososyal uyumunu olumsuz etkileyebildiği vurgulanmaktadır (Feragen & Borge, 2010; Griffiths et al., 2012; Shapiro et al., 2015).

Yapısal damgalanma sağlık sistemlerinin yaklaşımını da şekillendirmektedir. Görünür yüz farklılığının çoğu zaman düzeltilmesi gereken bireysel bir sorun olarak ele alınması, sosyal ve yapısal eşitsizliklerin görünmez kalmasına neden olabilmektedir. Cerrahi müdahalenin temel çözüm olarak sunulması, bireylerin "normal" görünmek zorunda oldukları yönündeki toplumsal baskıları güçlendirebilmekte ve görünür yüz farklılığının sosyal ile psikososyal boyutlarını arka plana itebilmektedir (Rasset et al., 2022; Swift & Bogart, 2021; Harcourt et al., 2025). Ayrıca sağlık, eğitim ve sosyal hizmet sistemlerinde kapsayıcı ve koordineli destek mekanizmalarının yetersizliği, yaşam boyu sürebilen kümülatif dezavantajların ortaya çıkmasına katkıda bulunabilmektedir (Sarwer et al., 2022).

Bu süreçler, görünür yüz farklılığının yalnızca bireysel bir görünüm farklılığı değil; aynı zamanda insan hakları, sosyal adalet ve eşit yurttaşlık meselesi olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Face Equality International, görünür yüz farklılığı olan bireylerin küresel ölçekte eşitsizlik, marjinalleşme ve insan hakları ihlalleriyle karşılaşabildiğini vurgulamaktadır. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde bazı ailelerin çocuklarını sosyal dışlanma korkusuyla saklayabildiği ve eğitim ile sağlık hizmetlerine erişimde ciddi engeller yaşayabildiği bildirilmektedir (Swift & Bogart, 2021; Face Equality International, 2022). Türkiye'de faaliyet gösteren Yüzümle Mutluyum Derneği ise "yüz eşitliği" kavramını, bireylerin yüz görünümü ne olursa olsun ayrımcılık ve zorbalığa maruz kalmadan eşit ve adil biçimde kabul görmesi olarak tanımlamaktadır. (Yüzümle Mutluyum Derneği, n.d.)

Bu nedenle görünür yüz farklılığı alanında geliştirilecek sosyal hizmet uygulamalarının yalnızca bireysel uyuma değil; ayrımcılık karşıtı politikaların güçlendirilmesine, kapsayıcı medya temsillerinin artırılmasına, koordineli psikososyal hizmetlerin yaygınlaştırılmasına, hak temelli savunuculuk çalışmalarına ve toplumsal farkındalığın geliştirilmesine de odaklanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, görünür yüz farklılığı olan bireylerin yalnızca psikolojik uyumunun değil; öz yeterliliklerinin, toplumsal katılımlarının ve hak temelli güçlenmelerinin desteklenmesini gerekli kılmaktadır (Ulucan Özkan, 2026).

Sonuç ve Öneriler

Görünür yüz farklılığı, yalnızca tıbbi veya estetik bir durum olarak değil, damgalanma, ayrımcılık, dışlanma ve eşitsiz tanınma süreçleriyle şekillenen sosyal olarak inşa edilmiş bir deneyim olarak anlaşılmalıdır. Literatür, görünür yüz farklılığı olan bireylerin yaşadığı birçok psikososyal zorluğun yalnızca görünümün kendisinden değil, aynı zamanda damgalayıcı sosyal tepkilerden, dışlayıcı güzellik normlarından, ayrımcı kurumsal uygulamalardan ve görünüme dayalı yapısal eşitsizliklerden de kaynaklandığını göstermektedir (Rasset vd., 2022; Swift & Bogart, 2021). Bu bulgular, görünür yüz farklılığının yalnızca bireysel bir uyum sorunu olmaktan ziyade, çok boyutlu bir sosyal adalet ve insan hakları sorunu olduğunu vurgulamaktadır.

İnceleme ayrıca, damgalanmanın birbirine bağlı düzeylerde işlediğini göstermektedir. Kamusal damgalanma, öz-damgalanma, ilişki yoluyla damgalanma ve yapısal damgalanma, bireylerin psikolojik iyilik hallerini, sosyal katılımlarını, aile ilişkilerini, eğitim deneyimlerini ve fırsatlara erişimlerini topluca şekillendirir. Bakışma, zorbalık, müdahaleci sorular, sosyal kaçınma ve dışlanma gibi günlük deneyimler, öz saygıyı, beden imajını, aidiyeti ve psikososyal uyumu olumsuz etkileyebilir (Bogart vd., 2012; Rumsey & Harcourt, 2004; Rasset vd., 2022). Buna ek olarak, özellikle görünür farklılığın ahlaki yargı veya sosyal damgalanma ile ilişkilendirildiği sosyo-kültürel bağlamlarda, aile üyeleri de suçlama, utanç ve sosyal izolasyon yaşayabilir (Swift & Bogart, 2021).

Sosyal hizmet perspektifinden bakıldığında, görünür yüz farklılıklarına yönelik müdahaleler bu nedenle hak temelli, ayrımcılık karşıtı ve yapısal olarak bilgilendirilmiş yaklaşımlara dayanmalıdır. Sosyal hizmet uygulaması, bireysel psikososyal desteğin ötesine geçerek aile merkezli müdahaleleri, okul temelli farkındalık programlarını, akran ve topluluk destek ağlarını, medya savunuculuğunu ve ayrımcılık karşıtı politika girişimlerini içermelidir (Dominelli, 2002; Thompson, 2016; Swift & Bogart, 2021). Bu bağlamda, sosyal hizmet uzmanlarının rolü, bireylerin damgalanmayla başa çıkmalarına destek olmakla sınırlı değildir; aynı zamanda görünüşe dayalı ayrımcılığı yeniden üreten sosyal normlara, kurumsal uygulamalara ve yapısal eşitsizliklere meydan okumayı da içerir.

Kamusal damgalanmayı hedefleyen müdahaleler, okul temelli farkındalık programları, ayrımcılık karşıtı eğitim, medya savunuculuğu ve görünüm çeşitliliğini teşvik eden kapsayıcı temsil politikaları aracılığıyla toplumsal önyargıyı azaltmaya odaklanmalıdır. Özellikle, yüzlerinde görünür farklılıklar bulunan bireylerin medyada yalnızca mağduriyet anlatıları veya düzeltilmesi gereken bedenler olarak değil, günlük sosyal yaşamın doğal ve çeşitli katılımcıları olarak temsil edilmesi önemlidir.

Öz-damgalanmayı ele alan müdahaleler, olumsuz sosyal mesajların içselleştirilmesini azaltmayı, öz saygıyı güçlendirmeyi, olumlu beden imajını desteklemeyi ve sosyal katılım becerilerini geliştirmeyi hedeflemelidir. Psikososyal destek, güçlendirmeye dayalı danışmanlık, akran desteği ve topluluk temelli uygulamalar, yalnızlık ve dışlanma duygularını azaltarak olumlu kimlik gelişimine katkıda bulunabilir.

İlişki yoluyla oluşan damgalanmayla mücadelede, aileler ve bakım verenler müdahale sürecine aktif olarak dahil edilmelidir. Aile danışmanlığı, ebeveyn destek grupları ve psiko-eğitim programları, ailelerin suçluluk, utanç, aşırı korumacılık ve sosyal izolasyon duygularıyla başa çıkmalarına yardımcı olabilir. Aynı zamanda, ailelerin damgalayıcı sosyal tepkilere karşı dirençlerini güçlendirmeleri ve sosyal destek ağlarına erişimlerini iyileştirmeleri konusunda desteklenmelidir.

Yapısal damgalanmayı hedefleyen müdahaleler, kurumsal düzeyde görünüşe dayalı eşitsizliklerin tanınmasını ve dönüştürülmesini gerektirir. Bu bağlamda, sosyal hizmet, ayrımcılık karşıtı politika geliştirme, kapsayıcı eğitim ve sağlık hizmetlerinin genişletilmesi, görünüşe dayalı zorbalık ve ayrımcılığa karşı yasal korumaların güçlendirilmesi ve insan haklarına dayalı savunuculuk çalışmalarında aktif rol oynamalıdır. Bu yaklaşım, görünür yüz farklılığını yalnızca bireysel uyum sorunu olarak değil, onur, eşitlik, katılım ve sosyal içerme meselesi olarak konumlandırır.

Türkiye bağlamında, görünür yüz farklılığı üzerine sosyal hizmet odaklı çalışmaların sınırlı sayıda olması, bu alanda daha fazla teorik, ampirik ve uygulama temelli araştırmaya duyulan ihtiyacı göstermektedir. Gelecekteki çalışmalar, görünür yüz farklılığı olan bireylerin eğitim, istihdam, sağlık hizmetlerine erişim, sosyal medya, aile ilişkileri ve sosyal katılım ile ilgili deneyimlerini çeşitli sosyo-kültürel bağlamlarda incelemelidir. Ayrıca, görünür yüz farklılığı olan bireylerin ve ailelerinin seslerini merkeze alan katılımcı ve hak temelli araştırma yaklaşımları, daha kapsayıcı ve etkili sosyal hizmet müdahalelerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

References

Bessell, A., & Moss, T. P. (2007). Evaluating the effectiveness of psychosocial interventions for individuals with visible differences: A systematic review of the empirical literature. Body Image, 4(3), 227-238. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2007.04.005.

Bogart, K. R. (2020). Socioemotional functioning with facial paralysis: Is there a congenital or acquired advantage? Health Psychology, 39(4), 345–354. https://doi.org/10.1037/hea0000838

Bogart, K. R., Bryson, B. A., & Harcourt, D. (2023). Disclosing the obvious: Psychosocial implications of (not) explaining facial differences. Body Image, 46, 91-102. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2023.04.009.

Bogart, K. R., Tickle-Degnen, L., & Joffe, M. S. (2012). Social interaction experiences of adults with Moebius syndrome: A focus group. Journal of Health Psychology, 17(8), 1212-1222. https://doi.org/10.1177/135910531143249

Bonanno, A., & Choi, J. Y. (2010). Mapping out the social experience of cancer patients with facial disfigurement. Health.

Bradbury, E. (2012). Meeting the psychological needs of patients with facial disfigurement. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 50(3), 193-196. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2010.11.022

Changing Faces. (2019). Visible difference in advertising and brand representation: Public attitudes research report. Changing Faces.

Clarke, S. A., Newell, R., Thompson, A., Harcourt, D., & Lindenmeyer, A. (2014). Appearance concerns and psychosocial adjustment following head and neck cancer: A cross-sectional study and nine-month follow-up. Psychology, Health & Medicine, 19(5), 505-518. https://doi.org/10.1080/13548506.2013.855319

Crerand, C. E., Rumsey, N., Kazak, A., Clarke, A., Rausch, J., & Sarwer, D. B. (2020). Sex differences in perceived stigmatization, body image disturbance, and satisfaction with facial appearance and speech among adolescents with craniofacial conditions. Body Image, 32, 190-198. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.01.005.

Dominelli L (2002) Anti-oppressive social work theory and practice. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Eagly, A. H., Ashmore, R. D., Makhijani, M. G., & Longo, L. C. (1991). What is beautiful is good, but…: A meta-analytic review of research on the physical attractiveness stereotype. Psychological Bulletin, 110, 109–128.

Face Equality International. (2022). Face Equality International reports and advocacy documents. Access Address: https://faceequalityinternational.org/

Feragen, K. B., & Borge, A. I. (2010). Peer harassment and satisfaction with appearance in children with and without a facial difference. Body Image, 7(2), 97-105. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2009.12.001.

Garrisi, D., & Johanssen, J. (2018). Competing narratives in framing disability in the UK media: A comparative analysis of journalistic representations of facial disfigurement versus practices of self-representations online. JOMEC Journal, (12), 128-144. https://doi.org/10.18573/jomec.172.

Germain, N., Augustin, M., François, C., Legau, K., Bogoeva, N., Desroches, M., ... & Sommer, R. (2021). Stigma in visible skin diseases–a literature review and development of a conceptual model. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 35(7), 1493-1504. https://doi.org/10.1111/jdv.17110

Ginsburg, I. H., & Link, B. G. (1989). Feelings of stigmatization in patients with psoriasis. Journal of the American Academy of Dermatology, 20(1), 53-63. https://doi.org/10.1016/S0190-9622(89)70007-4

Goffman, E. (1963). Stigma: Notes on the management of spoiled identity. Simon and Schuster.

Griffiths, C., Williamson, H., & Rumsey, N. (2012). The romantic experiences of adolescents with a visible difference: Exploring concerns, protective factors and support needs. Journal of Health Psychology, 17(7), 1053-1064. https://doi.org/10.1177/1359105311433909

Guest, E., Mathews, A., & Slater, A. (2026). Visible difference and social media: Harnessing a unique tool to increase support and reduce stigma. In Disfigurement (pp. 91-104). Routledge.

Halioua, B., Cribier, B., Frey, M., & Tan, J. (2017). Feelings of stigmatization in patients with rosacea. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 31(1), 163-168. https://doi.org/10.1111/jdv.13748

Harcourt, D., Krauter, M. A., Guest, E., & Bogart, K. R. (2025). Moving beyond the individual: The impact and importance of sociocultural influences on visible difference. Body Image, 53, 101900. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2025.101900.

Jamrozik, A., Oraa Ali, M., Sarwer, D. B., & Chatterjee, A. (2019). More than skin deep: Judgments of individuals with facial disfigurement. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13(1), 117–129. https://doi.org/10.1037/aca0000147

Jankowiak, B., Kowalewska, B., Krajewska-Kułak, E., & Khvorik, D. F. (2020). Stigmatization and quality of life in patients with psoriasis. Dermatology and Therapy, 10(2), 285-296. https://doi.org/10.1007/s13555-020-00363-1.

Kerr, A. M., Thompson, C. M., & Rubinsky, V. (2020). Memorable messages parents of children with vascular birthmarks receive from others: Implications for stigma and identity. Health Communication, 35(6), 685-695. https://doi.org/10.1080/10410236.2019.1582314

Lawrence, J. W., Rosenberg, L., Mason, S., & Fauerbach, J. A. (2011). Comparing parent and child perceptions of stigmatizing behavior experienced by children with burn scars. Body Image, 8(1), 70-73. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2010.09.004.

Link, B. G., & Phelan, J. C. (2001). Conceptualizing stigma. Annual Review of Sociology, 27(1), 363-385. https://doi.org/10.1146/annurev.soc.27.1.363

Masnari, O., Schiestl, C., Rössler, J., Gütlein, S. K., Neuhaus, K., Weibel, L., ... & Landolt, M. A. (2013b). Stigmatization predicts psychological adjustment and quality of life in children and adolescents with a facial difference. Journal of Pediatric Psychology, 38(2), 162-172. https://doi.org/10.1093/jpepsy/jss106

Masnari, O., Schiestl, C., Weibel, L., Wuttke, F., & Landolt, M. A. (2013a). How children with facial differences are perceived by non-affected children and adolescents: Perceiver effects on stereotypical attitudes. Body Image, 10(4), 515-523. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2013.05.007.

Mathews, A., Costa, B., Mikkola, A., & Harcourt, D. (2023). "Scars: How our wounds make us who we are": Improving appearance-based stigma, conceptualisation of beauty and body esteem through a documentary. Scars, Burns & Healing, 9, 20595131231205398. https://doi.org/10.1177/20595131231205398

Nelson, P. A., Kirk, S. A., Caress, A. L., & Glenny, A. M. (2012). Parents' emotional and social experiences of caring for a child through cleft treatment. Qualitative Health Research, 22(3), 346-359. https://doi.org/10.1177/1049732311421117

Pryor, J. B., & Reeder, G. D. (2011). HIV-related stigma. In B. Hall, J. Hall, & C. Cockerell (Eds.), HIV/AIDS in the Post-HAART Era: Manifestations, treatment and epidemiology (pp. 790-806). PMPH-USA.

Rankin, M., & Borah, G. L. (2003). Perceived functional impact of abnormal facial appearance. Plastic and Reconstructive Surgery, 111(7), 2140-2146.

Rasset, P., Mange, J., Montalan, B., & Stutterheim, S. E. (2022). Towards a better understanding of the social stigma of facial difference. Body Image, 43, 450-462. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2022.10.011.

Reynolds, L. M., & Harris, L. (2021). Stigma in the face of cancer disfigurement: A systematic review and research agenda. European Journal of Cancer Care, 30(1), e13327. https://doi.org/10.1111/ecc.13327

Rumsey, N., & Harcourt, D. (2004). Body image and disfigurement: Issues and interventions. Body Image, 1(1), 83-97. https://doi.org/10.1016/S1740-1445(03)00005-6.

Rumsey, N., & Harcourt, D. (2012). Oxford handbook of the psychology of appearance. Oxford University Press.

Sarwer, D. B., Siminoff, L. A., Gardiner, H. M., & Spitzer, J. C. (2022). The psychosocial burden of visible disfigurement following traumatic injury. Frontiers in Psychology, 13, 979574. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979574

Shapiro, D. N., Waljee, J., Ranganathan, K., Buchman, S. R., & Warschausky, S. (2015). Gender and satisfaction with appearance in children with craniofacial anomalies. Plastic and Reconstructive Surgery, 136(6), 789e–795e. https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000001803

Sharratt, N. D., Williamson, H., Zucchelli, F., & Kiff, J. (2020). Becoming known: Disclosure and exposure of (in) visible difference. Stigma and Health, 5(4), 413. https://doi.org/10.1037/sah0000212

Stone, A. (2022). Negative perceptions of people with facial disfigurement depend on a general attitude rather than on specific concerns. Stigma and Health, 7(3), 270.

Stone, A., & Potton, A. (2014). Emotional responses to disfigured faces: The influences of perceived anonymity, empathy, and disgust sensitivity. Basic and Applied Social Psychology, 36(6), 520-532. https://doi.org/10.1080/01973533.2014.958491.

Stone, A., & Wright, T. (2012). Evaluations of people depicted with facial disfigurement compared to those with mobility impairment. Basic and Applied Social Psychology, 34(3), 212-225. https://doi.org/10.1080/01973533.2012.674420

Stone, A., & Wright, T. (2013). When your face doesn't fit: Employment discrimination against people with facial disfigurements. Journal of Applied Social Psychology, 43, 515-526. https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2013.01032.x

Swift, P. (2024). Exposing human rights violations: Living with the stigma of facial disfigurement in an LMIC Mexico (p. 45). Face Equality International. https://faceequalityinternational.org/wp-content/uploads/2024/02/FEI-STIGMA-MEX-.pdf

Swift, P., & Bogart, K. (2021). A hidden community: Facial disfigurement as a globally neglected human rights issue. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research, 11(4), 652-657. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.09.011.

Thompson, A., & Kent, G. (2001). Adjusting to disfigurement: Processes involved in dealing with being visibly different. Clinical Psychology Review, 21(5), 663-682. DOI: 10.1016/S0272-7358(00)00056-8.

Thompson N (2016). Anti-discriminatory practice: Equality, Diversity and Social Justice (6th ed.). Palgrave Macmillan.

Toksoy, G., Ayma, D., Akoğul, P., & Eyigün, R. Y. (2023). Farkı yüzünde taşımak: İş yaşamı, sınırlar ve engeller. ViraVerita E-Dergi, 17, 170-195.

Ulucan Özkan, E. (2026). Empowerment in individuals with facial anomalies: Psychosocial challenges and social work in rare diseases. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar–Current Approaches in Psychiatry, 18(2), 427–437. https://doi.org/10.18863/pgy.1682268

Versnel, S. L., Duivenvoorden, H. J., Passchier, J., & Mathijssen, I. M. J. (2010). Satisfaction with facial appearance and its determinants in adults with severe congenital facial disfigurement: A case-referent study. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 63(10), 1642-1649. DOI: 10.1016/j.bjps.2009.10.018.

Wardle, C., Boyce, T., & Barron, J. (2009). Media coverage and audience reception of people with disfigurement or visible loss of function. The Healing Foundation.

Workman, C. I., Humphries, S., Hartung, F., Aguirre, G. K., Kable, J. W., & Chatterjee, A. (2021). Morality is in the eye of the beholder: The neurocognitive basis of the “anomalous-is-bad” stereotype. Annals of the New York Academy of Sciences, 1494(1), 3-17. https://doi.org/10.1111/nyas.14575

Yüzümle Mutluyum Derneği. (n.d.). Haberler. Access Address: (01.05.2026) https://www.yuzumlemutluyum.org

YAPAY ZEKÂ VE BLOCKCHAİN TABANLI AKILLI TEDARİK ZİNCİRLERİNİN İLAÇ PAZARLAMASINA YANSIMALARI

Ömer CENGİZ

Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi Sarıkamış Meslek Yüksek Okulu, Lojistik Bölümü, Kars-Türkiye, ORCID: 0000-0002-4645-3318

Nazan KORUCUK

Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kars-Türkiye, (Responsible Author), ORCID: 0000-0003-2208- 0657

Özet

Dijital dönüşümün hız kazandığı günümüzde, sağlık ve ilaç sektöründe veri odaklı sistemler gelişme göstermiştir. Bu durum hem uygulama sürecinde hem de pazarlama faaliyetlerin de önemli değişimleri beraberinde getirmiştir. Bu çalışma ile yapay zekâ ve blockchain teknolojisi ile tedarik zinciri uygulamalarının ilaç pazarlamasına olan etkileri lojistik ve pazarlama alanyazınında incelenmiştir. Yapay zekâ ve blockchain teknolojilerinin kullanımı ile ortaya çıkan akıllı tedarik zinciri uygulamalarının ilaç sektöründeki rolü bu çalışma ile incelenmiş ve bu yapıların pazarlama uygulamalarına yansımalarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tekniği kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, yapay zekâ uygulamalarının veri analizi, talep tahmini, tüketici davranışı ve hedef kitle bölümlendirmesi alanlarında pazarlama süreçlerinin daha etkili bir şekilde yönetileceğini göstermiştir. Özellikle blockchain teknolojisinin ilaç tedarikinde şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenirlik sağladığı görülmektedir. Blockchain teknolojisiyle, sahte ilaçların önlenmesi ve ürün güvenirliğini artırması önemli katkı sunmuştur. Araştırma bulguları aynı zamanda blockchain teknolojisi ve yapay zekâ uygulamalarının beraber kullanılmasıyla lojistik süreçlerinin de daha etkili ve verimli kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Uluslararası ilaç pazarında görünen büyüme eğilimleriyle birlikte dijitalleşmenin pazarlama ve lojistik uygulamalarında etkisinin giderek arttığı görülmektedir. Türkiye'de düzenleyici sistemlerin etkisiyle pazarlama ve lojistik faaliyetleri daha çok sağlık görevlileri üzerinden yürütülmektedir. Bu durumda da dijital ve veri odaklı yaklaşımların gün geçtikçe önem kazandığını göstermektedir. Tüm bu etkilerin bir sonucu olarak, yapay zekâ ve blockchain tabanlı akıllı tedarik zincirlerinin güven ve şeffaflık tabanlı bir anlayış oluşturmuştur. Bu çalışma ile hem uygulayıcılara hem de araştırmacılara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Blockchain, Tedarik Zinciri, Lojistik, Pazarlama, İlaç Pazarlaması.

THE IMPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BLOCKCHAIN-BASED SMART SUPPLY CHAINS ON PHARMACEUTICAL MARKETING

Abstract

In today's world, where digital transformation is gaining momentum, data-driven systems have seen significant development in the healthcare and pharmaceutical sectors. This has brought about major changes in both operational processes and marketing activities. This study examines the impact of supply chain applications utilizing artificial intelligence and blockchain technology on pharmaceutical marketing within the logistics and marketing literature. The role of smart supply chain applications—enabled by the use of artificial intelligence and blockchain technologies—in the pharmaceutical sector is explored in this study, with the aim of analyzing how these structures influence marketing practices.

The study employed the document analysis technique, one of the qualitative research methods. According to the research findings, artificial intelligence applications have demonstrated that marketing processes can be managed more effectively in the areas of data analysis, demand forecasting, consumer behavior, and target audience segmentation. In particular, blockchain technology has been shown to provide transparency, traceability, and reliability in the pharmaceutical supply chain. Blockchain technology has made significant

contributions to preventing counterfeit drugs and enhancing product reliability. The research findings also indicate that the combined use of blockchain technology and artificial intelligence applications enables logistics processes to be managed more effectively and efficiently.

Along with the growth trends observed in the international pharmaceutical market, the impact of digitalization on marketing and logistics practices is increasingly evident. In Turkey, due to the influence of regulatory systems, marketing and logistics activities are primarily conducted through healthcare professionals. This situation demonstrates that digital and data-driven approaches are gaining importance day by day. As a result of all these factors, artificial intelligence and blockchain-based smart supply chains have fostered an understanding rooted in trust and transparency. This study presents various recommendations for both practitioners and researchers.

Keywords: Artificial Intelligence, Blockchain, Supply Chain, Logistics, Marketing, Pharmaceutical Marketing.

GİRİŞ

Sağlık ve ilaç sektöründe dijitalleşmenin gelişmesiyle birlikte önemli değişimler meydana gelmiştir. Yapay zeka ve blockchain teknolojilerinin gelişmesiyle beraber tedarik zinciri yönetiminden, pazarlama stratejilerine kadar önemli değişimler yaşanmıştır (Demirdöğmez, 2022). İlaç sektörü, yüksek düzenleyici zorunluluklar, ürün güvenliği ve izlenebilirlik sistemleri nedeniyle bu teknolojilerin uygulanmasında öncü alanlardan biri olarak ön plana çıkmaktadır.

Blockchain teknolojisi, değiştirilemez kayıt yapısı sayesinde ilaç tedarik zincirinde şeffaflık ve güvenilirliği artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle sahte ilaç sorunuyla mücadelede, ürünlerin üretimden son kullanıcıya kadar izlenebilirliğini sağlayarak önemli bir çözüm sunmaktadır (Kshetri, 2018). Bundan dolayı blockchain tabanlı sistemlerin, tedarik zinciri süreçlerinde veri bütünlüğünü sağladığı ve paydaşlar arasında güveni artırdığı ifade edilmektedir (Casino vd., 2019). Aynı zamanda, bu teknolojinin sağladığı veri doğruluğu ve güvenilirlik, ilaç pazarlamasında tüketici güveninin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Öte yandan yapay zekâ, büyük veri analitiği ve makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla tüketici davranışlarını analiz etme, talep tahmini yapma ve kişiselleştirilmiş pazarlama stratejileri geliştirme imkânı sunmaktadır (Jiang vd., 2017). İlaç sektöründe yapay zekâ uygulamaları yalnızca Ar-Ge süreçleriyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda pazarlama faaliyetlerinde de veri odaklı karar alma süreçlerini desteklemektedir. Bu doğrultuda, hastaların ve sağlık profesyonellerinin davranışlarının daha iyi anlaşılması, hedef odaklı ve etkili pazarlama stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Davenport & Kalakota, 2019).

Yapay zekâ ve blockchain teknolojilerini uygulanması ise "akıllı tedarik zinciri" kavramının alanyazına girmesine sebep olmuştur. Akıllı tedarik zinciri, anlık veri akışı, akıllı karar sistemleri ve şeffaflık gibi özellikleriyle geleneksel sitemlerin dışına çıkarak daha güvenilir bir yapı sunmuştur (Saberi vd., 2019; Cengiz, 2021). Bu yapı sadece ilaç sektöründeki çalışma verimliliğini artırmakla kalmayıp, pazarlama faaliyetlerinde de hız ve müşteri odaklı anlayışın güçlenmesine sebep olmuştur (Doğan, 2022).

İlaç pazarlamasının tüketici tercihleri üzerinde etkileri bulunmaktadır. Özellikle güvenirlilik, kontrol edilebilirlik, izlenebilirlik ve verilerin doğruluğu tüketici tercihlerini etkilemektedir. Blockchain tabanlı akıllı tedarik zincirleri ile ürünün orijinal olduğu kanıtlanarak marka güvenirliği artmaktadır. Yapay zekâ destekli analizlerle hedef kitleye doğru ve etkili mesajların ulaştırılması sağlanmaktadır. Böylelikle ilaç pazarlaması geleneksel yöntemlerin dışına çıkarak daha çok teknoloji tabanlı sistemlere dönüşümü beraberinde getirmiştir (Treiblmaier, 2018).

Yapay zekâ ve blockchain teknolojilerinin kullanımı ile ortaya çıkan akıllı tedarik zinciri uygulamalarının ilaç sektöründeki rolü bu çalışma ile incelenmiş ve bu yapıların pazarlama uygulamalarına yansımalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu teknolojilerin tedarik zinciri süreçlerinde sağladığı şeffaflık ve izlenebilirlik veri temelli karar alma süreçlerini ilaç pazarlaması üzerindeki yansımalarının ortaya konulması hedeflenmiştir. Böylelikle yapay zekâ ve blockchain tabanlı sistemlerin ilaç sektöründe özellikle tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde güven, şeffaflık, etkinlik ve rekabet avantajı oluşturmadaki rolü değerlendirilerek; üreticiler, dağıtıcılar, lojistik hizmet sağlayıcıları, sağlık profesyonelleri, tüketiciler, pazarlama uzmanları ve ilgili alanyazına katkı sağlanması beklenmektedir. Çalışmanın amacına ulaşabilmesi amacıyla belirlenen

araştırma sorusu ise şu şekildedir: "Yapay zekâ ve blockchain tabanlı akıllı tedarik zincirlerinin ilaç pazarlaması üzerindeki etkileri alanyazında nasıl değerlendirilmektedir?" şeklindedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Yöntemi

Çalışmanın amacına ulaşılabilmesi ve belirlenen araştırma sorusunun yanıtlanabilmesi için sosyal bilimlerde yaygın olarak tercih edilen nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizinden yararlanılmıştır. Doküman analizi, araştırmacının çalışma konusu doğrultusunda ilgili alanyazında yer alan yazılı, görsel ve dijital kaynakları sistematik bir biçimde inceleyerek veriye ulaşmasını sağlayan bir yöntemdir (Bowen, 2009). Bu çalışmada, yapay zekâ ve blockchain teknolojisi tabanlı akıllı tedarik zincirlerinin ilaç pazarlaması üzerindeki yansımalarını ortaya koyabilmek amacıyla ilgili alanyazın kapsamlı bir şekilde taranmıştır Bu süreçte, tedarik zinciri yönetimi, lojistik faaliyetler, dijital dönüşüm ve ilaç pazarlaması alanlarında yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen veriler, içerik analizi yaklaşımı doğrultusunda tematik olarak sınıflandırılmıştır. Yapay zekâ ve blockchain teknolojilerinin tedarik zinciri ve lojistik süreçler üzerindeki etkileri ile bu etkilerin ilaç pazarlaması üzerindeki yansımaları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Dijital dönüşümün önem kazandığı günümüzde yapay zekâ ve blockchain sitemleri gibi ileri teknolojiler, sağlık ve ilaç sektöründe pazarlama ve lojistik yaklaşımlarını da köklü bir değişime sürüklemiştir. Akıllı tedarik zinciri şeffaf ve izlenebilir olmasından dolayı gün geçtikçe önem kazanan bir uygulama olmuştur (Saberi et al., 2019). Bulgular bölümünde *Yapay Zekâ ve Gelişim Süreci, Blockchain Tabanlı Akıllı Tedarik Zincirleri ve Lojistik Önemi ile Küresel ve Türkiye'de İlaç Pazarı ve Pazarlaması* konularına yer verilmiştir.

Yapay Zekâ ve Gelişim Süreci

Yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin insana benzer bilişsel süreçlerinin taklit edilmesini sağlayan yöntemler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerindeki gelişmeler, büyük veri setlerinin analiz edilmesini mümkün kılarak birçok sektörde dönüşüm yaratmıştır (Coşkun & Gülleroğlu, 2021; Jiang et al., 2017). Sağlık sektöründe yapay zekâ uygulamaları; hastalık teşhisi, tedavi planlaması ve ilaç geliştirme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Davenport & Kalakota, 2019).

Pazarlama kapsamında ise değerlendirildiğinde yapay zekâ, tüketici davranışlarının analizi, talep tahminleri ve kişiye uygun pazarlama stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. İlaç sektöründe bu durum sağlık yöneticilerine yönelik iletişim süreçlerinin iyileştirmesini sağlamaktadır. Bu durumda hasta odaklı pazarlama yaklaşımlarının gelişmesini mümkün kılacaktır. Böylece yapay zekâ, pazarlama faaliyetlerinde etkinlik ve hedefleme doğruluğunu artıran stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır (Huang & Rust, 2021).

Blockchain Tabanlı Akıllı Tedarik Zincirleri ve Lojistik Önemi

Blockchain teknolojisi, merkezi olmayan yapısı ve değiştirilemez kayıt sistemi sayesinde veri güvenliği ve şeffaflık sağlamaktadır. Blockchain teknolojisi özellikle karmaşık yapıya sahip ilaç tedarik zincirlerinde kritik bir avantaj sunmaktadır. İlaç sektöründe sahte ürünlerin önlenmesi, ürünlerin izlenebilirliğinin sağlanması ve düzenleyici gerekliliklerin karşılanması açısından blockchain tabanlı sistemler önemli bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Mackey & Nayyar, 2017; Tüfenk, 2023).

Akıllı tedarik zinciri, yapay zekâ ve blockchain teknolojilerinin birleştirilmesi ile şeffaflık ve güvenli veri paylaşımı sağlayan sistemler olarak tanımlanabilir. Bu sistemler ile lojistik süreçleri daha etkin ve verimli bir şekilde yönetilmektedir. Bu sistemler aynı zamanda maliyetleri azalmasına ve faaliyetlerin verimliliğinin artmasına olanak sağlamaktadır.

(Kshetri, 2018). Özellikle ilaç lojistiğinde sıcaklık kontrolü, teslimat süreleri ve ürün güvenliği gibi kritik unsurların yönetimi, bu teknolojilerin sağladığı avantajlarla daha güvenilir hale gelmektedir (Karagenç &

Dedeoğlu, 2026). Blockchain tabanlı lojistik sistemler, tedarik zincirindeki tüm paydaşların arasında güven oluşturarak iş birliği içinde olmalarını sağlamaktadır. Bu iş birliği ile paydaşlar arasındaki bilgi farklılığı azalacaktır. Bu durum sadece faaliyet sürecini değil aynı zamanda pazarlama yönetimini de dolaylı etkileyecektir. Böylelikle güvenilir ve şeffaf bir tedarik zinciri yapısı, marka algısı ve tüketici güvenini artıracaktır (Treiblmaier, 2018; Murat, 2025).

Küresel ve Türkiye'de İlaç Pazarı ve Pazarlaması

Küresel ilaç pazarı, son yıllarda istikrarlı bir büyüme göstermektedir. İlaç pazarı 2024 yılı itibariyle 1,8 trilyon ABD doları büyüklüğüne ulaştığı bilinmektedir (IQVIA, 2024). İlaç pazarında biyoteknoloji alanındaki gelişmeler ve yaşlı nüfusunun artması, kronik hastalıkların yaygınlaşması sebebiyle artış yaşanmıştır. Dijital sağlık uygulamalarının yaygınlaşması ve veri temelli yaklaşımların benimsenmesi, ilaç pazarlamasında önemli değişimlere yol açmaktadır (Ekiyor & Durmuş, 2021).

Türkiye ilaç pazarında büyüme eğilimi gösterilmiştir. Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu verilerine göre son yıllarda hem nicelik hem de değer açısından önemli artış kaydedilmiştir. Türkiye'de ilaç pazarlaması, düzenleyici çerçeveler nedeniyle doğrudan tüketiciye yönelik reklamlardan ziyade sağlık profesyonelleri üzerinden yürütülmekte; bu durum pazarlama stratejilerinin yapısını doğrudan etkilemektedir (Kılıçarslan & Takkasız, 2019). Dijitalleşmenin gelişmesiyle birlikte hasta farkındalığını artıran içerik pazarlaması ile veri temelli iletişim önem kazanmaya başlamıştır.

Küresel ölçekte ilaç pazarlaması, geleneksel tanıtım yöntemlerinden dijital ve veri odaklı yaklaşımlara doğru değişim göstermeye başlamıştır. Yapay zekâ destekli analizler, hedef kitle bölümlendirmesi ve iletişim stratejileri geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Blockchain teknolojisi ise pazarlama faaliyetlerinin temelini oluşturan güven unsurunu güçlendirmektedir (Huang & Rust, 2021; Habıbbeylı & Hasanov, 2021). Bu iki teknolojinin bütünleşmesi ilaç pazarlamasında rekabet avantajı elde edilmesine katkı sağlayan önemli bir unsur olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapay zeka ve blockchain teknolojilerinin ilaç sektörü ve diğer bir çok sektörde teknolojik anlamda yenilik sağladığı görülmüştür. Bu durum sadece teknolojik bir yenilik değil aynı zamanda pazarlama anlayışını da şekillendiren bir unsur haline gelmiştir. Yapay zeka pazarlama alanında veri temellerini güçlendirerek, iletişim etkinliğini artırmaktadır. Blockchain teknolojisinde ise tedarik zinciri ve lojistik sistemlerinin şeffaf bir şekilde izlenmesini ve sürekli izlenebilir olmasından dolayı güven sağlamaktadır. Bu durum pazarlama faaliyetlerini güçlendirmektedir.

Akıllı tedarik zinciri yapılarının oluşmasıyla birlikte, ilaç sektöründe verimlilik artmıştır. Böylelikle ürün güvenliği, doğru teslimat ve süreçteki şeffaflık daha etkin ve verimli yönetilmektedir. Bu gelişmeler tüketici güvenini artırmış olup, marka algısının güçlenmesine katkı sağlamıştır. Özellikle ilaç sektöründe, güven temelli pazarlama anlayışının önemi daha da belirgin hale gelmiştir. Sonuç olarak, yapay zeka ve blockchain uygulamalarının birleşmesi, ilaç pazarlamasında geleneksel yöntemlerden veri odaklı ve teknoloji temelli stratejilere geçişi hızlandıran önemli bir dönüşüm aracı haline gelmiştir.

Araştırmada hem uygulayıcılara hem de araştırmacılara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur. İlaç sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yapay zekâ ve blockchain teknolojilerini sadece uygulama süreçlerinde değil aynı zamanda pazarlamaya yönelik stratejilerinde de aktif bir şekilde kullanmaları önerilmektedir. Müşteri davranışları analiz edilirken hedef kitle bölümlendirmesi ve iletişim stratejilerinin geliştirilmesinde yapay zekâ uygulamalarına yer verilmesi önem taşımaktadır. Blockchain uygulamalarının tedarik zinciri ve lojistik sistemlerinde yaygınlaşması önem arz etmektedir. Çünkü ürün izlenebilirliğini artırılması ve sahte ilaç riskinin azaltılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu durumun işletmelerin pazarlama faaliyetlerine dolaylı olarak güven ve marka değerinde artışa pozitif yönde yansıyacağı değerlendirilmektedir. Araştırmacılar için, bu çalışma nitel yöntemle yazılmış olup yapay zeka ve blockchain tabanlı uygulamaların ilaç pazarlamasına etkilerini nicel veya karma yöntemlerle test edilmesi önerilmektedir. Farklı ülkelerde karşılaştırmalı analizlerin yapılması da konunun daha derinlemesine incelenmesine olanak sağlayabilir. Bunun yanında tüketici güveni, marka algısı ve satın alma davranışlarına etkilerinin çeşitli değişkenler üzerinden deneysel yöntemlerle incelenmesi alanyazına katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, *9*(2), 27-40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and informatics*, *36*, 55-81. https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006

Cengiz, Ö. (2021). *Lojistik 4.0 Türkiye lojistik sektörü durum analizi.* Siyasal Kitabevi.

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, *54*(3), 947-966. https://doi.org/10.30964/auebfd.916220

Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal, 6*(2), 94–98. https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94

Demirdöğmez, M. (2022). *Blockchain teknolojisi ve yapay zekâ.* İçinde E. B. Ceyhan & O. Yılmaz (Ed.), Blockchain teknolojisi: Güncel teknolojilerle ilişkisi (ss. 65–118). Nobel Akademik Yayıncılık.

Doğan, Ş. (2022). *İlaç sektörü satış ve pazarlama stratejileri*. Eğitim Yayınevi.

Ekiyor, A., & Durmuş, A. (2021). Dijital ilaç pazarlamasında marka farkındalığı. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, *7*(2), 345-365.

Habıbbeylı, A., & Hasanov, F. (2021). Blockchain teknolojisinin pazarlamaya etkisi ve kullanım olanaklarının araştırılması. *TURAN: Stratejik Arastirmalar Merkezi*, *13*, 90-100.

Huang, M. H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. Journal of the academy of marketing science, 49(1), 30-50. https://doi.org/10.1007/s11747-020-00749-9

IQVIA. (2024). *The global use of medicines 2024: Outlook to 2028*.

Karagenç, H., & Dedeoğlu, M. A. (2026). Blockchain Teknolojisinin Uluslararası Tedarik Zinciri Yönetimine Etkisi. *Econder Uluslararası Akademik Dergi*, *9*(2), 155-170. https://doi.org/10.35342/econder.1618936.

Kılıçarslan, M., & Takkasız, B. (2019). Dünyada ve Türkiye'de tıbbi cihaz sektöründe pazarlamanın önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 966-971.

Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management, 39*, 80–89. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., Wang, Y., Dong, Q., Shen, H., & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology, 2*(4), 230–243. https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101

Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert opinion on drug safety*, *16*(5), 587-602. https://doi.org/10.1080/14740338.2017.1313227

Murat, C. B. (2025). Geleceğin teknolojileri ve pazarlama: Metaverse, blockchain ve ötesi. In B. Tuncer (Ed.), *Pazarlama 5.0: İnsan ve teknolojinin stratejik işbirliği* (ss. 23–52). Özgür Yayınları.

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research, 57*(7), 2117–2135. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261

Treiblmaier, H. (2018). The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. *Supply chain management: an international journal*, *23*(6), 545-559. https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029

Tüfenk, M. B. (2023). Uluslararası ticarette blockchain teknolojisi üzerine genel bir bakış. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, *10*(33), 31-42.

LOOKING BACK TO INDIA: A LIGHT ON A.K. RAMANUJAN'S POETRY

Jaheda Sharmin Urmi

Student, Metropolitan University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of English, Sylhet-Bangladesh., (Responsible Author) ORCID: 0009-0001-0306-6799

Abstract

This paper explores the bicultural and ironic perspective of A.K. Ramanujan, a central figure in Indian English literature often characterized as the "poet of exile." Despite residing in the United States, Ramanujan's poetic lens remained fixed on his Indian roots, specifically his memories of Mysore and Madurai. This study examines how Ramanujan utilizes a "bicultural viewpoint" to bridge the geographical and emotional gap between his American present and his South Indian cultural past. Through a close reading of selected poems including "A River," "Snakes," "The Striders," and "Love Poem for a Wife" the research highlights Ramanujan's unique ability to de-romanticize Indian life. In "A River," he employs biting irony to critique the poetic neglect of human suffering during the Vaikai River floods. In "Snakes" and "The Striders," he juxtaposes Hindu mythology and religious rituals with personal fear and spiritual resilience. Finally, "Love Poem for a Wife" illustrates how unshared childhood memories and domestic cultural frameworks create an enduring "memory-filled presence" that shapes identity in the diaspora. The paper concludes that Ramanujan's work serves as a vital link between the sacred and the mundane, offering a realistic, unidealized re-examination of Indian identity that balances tradition with modern change.

Keywords: A.K. Ramanujan, Indian English Poetry, Cultural Identity, Diaspora, Irony, Memory.

Introduction

A.K. Ramanujan, a major figure in Indian English literature also known as the poet of exile, used a bicultural viewpoint to look at the details of his background. Ramanujan resided and worked in the United States but often wrote about his past in Mysore and Madurai. He used his poetry to shorten the gap between his present and his cultural past. His work shows a clear, ironic perspective of Indian life, myths, and identity. Ramanujan often reflected on his homeland through memory, culture, and language. His poetry creates a link between distance and belonging, where India is not just remembered but also re-examined with honesty and irony. In poems such as "A River," "Snakes," "The Striders," and "Love Poem for a Wife," Ramanujan sheds light on Indian realities, traditions, myth, and memories showing how history and change affect modern Indian identity. As noted by contemporary scholarship, "A. K Ramanujan as poet has unique ways of expressing various issues of India" (Rajesh & Kannadhasan, 2019).

Materials and Methods

This study adopts a text-based analytical approach to scrutinize the thematic motifs and imagery within A.K. Ramanujan's poetry. By examining the structural layout of his verses alongside his background as an expatriate writer, this analysis isolates how displacement shapes the poetic retrieval of home, memory, and traditional South Asian frameworks.

Findings and Discussion

Ramanujan's critique of romanticized Indian life is particularly evident in "A River," a piece deeply rooted in the Indian context. Ramanujan uses the Vaikai River in Madurai as a strong, ironic symbol to criticize how classical and modern poets don't care about human suffering. The poem reflects India not through romantic idealization but by presenting a realistic picture of India. He reflected the reality of Nature's duality of India, the life of Indian people often affected by the extreme climate change which the poem vividly describes.

During the hot summer, the river barely flows, “baring the sand ribs, / straw and women's hair / clogging the watergates” (Ramanujan, 1976, lines 7-9). But the poets only sang of the floods, ignoring the sad truth of drought. The poem shows how poetic ideals and the hard facts of life differ. It asks for a look at the harsh results of neglect. The poet uses strong images to focus on a real tragedy: “The new poets still quoted / the old poets, but no one spoke / in verse of the pregnant woman / drowned, with perhaps twins in her, / kicking at blank walls even before birth” (Ramanujan, 1976, lines 22-27). This focus on sad details calls for a more real awareness of human suffering of India.

In “Love Poem for a Wife,” Ramanujan portrays India through specific memories that reveal the emotional distance between a couple. He writes, “what keeps us apart / at the end of years is unshared / childhood. You cannot, for instance” (Ramanujan, 1976, lines 1-3). The use of domestic Indian imagery such as “brandy fumes, cashews” and “the seven crazy aunts” evokes a familial world that the wife can never fully experience. By recalling practices such as drawing “the blueprint of a house from memory” and the making of “separate horoscopes” for marriage, the poem recalls their relationship within a South Indian cultural framework. India becomes a memory-filled presence that shapes their shared life in America, showing how identity and the idea of “home” remain deeply tied to cultural roots despite the physical absence.

His another poem “Snakes” explores individual fear, childhood recollections, and how Indian culture views snakes. The speaker's mother, embodying Hindu tradition, offers milk to cobras in a ritual, a religious practice that the young boy finds terrifying. The poem explores Hindu mythology (snakes as Lord Shiva's ornaments also Goddess Manasa), contrasting strong religious views with the speaker's personal fear. This shows how the sacred and mundane mix in Indian culture. As highlighted by researchers, “The poem sheds light on one prominent festival, Nagpachami, in which worshippers offer the snake milk” (Sharma, 2021, p. 249). The lines: “A basketful of ritual cobras / comes into the tame little house, / their brown-wheat glisten tinged with ripples. / They lick the room with their bodies / Mother gives them milk in saucers” (Ramanujan, 1976, lines 23-28) illustrate an Indian culture where animals are worshipped and revered.

Ramanujan’s “The Striders” highlights his unique ability to find deep meaning within everyday life using images to explore deep ideas. The little water insect acts as a symbol for what people can do, inner peace, and strength to recover. Its “bubble eyes” and “capillary legs” might represent delicate thoughts moving through what is real, and its place on a stream suggests how things that last and things that change interact. By relating the insect’s light weight to yogis walking on water and the Hindu god Vishnu, Ramanujan communicates the inner spiritual power people have. Lines like “a bug on a landslide of lights / and drowns eye-deep / into its tiny strip / of sky” (Ramanujan, 1976, lines 11-15) show a balance with life’s unknowns, mixing the sacred and mundane life in Indian culture. The bug's subtle balance on the water acts as an image for dealing with life's uncertainties. The poem’s attention to an ordinary bug doing a special act in an everyday setting shows Ramanujan's skill in putting deep ideas into clear, natural images.

Ramanujan’s poetry gives insight into India’s complicated truth by mixing irony, cultural thoughts, and human pain. In “A River,” he asks about artists not caring. In “Snakes,” he matches worry with religious symbols. In “The Striders,” he shows inner strength using an insect. In “Love Poem for a Wife,” he recalls his past memories back in India. His work expresses that India involves history, past memories, culture, and awareness coming together. Ramanujan’s poetry encourages people to see the common and holy, the old and what is now, as needed to understand how good life is.

Conclusion and Recommendations

Ramanujan’s structural treatment of exile encourages readers to view both traditional customs and contemporary displacement as fundamental to understanding modern identity. Future research should examine how his work as a translator of classical South Indian source texts directly influenced his precise modernist imagery in English.

Thanks and Information Note

The author wishes to thank the institutional review committee for providing the necessary administrative and structural formatting templates that enabled the submission layout of this text.

References

Rajesh, G., & Kannadhasan, M. (2019). A Poet with Indian Sensibilities: A Select Poem of A. K. Ramanujan. *Journal of The Gujarat Research Society, 21*(10), pp.841846.https://www.academia.edu/109446084/A_Poet_with_Indian_Sensibilities_A_Select_Poem_of_A_K_Ramanujan

Ramanujan, A.K. (1976). *Selected Poems*. Oxford University Press.

Sharma, Anandita. (2021). ASSIMILATION OF THE TRADITIONAL EAST AND MODERN WEST: AN ANALYSIS OF A.K. RAMANUJAN'S POETRY. *Research Journal of English Language and Literature (RJELAL), 9(*1), pp. 245-250.http://www.rjelal.com/9.1.21/245-250%20ANANDITA%20SHARMA.pdf

INFLUENCE OF STRUCTURED MODERATE EXERCISE ON OXIDATIVE STRESS BIOMARKERS IN PREDIABETES

Dr Zubia Shah (ORCID ID: 0000-0002-5245-1116)

Associate Professor, Khyber Girls Medical College, Peshawar, Pakistan.

Abstract

Background: Prediabetes is a preclinical stage with hyperglycemia below the level of diabetes mellitus but with a high risk of developing type 2 diabetes and its complications.

Methods: An experimental study design. Adult prediabetics (n=50), comprising 22 females and 28 males aged 18 to 35 years, were included in the study. Diagnosis of prediabetes was made with HbA1c falling in the range of 5.7– 6.4%, and fasting blood glucose (100 – 125 mg/dL). Anthropometric measurements and biochemical assays were performed at pre- and post-intervention. The participants performed a moderate exercise protocol of 30 min with HRmax% 70 ± 5% for 5 days a week for 8 weeks, monitored with pedometers. An Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) was carried out for individual and total antioxidants.

Results: Anthropometric parameters, including weight, waist and hip circumference, waist/hip ratio, and body mass index, showed a significant decrease at post-exercise analysis. Similar changes were observed for FBS (*P* value < 0.001) and HbA1c (*P* value < 0.001). Slight increase in Uric acid (*P* value of < 0.005) and TAC concentration (*P* value of < 0.001) were found. However, Superoxide dismutase and glutathione peroxidase, vitamin C and nitric oxide levels showed a decrease with *P* value of < 0.001.

Conclusion: Moderate physical activity for 8 weeks had a significant effect on lowering the individual antioxidant levels, a nominal increase in TAC and uric acid, and an explicit decline in anthropometric and diabetic profiles of patients with prediabetes. It adds to the body of knowledge, the therapeutic effect of enhanced physical activity on prediabetes.

Keywords: Prediabetes, antioxidants, moderate exercise.

Prediabetes is a preclinical stage with a higher risk of developing type 2 diabetes mellitus (T2DM).1,2 It has been reported by the World Health Organization (WHO) that 12.9 million people in Pakistan are diabetic, with a forecasted 38 million suffering from prediabetes.3,4 The second National Diabetes Survey of Pakistan (NDSP), conducted from February 2016 to August 2017, showed a prevalence of 26.3% for diabetes and 14.4% for prediabetes. The estimated number of prediabetics worldwide is 314 million and is expected to rise to 418 million by 2025.5

High blood sugar levels in prediabetes can lead to an increase in free radical production that weakens the defensive effect of the endogenous antioxidant system.6 The endogenous antioxidants protect against free radical-mediated injury.7,8 Antioxidants include 2 main groups: non-enzymatic and enzymatic. Nonenzymatic antioxidants include vitamins (vit) A, C, and E, glutathione, nitric oxide (NO), uric acid, and antioxidant minerals and the enzymatic include superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), catalase, glutathione reductase.9 The total antioxidant capacity (TAC) reflects the antioxidant defense capacity.9,10

It is well documented that physical training (aerobic or anaerobic) enhances antioxidant activity in different tissue.10 The excess free radicals produced during muscle activity stimulate the genes, raise the antioxidant level, and affect other pathways that protect against oxidative stress.11 Regular exercise leads to increased reactive oxygen species (ROS) levels that stimulate muscles to adapt to regular exercise by providing better protection from ROS, attenuate the aging process and have beneficial effects on health, functional capacities, glycaemic control and delaying the complications of prediabetes.11

The role of exercise as a treatment tool for DM and its complications is very well established.12 Concomitantly, the effect of exercise in enhancing the antioxidant capacity has also been reported.13 However, little is known on the effect of planned exercise activity for the prolonged duration on the individual antioxidant factors and TAC in the prediabetic population. Due to the non-availability of any pharmaceutical management for

prediabetes, regular physical activity can be considered as one of the best alternatives. As it is evident from the literature that the development of diabetes is a multi-factorial complex process and derangement in antioxidant capacity is one of the known contributing mechanisms. The current study is therefore designed to investigate the effect of regular exercise on the antioxidant status of prediabetics.

Methods. It was an experimental study with pre- and post-design based on convenience sampling of 8 weeks of moderate-intensity exercise, an interventional tool for determining its effects on anthropometric parameters, diabetic profile, and antioxidant status in Pakistani prediabetic participants of 18 to 35 years of age. All experimental work was carried out from February 2019 to January 2020 in the Physiology Department, Institute of Basic Medical Sciences (IBMS), Khyber Medical University (KMU), Peshawar, Pakistan. Ethical approval for the study was granted by the Ethical Review Board of Khyber Medical University under DIR/KMU-EB/BP/000580 dated 09/04/2019, and all the procedures were carried out in accordance with the Declaration of Helsinki 1964. The prediabetic volunteers 18 to 35 years (n=50); were included in the study with no history of chronic or active health problems without taking any antioxidant supplements. The inclusion criteria for prediabetes were fasting blood glucose level of 100-125 mg/dL and glycated hemoglobin between 5.7-6.4% according to the American Diabetes Association.14 After explaining the procedure to each participant, informed consent was obtained. Those with DM, hypertension, renal disease, or any other acute or chronic disease were excluded from the study.

The sample size was calculated using G Power 3.1.9.2. Mean ± (standard deviation [SD]) values of TAC from Rodriguez et al12 were used for sample size calculation. The TAC values of cases (0.23 ± 0.04) and controls (0.27 ± 0.01) were used. With power 0.95 and α=0.05, the sample size was calculated as 26, distributing 13 to each group. From Mohieldein et al,4 1.325 ± 0.16 for prediabetics and 1.711 ± 0.13 for normal glucose tolerant were used and the sample size was calculated as 10: distributing 5 in each group. Considering possible attrition over 8 weeks of intervention, we recruited 50 participants: 25 in each group.4,12

Anthropometric measurements. The body weight, body fat percentage, fat mass, lean mass, and body mass index (BMI) were measured using impedance meter (Xiaomi scale-2, Model: XMTZC02HM; CMIIT ID: 2016DP6264, Producer: Ltd. 'Anhui Huami Informeyshn Technologies' China). The waist and hip circumference, the waist-hip ratio were measured using a flexible nylon-coated tape (Shanghai Harden Tools Co., Ltd.) at pre- and post-exercise intervals.

Initial samples and post interventional (8 weeks) blood samples in fasting state for individual antioxidants and TAC were taken following the protocol of 48-hour abstinence from antioxidant-rich food (list provided to all the participants during recruitment) in fasting state. This was followed by centrifugation at 3000 revolutions per minute for 10 minutes to separate serum and storage at -80˚C.

Exercise test. The exercise tests were carried out in the skill lab of IBMS, KMU. The volunteers were made to walk on power motorized treadmill (model: Revo RT 100) for 30 min at 70 ± 5 % of maximal heart rate.15 Step counts during this activity were counted with a software (Mi Fit, China) driven pedometer (Mi band 2, China). Standardized steps count during the exercise session for each participant at required intensity was confirmed on the initial 3 visits to the lab. The participants completed the same numbers of steps in the provided time for 5 days a week for 8 weeks and recorded their daily step count manually in the booklet provided for data entry

Biochemical assay. Fasting blood sugar (FBS) was carried out using Cobas C 311, Roche/Hitachi USA, and HbA1c levels were measured by Roche Cobas e-50, Switzerland. The analysis for antioxidants was carried out through sandwich ELISA (Bioassay Technology Laboratory, Shanghai, China) for SOD (Cat No. E0918Hu), GPX (Cat No. E3696Hu), NO (Cat No. E1510Hu), Vit C (Cat No. E1538Hu), while TAC (Cat No. E-BC-K225) was measured by Colorimetric Assay Kit (FRAP Method) by Elabscience USA. Uric acid was measured using a TBHBA DIALAB (Austria) kit.

Statistical analysis. Statistical analysis was performed by the IBM SPSS Statistics, version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Normality was assessed for all variables using the Shapiro-Wilk tests and histograms. Anthropometric, body composition, diabetic profile, and antioxidants were expressed as mean ± Standard deviation. Pre- and post-intervention values of the study variables were compared using a paired-samples t-test. A p-value ≤0.05 was considered statistically significant.

Results. Normality of all participant data was assessed using the Shapiro-Wilk normality test. The data was found to be normally distributed. Of the 50 participants, females were 22 (44%) with a mean age of 27.64 ± 6.1 years, and males were 28 (56%) with a mean age of 30.18 ± 3.86 years. A significant fall in anthropometrics, body composition, and fasting blood glucose (FBG) and glycated hemoglobin levels was observed, as shown in Table 1. At baseline, 20% of participants were obese, 52% were overweight, and 28% had a normal BMI; at the post-exercise stage, 12% were obese, 42% were overweight, and 46% were in the normal range, as shown in Table 1.

Table 1: Comparison of Anthropometrics, body composition and diabetic profile before and after intervention

Statistics	Mean ± SD		*P*-value
	Pre-exercise	Post-exercise	
Weight (kg)	74.40 ± 13.87	73.30 ± 13.67	<0.001
WC (cm)	94.06 ± 11.23	92.54 ± 10.80	<0.001
HC (cm)	102.63 ± 8.87	101.50 ± 7.93	<0.001
WHR	0.914 ± .072	0.908 ±. 0701	0.050
BMI (kg/m^2)	27.44 ± 4.43	26.90 ± 4.29	<0.001
BF percent (%)	31.67 ± 7.60	30.79 ± 7.79	<0.002
FM (kg)	23.28 ± 8.03	22.78 ± 7.95	0.256
LM (kg)	49.92 ± 1.55	49.38 ± 1.58	0.706
FBG (mg/dL)	110.14 ± 6.69	93.24 ± 10.47	<0.001
HbA1c (%)	6.02 ± .24	5.66 ± .29	<0.001

WC: waist circumference, HC: hip circumference, WHR: waist hip ratio, BMI: body mass index, BF: body fat percentage, FM: fat mass, LM: lean mass, FBG: fasting blood glucose, HbA1c%: glycated hemoglobin percentage

Of the antioxidants, SOD, GPX, NO, and vit C showed a decrease in mean concentrations after 8 weeks, with $p<0.001$ as shown in Figure 1. On the other hand, the mean levels of uric acid and total antioxidant capacity increased from baseline after 8 weeks of moderate physical activity, with $p=0.005$ and $p<0.001$, respectively, as shown in Figure 2.

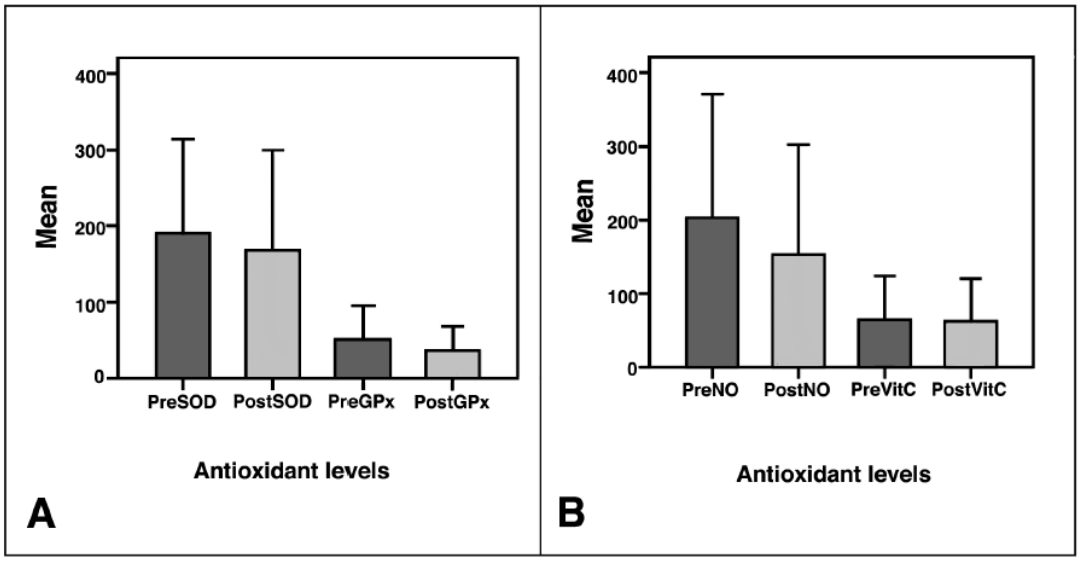


Figure 1 - Comparison of pre- and post-exercise intervention antioxidant levels. A) Pre-SOD (U/ml)=195.91 ± 126.54 and post-SOD (U/ml)=168.57 ± 131.61 with $p<0.001$, pre-GPx (ng/ml) = 51.51 ± 44.32 and post-GPx (ng/ml)=36.47 ± 30.99 with $p<0.001$. B) Pre-NO (mIU/ml) = 231.21 ± 186.97 and Post-NO (mIU/ml) = 182.61 ± 173.85 with $p<0.001$, pre-vitC (ng/ml) =73.03 ± 71.19 and post-vit C (ng/ml)=70.31 ± 70.05 with $p<0.001$.***$p<0.001$. (dark grey bars: pre-intervention; light grey bars: post intervention). SOD: superoxide dismutase, GPx: glutathione peroxidase, NO: nitric oxide, vit C: vitamin C, Paired t-test comparison of pre- and post-exercise values.

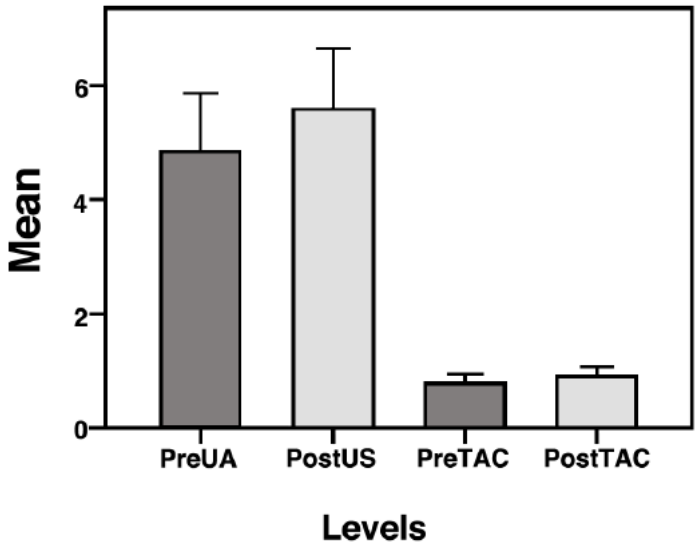


Figure 2 - Comparison of pre and post exercise intervention uric acid and TAC levels. Pre-UA (mg/dL) = 4.84 ± 1.02 and post-UA (mg/dL) = 5.58 ± 1.06 with $p=0.005$, pre-TAC (µg/ml) = 0.776 ± 0.16 and post-TAC (µg/ml)=0.911 ± 0.16 with $p<0.001$.***$p<0.001$, **$p<0.01$. UA: uric acid, TAC: total antioxidant capacity. Dark Grey bars: pre-intervention, light grey bars: post intervention. Paired t-test comparison of pre- and post-exercise values.

Similarly, when pre- and post-exercise interventions were used, uric acid and TAC levels were analyzed, and a statistically significant difference was observed, as shown in Figure 2.

Conclusion: Moderate physical activity for 8 weeks significantly reduced weight and BMI and improved FBG and HbA1c. However, physical activity unexpectedly decreased individual antioxidant levels in prediabetics, whereas it increased antioxidant levels in the healthy population. In contrast to other antioxidants, TAC and uric acid increased with exercise intervention.

Study strengths and limitations. The strength of the present study includes the recruitment of prediabetic volunteers and the comparison of antioxidant status before and after the moderate exercise protocol. Limitations include exercise duration; a longer duration of 16 to 20 weeks or more may yield better results in improving individual antioxidant levels. We did not include a control group for comparisons, which may have strengthened results. We did not place the participants on any special diet and provided only dietary advice. Controlling dietary intake and calories would have strengthened our findings.

References

1. Shimodaira M, Niwa T, Nakajima K, Kobayashi M, Hanyu N, Nakayama T. Correlation between mean platelet volume and fasting plasma glucose levels in prediabetic and normoglycemic individuals. Cardiovasc Diabetol 2013; 12: 14.

2. Wang H, Shara NM, Calhoun D, Umans JG, Lee ET, Howard BV. Incidence rates and predictors of diabetes in those with prediabetes: the strong heart study. J Diabetes Complications 2010; 26: 378-385.

3. Akhtar S, Khan Z, Rafiq M, Khan A. Prevalence of type II diabetes in District Dir Lower in Pakistan. Pak J Med Sci 2016; 32: 622.

4. Mohieldein AH, Hasan M, Al-Harbi KK, Alodailah SS, Azahrani RM, Al-Mushawwah SA. Dyslipidemia and reduced total antioxidant status in young adult Saudis with prediabetes. Diabetes Metab Syndr 2015; 9: 287-291.

5. Sharma MD, Garber AJ. What is the best treatment for prediabetes? Curr Diab Rep 2009; 9: 335-341.

6. Rains JL, Jain SK. Oxidative stress, insulin signaling, and diabetes. Free Radic Biol Med 2011; 50: 567-575.

7. Rezapour S, Bahmani M, Afsordeh O, Rafieian R, Sheikhian A. Herbal medicines: a new hope for autism therapy. J HerbMed Pharmacol 2016; 5: 89-91.

8. Siddique MAH, Tamannaa Z, Kamaluddin SM, Saiedullah M, Khan MAH, Rahman M, et al. Total antioxidant status in newly-diagnosed type II diabetes patients in Bangladeshi population. J Mol Diagn 2016; 5: 5-9.

9. Rafieian-Kopaei M, Baradaran A, Rafieian M. Oxidative stress and the paradoxical effects of antioxidants. J Res Med Sci 2013; 18: 628.

10. Powers SK, Duarte J, Kavazis AN, Talbert EE. Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. Exp Physiol 2010; 95: 1-9.

11. Jakus V. The role of free radicals, oxidative stress and antioxidant systems in diabetic vascular disease. Bratisl Lek Listy 2000; 101: 541-551.

12. Rodríguez-Ramírez G, Simental-Mendía LE, Carrera-Gracia MdlA, Quintanar-Escorza M-A. Vitamin E deficiency and oxidative status are associated with prediabetes in apparently healthy subjects. Arch Med Res 2017; 48: 257-262.

13. Thirupathi A, Pinho RA. Effects of reactive oxygen species and interplay of antioxidants during physical exercise in skeletal muscles. J Physiol Biochem 2018; 74: 359-367.

14. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes care 2014; 37: 81-90.

15. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. J Sci Med Sport 2010; 13: 496-502.

16. Farhtangi Am, Najafi M. Dietry total antioxidant capacity (TAC) among candidates for coronary artry bypass surgery: emphasis to possible beneficial role of TAC on serum vitamin D. PloS one 2018; 13: e0208806.

17. Klarod K, Thamviriyasati N, Hongprapas P, Tangrassameeprasert R, Boonsiri P, Burtscher M. Plasma vitamin levels and total antioxidant capacity status after low-intensity exercise training in sedentary young women. J Exerc Physiol Online 2020; 23: 166-178.

18. Ighodaro O, Akinloye O. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Alexandria J Med 2018; 54: 287-293.

19. Timmerman KL, Ballard KD, Deal MA, Tagariello LC, Karrow JM, Volk GA, et al. Associations among physical activity level and skeletal muscle antioxidants in older adults. J Phys Act Health 2020; 17: 895-901.

20. Wang S, Li J, Zhang C, Xu G, Tang Z, Zhang Z, et al. Effects of aerobic exercise on the expressions and activities of nitric oxide synthases in the blood vessel endothelium in prediabetes mellitus. Exp Ther Med 2019; 17: 4205-4212.

21. Das UN. Vitamin C for type 2 diabetes mellitus and hypertension. Arch Med Res 2019; 50: 11-14.

22. Yaghootkar H, Whitcher B, Bell J, Thomas E. Ethnic differences in adiposity and diabetes risk–insights from genetic studies. J Intern Med 2020; 288: 271-283.

23. Boniol M, Dragomir M, Autier P, Boyle P. Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: a quantitative meta-analysis of randomized trials. Acta Diabetol 2017; 54: 983-991.

24. Ammar A, Trabelsi K, Boukhris O, Glenn JM, Bott N, Masmoudi L, et al. Effects of aerobic-, anaerobic- and combined-based exercises on plasma oxidative stress biomarkers in healthy untrained young adults. Int J Environ Res Public Health 2020; 17: 2601.

25. Mota MP, Dos Santos ZA, Soares JFP, de Fátima Pereira A, João PV, Gaivão ION, et al. Intervention with a combined physical exercise training to reduce oxidative stress of women over 40 years of age. Exp Gerontol 2019; 123: 1-9.

26. Golpour P, Nourbakhsh M, Mazaherioun M, Janani L, Nourbakhsh M, Yaghmaei P. Improvement of NRF2 gene expression and antioxidant status in patients with type 2 diabetes mellitus after supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids: A double-blind randomised placebo-controlled clinical trial. Diabetes Res Clin Pract 2020; 162: 108120.

27. Wasserman DH, Wang TJ, Brown NJ. The vasculature in prediabetes. Circ Res 2018; 122: 1135-1150.

28. Accattato F, Greco M, Pullano SA, Carè I, Fiorillo AS, Pujia A, et al. Effects of acute physical exercise on oxidative stress and inflammatory status in young, sedentary obese subjects. PLoS One 2017; 12: e0178900.

FAMILY WORSHIP AS A SPIRITUAL BULWARK AGAINST BRAIN ROT: A CONCEPTUAL STUDY IN CHRISTIAN RELIGIOUS EDUCATION

Desi SIANIPAR

Assoc. Prof. Dr., Universitas Kristen Indonesia, Posgraduate, Department of Christian Religious Education, Jakarta-Indonesia, **(**Responsible Author) ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6975-9926

Sozanolo TELAUMBANUA

Research Assistant, Sekolah Tinggi Teologi Setia Jakarta, Faculty of Theology, Department of Theology, Jakarta-Indonesia, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7673-5087

Abstract

The phenomenon of brain rot, namely the decline of cognitive abilities and the erosion of spirituality caused by excessive consumption of low-quality digital content, has become a serious challenge in contemporary education. Brain rot, which was designated as the Word of the Year 2024 by Oxford, has threatened not only intellectual capacity but also moral formation and spiritual life, particularly among Generation Z and Alpha. Studies in Christian Religious Education (CRE) have thus far focused more on the roles of schools and churches, while the family, as the primary locus of faith formation, has not been specifically examined in the context of this digital crisis. Therefore, the purpose of this study is to examine the role of family worship in safeguarding family members from brain rot. This study employs a systematic literature review encompassing neuroscience research on excessive digital consumption and family-based Christian Religious Education studies. The findings produce a concept of family worship that functions to shape cognition through the reading of Scripture; to cultivate spirituality through contemplative practices; and to form morality through the inculcation of Christian values such as wisdom, self-control, and spiritual sensitivity. Thus, the Christian family becomes a strong formative community in protecting the next generation from brain rot.

Keywords: brain rot, Christian religious education, family worship.

Introduction

The brain rot phenomenon has emerged as one of the serious concerns in the lives of today's digital generation. This term is used to describe the mental or intellectual deterioration that arises from excessive consumption of light, brief, and minimally reflective content on digital media, particularly social media. This condition is generally triggered by the habit of spending hours in front of screens through the practice of doomscrolling, namely the compulsive and incessant activity of scrolling through content. This phenomenon is most commonly found among Generation Z and Generation Alpha, who live in highly intensive digital environments. According to Yousef et al. (2025), this tendency can cause individuals to experience difficulty concentrating on lengthy and in-depth content, loss of the ability to engage in meaningful real-life experiences, withdrawal from social environments, as well as heightened anxiety and depression. Furthermore, excessive digital exposure can also impact brain development, cognitive, affective, and psychomotor functions, and even potentially trigger early-onset dementia in later life. In the context of education, this condition causes learners to experience concentration disorders, a decline in memory during the learning process, and the emergence of feelings of inferiority (Yousef et al., 2025).

The brain rot phenomenon becomes increasingly alarming when associated with the high intensity of digital media use among adolescents and university students. Zaen (2025) draws upon a number of data sources that highlight the elevated risk of this phenomenon. Survey data from the Pew Research Center indicate that in 2023, approximately 95% of adolescents and university students in the United States spent more than seven hours per day in front of screens, while 70% of them reported anxiety symptoms related to social media use. In Indonesia, a 2023 survey by the Ministry of Communication and Information Technology revealed that 80% of university students spend more than four hours per day scrolling through social media, which correlates with increasing levels of academic stress. These findings are reinforced by Twenge's 2023 longitudinal study, which found that university students exposed to brain rot are 2.5 times more likely to experience sleep

disturbances, which subsequently contribute to increased anxiety and diminished learning focus. Research by Kuss and Griffiths in 2023, published in Computers in Human Behavior, also reported that 65% of university students in Europe exhibit symptoms of social media addiction that directly impact a decline in academic productivity. In addition, a 2024 Gallup poll found that 60% of university students globally find it difficult to maintain learning focus due to digital notification disturbances. These data collectively demonstrate that brain rot is not merely a popular term on social media, but rather a genuine psychological, spiritual, and pedagogical concern among today's youth.

Although the impact of brain rot is increasingly widespread, scholarly inquiry into effective strategies for addressing it remains relatively limited. Yousef et al. (2025) affirm that academic exploration of both preventive and curative approaches to this phenomenon is still inadequate, particularly in the context of character formation and adolescent spirituality. This gap opens space for the development of more holistic educational approaches, including through the perspective of Christian Religious Education. In this context, the Christian family occupies a strategic position as the primary and foremost environment in the formation of a child's spirituality, character, and life discipline. Therefore, this article seeks to propose family worship as one of the strategies of Christian Religious Education in addressing and anticipating brain rot among the younger generation. Family worship is understood not merely as a ritual activity, but as a space of spiritual formation that helps family members build a relationship with God, develop spiritual discipline, and cultivate reflective capacity and self-control amid the currents of digital distraction.

Nevertheless, the current reality of Christian family life reveals a paradoxical condition. Amid the growing threat of brain rot, the practice of family worship is experiencing a significant decline. Jordan explains that many parents no longer set aside time to read the Word of God, discuss matters of faith, or pray together with their children. The responsibility for spiritual education is increasingly delegated entirely to the church, while spiritual nurturing within the home undergoes a weakening. Although some families still maintain the tradition of family worship, this practice is becoming increasingly rare due to the busyness of life, work pressures, and the weakening of the human relationship with God (Jordan, 2022). As a result, Christian households are losing one of the primary foundations for the formation of spirituality and character in the younger generation.

This problem becomes increasingly complex when the weakening of family worship converges with the dominance of digital technology in everyday life. Jordan even affirms that one of the causes of young people's departure from church fellowship is the diminishing practice of family worship (Jordan, 2022). The pervasive presence of digital technology, which continuously vies for human attention, has displaced the spaces of reflection, faith conversation, and togetherness within the family. If this condition is left unaddressed, the younger generation will not only be at risk of experiencing mental and emotional dysfunction due to brain rot, but will also face a severing of their relationship with God and their social environment. Therefore, the reinvigoration of family worship practice becomes an urgent necessity. From the perspective of Christian Religious Education, family worship can function as a spiritual fortress that helps the younger generation build resilience against digital distraction, cultivate maturity of faith, and restore healthy relationships with God, family, and others. This article aims to examine how family worship can be strengthened as a spiritual and pedagogical strategy in addressing and anticipating the brain rot phenomenon among young Christians.

Materials and Methods

This study employs a qualitative-conceptual systematic literature review (SLR) approach, which is a research method that systematically collects, evaluates, and synthesizes relevant scientific literature in order to construct a new conceptual framework. This approach was chosen because the topic of family worship as a strategy for addressing brain rot has not yet been studied in an integrative manner within the field of Christian Religious Education (CRE), thus necessitating a cross-disciplinary synthesis encompassing neuroscience, practical theology, and family-based religious education. As affirmed by Creswell, qualitative synthesis aims to interpret meaning and construct theoretical understanding, rather than to quantify phenomena (Creswell, 2009). The primary materials for this study were gathered using a combination of keywords: brain rot, digital addiction, cognitive decline, screen time, family worship, Christian religious education, faith formation, spiritual formation, Scripture reading, and moral formation. The timeframe of the literature review was limited to the years 2016–2026, in order to ensure the currency of the data, particularly given that the term brain rot was only designated as the Oxford Word of the Year in December 2024. Data analysis was conducted through narrative

thematic synthesis, a textual approach that analyzes the relationships among studies and produces a comprehensive assessment of the strength of the existing evidence (Thomas & Harden, 2008).

Findings and Discussion

Brain Rot and Its Impacts

The term brain rot first appeared in the thought of Henry David Thoreau in 1854 to describe the deterioration of critical thinking ability, concentration, and human engagement with the reality of life. At that time, the term had not yet been associated with digital technology, but rather referred to a condition of intellectual diminishment resulting from a shallow and insufficiently reflective way of life. In subsequent developments, particularly in the digital era, the term brain rot underwent an expansion of meaning and came to be used to describe the mental decline caused by excessive consumption of shallow, rapid, and minimally reflective entertainment content through digital media. This phenomenon is characterized by the habit of using digital devices for extended periods to play games, watch short videos, check instant messages, and engage in continuous doomscrolling. Such conditions result in disrupted cognitive function, diminished concentration, weakened memory, sleep disturbances, as well as increased stress and depression (Yousef et al., 2025). Thus, brain rot is no longer understood merely as a popular term in digital culture, but as a phenomenon with tangible impacts on the mental, emotional, and social life of human beings.

This shift in the meaning of brain rot is closely related to the transformation of the lifestyle of digital society, which is increasingly dependent on instant stimulation. From the perspective of digital psychology, social dynamics, and digital culture, brain rot describes a change in patterns of human interaction and behavior, wherein individuals are more accustomed to consuming information rapidly and superficially — referred to as shallow processing — as opposed to deep processing. The digital environment, which offers rapid entertainment and incessant stimulation, conditions the brain to seek instant gratification. As a consequence, activities that require sustained perseverance and attention, such as reading, learning, writing, or engaging in deep reflection, become increasingly unappealing (Zaen, 2025). This condition demonstrates that brain rot is not solely concerned with the use of technology, but also pertains to a transformation in the way human beings think, learn, and make meaning of everyday reality.

These shifts in patterns of thought and behavior are further reinforced by the high intensity of digital media use in daily life. Yousef et al. explain that one of the primary contributing factors to brain rot is the high duration of social media use, which can reach an average of seven hours per day, often carried out simultaneously with other activities, a practice known as multitasking. This habit causes the brain to receive excessive stimulation, ultimately resulting in mental fatigue, diminished concentration, and impaired memory. Within this context, three forms of digital behavior are closely associated with brain rot, namely doomscrolling, zombie scrolling, and social media addiction. Doomscrolling is understood as the compulsive act of continuously scrolling through negative or distressing content on social media or news websites. While this activity provides a temporary sensation of staying informed, it simultaneously heightens anxiety, stress, and secondary traumatic stress, thereby contributing to a decline in mental well-being (Yousef et al., 2025).

Beyond doomscrolling, the brain rot phenomenon is further reinforced by the practices of zombie scrolling and social media addiction, which are increasingly prevalent among the digital generation. Zombie scrolling refers to the activity of scrolling through social media without clear purpose, arising from a passive and dissociative state of mind. This activity reduces attentional capacity and sustained focus, thereby fostering a sense of disconnection from reality and exacerbating feelings of loneliness and emotional detachment. Simultaneously, social media addiction generates an uncontrollable compulsion to remain connected and continuously obtain information, even at the expense of mental health. From a neuropsychological standpoint, such behavior is reinforced by dopamine release, which produces momentary satisfaction and drives the continuous repetition of the behavior. As a result, individuals find it difficult to disengage from digital media even when they are aware of the negative consequences it produces for their mental and emotional health (Yousef et al., 2025).

The impact of these patterns of digital consumption is clearly visible in the development of primary school-aged children. Excessive digital exposure can cause children to become easily frustrated, lose motivation to learn, and struggle to sustain attention when confronted with tasks that require continuous concentration. High

levels of screen time have been shown to affect children's ability to focus on academic activities, particularly when children are accustomed to media multitasking, that is, using multiple media simultaneously. This habit has a strong correlation with attention disorders and behavioral dysregulation. Furthermore, digital content designed with high stimulation can lead to attention hijacking, a condition in which the child's dopamine system becomes conditioned to instant entertainment, rendering slower learning activities such as reading or participating in classroom instruction tedious and insufficiently motivating. Accordingly, brain rot not only affects children's learning habits, but also influences the development of their attention and self-regulation. These disturbances become increasingly serious as they are directly related to the neurocognitive functioning of children. Lakilaki et al. explain that excessive digital exposure can impair executive brain functions, including working memory and inhibitory control, which play a critical role in the management of attention. This impairment is associated with a weakening of the connection between the prefrontal cortex and the striatum, causing children to experience difficulty in voluntarily directing their attention and sustaining concentration over extended periods. In addition, excessive screen use, particularly during evening hours, also disrupts children's sleep patterns, which in turn negatively impacts attention, memory, and emotional regulation (Lakilaki et al., 2025). Therefore, brain rot in children not only affects academic dimensions, but also comprehensively influences their neurological, emotional, and behavioral development.

The impact of brain rot is not experienced exclusively by children, but is also clearly evident among university students and other young people. Zaen affirms that university students with a high degree of dependence on digital media tend to experience increased social anxiety, feelings of inferiority, declining academic achievement, sleep disturbances, reduced learning motivation, depression, and academic burnout. These conditions cause university students to struggle in sustaining their learning focus and deep academic engagement. Their attention is continuously fragmented by notifications, social media, and the unceasing flow of digital information. Consequently, the learning process becomes shallow and less meaningful, as university students lose the capacity for reflective and in-depth thinking (Zaen, 2025). This phenomenon indicates that brain rot has become a cross-generational concern that affects the quality of the intellectual, emotional, and social lives of young people.

Given the breadth of its impact, various researchers have sought to propose strategies for addressing and anticipating brain rot. Yousef et al. (2025) recommend the regulation of screen time, the curation of social media feeds, the reduction of valueless digital content consumption, as well as the promotion of non-digital activities and social community engagement. These strategies aim to assist individuals in restoring mental equilibrium and rebuilding sustained attentional capacity. In the context of child development, Lakilaki et al. (2025) emphasize the importance of Attention Restoration Theory (ART), an approach that utilizes natural environments to restore mental resources that have been depleted by excessive digital stimulation. Simple activities such as playing outdoors, observing school gardens, or engaging in breathing exercises have been shown to help refresh children's attention prior to returning to learning. Thus, the restoration of attention requires not only the restriction of technology, but also genuine experiential engagement that affords the brain space to rest and recover.

Efforts to address brain rot also necessitate the active involvement of families and schools as the primary environments for the formation of character and life habits among the younger generation. Families that establish boundaries around screen use and employ technology in a purposeful manner can help reduce attentional disturbances in children. On the other hand, teachers play an important role in creating learning environments that support the regulation of students' attention. Lakilaki et al. (2025) emphasize that teachers can implement the strategy of scaffolding attention, which involves providing structured support to enable students to sustain focus until they are ultimately able to do so independently. In addition, teachers can employ a chunking tasks approach by dividing assignments into smaller, more manageable components, as well as developing attention-based classroom routines such as focus games and brief reflective exercises before instruction commences. All of these strategies indicate that addressing brain rot requires a multidimensional approach that involves personal discipline, family support, a healthy educational environment, and the cultivation of more reflective and balanced life habits in the use of digital technology.

Family Worship as Christian Religious Education

Since biblical times, the family has served as the primary center of spiritual formation for the younger generation. Jordan (2022) explains that from the era of ancient Israel through the early church, the family held a central role in the transmission of faith. In the Old Testament, children were actively involved in various spiritual family activities and celebrations of faith such as Shavuot and Sukkot, as recorded in Deuteronomy 16, with the purpose of helping the younger generation remember the works of God, understand His commandments, and recognize their identity as a covenant people. This tradition demonstrates that faith education within the family is not merely an ancillary activity, but rather a core dimension of the life of God's people, passed down from generation to generation.

From a biblical perspective, the primary responsibility for faith education is indeed entrusted to the family, and particularly to parents. Scripture affirms that the family bears responsibility for nurturing the physical, social, and spiritual well-being of its members (Ephesians 5:25; 1 Timothy 1:18). Jordan (2022) emphasizes that the character of the church and of society is profoundly shaped by the character of the family, such that when spiritual life weakens within the family, the life of faith in the broader community is likewise affected. This principle is powerfully affirmed in Deuteronomy 6:7–9, which commands parents to teach the Word of God to their children continuously throughout daily life. Thus, family worship becomes the primary means through which parents fulfill their pedagogical and spiritual responsibility in guiding the growth of their children's faith.

Within this framework of responsibility, family worship is understood as the worship of God conducted regularly by all members of the family through prayer, the reading of God's Word, praise, and shared fellowship. Jordan (2022) emphasizes that family worship serves as the gathering place where all family members, from children to parents, assemble regularly to surrender their lives to the Lord, mutually strengthen one another, share their struggles, and build their spiritual lives together. In alignment with this, Sepang (2024) affirms that family worship constitutes a specially designated time for cultivating a quality relationship between the family and God through praise, prayer, the study of God's Word, and the nurturing of the faith and character of children. In practice, family worship is not merely a ritual activity, but rather a space for the formation of faith, character, and the spiritual relationship between family members and God.

As a dimension of Christian Religious Education, family worship functions not only as a means of worship, but also as a medium for the transmission of values and faith from one generation to the next. Sepang (2024) emphasizes that the purposes of family worship encompass the worship of God, the affirmation of family commitment, the inheritance of faith values, and the celebration of family togetherness. Within this context, family worship becomes an educational space that helps children come to know God, understand Christian values, and learn to live out their faith in everyday life. For this reason, family worship cannot be separated from the process of forming the child's spiritual identity. Through regular participation in family worship, children come to understand that Christian family life is centered on a relationship with God and on the responsibility to live in accordance with His will. Thus, family worship holds an indispensable pedagogical and spiritual dimension within the process of Christian Religious Education in the home.

The practice of family worship as Christian Religious Education requires elements that actively and meaningfully support the process of faith formation. Sepang (2024) explains that the primary elements of family worship include the reading of God's Word, prayer, and the singing of hymns and praise. In addition, a catechetical or question-and-answer approach is also important to employ so that children may understand doctrine and the meaning of God's Word more deeply. In this process, parents hold a central role as faith educators who help children interpret biblical passages and connect them to everyday life. Jordan (2022) adds that the reading of Scripture must be conducted in a lively and deeply felt manner in order to encourage children to ask questions, think critically, and grow in faith. Corporate prayer serves as a means for the family to become aware of God's presence in daily life, while sacred songs help children internalize biblical values through music and repetition. Family worship thus becomes an integrative educational process, as it simultaneously engages cognitive, affective, and spiritual dimensions.

Nevertheless, the effectiveness of family worship as Christian Religious Education depends greatly upon the manner in which it is conducted. Sepang (2024) asserts that family worship must not be used as an occasion to criticize, punish, or discipline family members. On the contrary, family worship must be a joyful, warm, and meaningful experience for all members of the family, particularly children, and therefore must not be

excessively lengthy or dominated by one-directional sermonizing that causes children to feel bored or pressured. Children need to be given the opportunity to participate actively — for instance, through prayer, Scripture reading, or leading praise — because such active involvement helps children feel that they are part of the family's faith community, rather than merely passive listeners. Thus, family worship not only builds knowledge about God, but also cultivates a living spiritual experience and an intimate relationship with God as well as with fellow family members.

The educational function of family worship becomes even more apparent through its comprehensive impact on the formation of character and spirituality among family members. Demme (2020) and Sepang (2024) explain that family worship helps build meaningful relationships between parents, children, and God, while simultaneously nurturing spiritual life and encouraging service among family members. Family worship is not merely a religious routine, but rather a medium of faith education that shapes the thinking patterns, discipline, attentiveness, reflective capacity, and spiritual life habits of family members. Through the reading of Scripture, corporate prayer, and sacred song, children are guided to know God, develop deeper thinking abilities, and cultivate reflective habits and self-regulation. Regular Bible reading positions God's Word as the center of the family's intellectual and spiritual formation, while corporate prayer trains concentration, inner tranquility, and the orientation of the mind toward matters of eternal significance. Furthermore, family worship also strengthens the bond of love between parents and children, reinforces familial ties, establishes a religious atmosphere in the home, and instills orderly and disciplined life habits. Children who are accustomed to hearing God's Word and engaging in the spiritual practices of the family tend to possess a stronger foundation of faith, as well as an ethical, emotional, and social life that is formed in a comprehensive manner (Alexander, 1847).

The research of Lister et al. further emphasizes that family worship does not only impact the spiritual growth of children and adolescents, but also contributes positively to the functioning of relationships within the family and in marriage. The study found that couples who regularly practice prayer and family worship tend to report higher levels of relational satisfaction, greater emotional attunement, and greater satisfaction in conflict resolution. Family worship is also regarded as a space for building togetherness, social support, open communication, and the intergenerational transmission of faith values. Within the framework of relational spirituality, Mahoney, as cited by Lister et al., explains that religious practices such as personal prayer, family worship, and involvement in faith communities help couples build stronger relationships through a shared spiritual orientation. These findings affirm that family worship can serve as a significant relational and spiritual resource for Christian families, as it helps strengthen emotional bonds, enhance relational commitment, and cultivate a more harmonious family life centered on the values of faith (Lister et al., 2019).

Based on the foregoing discussion, family worship may be understood as the most foundational and continuously occurring form of Christian Religious Education within the household. Family worship constitutes an integrative means not only of transmitting faith from one generation to the next, but also of holistically forming the intellectual, emotional, social, and spiritual qualities of the younger generation. It is an integrative medium that does not merely transmit knowledge about God, but also shapes the whole person of the child within and through family relationships that are centered on God.

Family Worship as a Response to Brain Rot

The rapid development of digital media has brought serious consequences for brain health, particularly among children and adolescents. In this context, the role of parents becomes critically important. Within the framework of family worship, parents hold a significant responsibility in emphasizing the restriction of access to social media. This is consistent with the affirmation of Yousef et al. that parents ought to establish limitations on both the duration and the quality of content accessible to children. Furthermore, parents can utilize feedback provided by teachers regarding children's behavior and concentration during the learning process, in order to adjust social media or internet access routines at home. Based on input from teachers, parents can replace digital activities with more restorative ones (Yousef et al., 2025).

One of the most fundamental restorative activities in anticipating and remedying brain rot in children is the disciplined daily practice of family worship. Worship may be conducted in the morning, in the evening, or at a particular time mutually agreed upon by all members of the family. Family worship, which encompasses a series of activities — corporate prayer, the reading of God's Word, communal singing, discussion or question-

and-answer sessions, and reflection — is believed to possess the capacity to educate and instruct family members so that they experience improvement and an enhanced understanding of Christian values, consciousness, and conduct consistent with Christian teaching.

When an individual experiences brain rot, parents can activate family worship as a means of intervention, given that it contains a number of activities that support neuroplasticity. Neuroplasticity refers to the brain's capacity to change, adapt, and form new connections in response to experiences, learning, environmental influences, and particular events. The concept of neuroplasticity underscores that the brain is not static, but can continue to develop even into adulthood. The function of neuroplasticity is to assist the brain in adjusting to change, forming and strengthening memory, supporting the learning process, and repairing or reorganizing brain function following stress or trauma. Neuroplasticity also enables the formation of new neural pathways when an individual acquires new skills. However, it must be noted that the development of digital media significantly influences the neuroplasticity of the adolescent brain, as during this period the brain is actively forming new neural pathways and networks. Digital media can offer benefits such as enhancing multitasking ability and the speed of information processing, yet excessive exposure can also fatigue the brain, disrupt long-term learning and memory, diminish the capacity for focus, and increase error rates in performance. The continuous use of video games and digital media can likewise affect dopamine levels, thereby triggering addictive behavior. Moreover, because the adolescent prefrontal cortex is still developing, digital exposure can affect decision-making ability, emotional regulation, empathy, and social behavior. Consequently, neuroplasticity may function as either a positive opportunity or a risk, depending on how the digital environment is managed (Yun, 2022).

It is this understanding of neuroplasticity that reinforces the rationale for conducting family worship in a regular and structured manner. Each element of family worship contributes specifically to the restoration and strengthening of brain function. Beginning with prayer, which is directly related to the restoration of mental health, as prayer exerts an influence on the nervous system and emotional regulation. Prayer can activate the parasympathetic nervous system, thereby lowering heart rate, blood pressure, and cortisol levels. These physiological changes are associated with improved serotonin regulation and the stabilization of mood. Furthermore, various religious traditions, including Christianity, regard prayer as a means of emotional and mental healing. It has long been established that reflective prayer or meditation functions to calm the mind and enhance mental clarity. Corporate prayer also provides social support, a sense of togetherness, and reduces feelings of loneliness and depression (Shingo Ueda, 2024). Prayer within family worship functions as a means of spiritual formation that affirms the family's dependence upon God through the confession of sin, the expression of gratitude, the petition for blessing, and the seeking of guidance for life. Based on Jeremiah 10:25 and Psalm 128:3, it is affirmed that the family that prays receives blessing in the household. In addition, 1 Timothy 4:4–5, Deuteronomy 8:3, and Matthew 4:4 emphasize that the family that prays will possess strong relational bonds within the family and will maintain a dependence upon God (Beeke, 2002).

Complementing the benefits of prayer, the second element of family worship that is equally significant is the reading of God's Word. The reading of Scripture within family worship, conducted regularly and with depth, can cultivate habits of reflective thinking, enrich the knowledge of truth, and instill the values of faith from childhood onward. This is attained through the daily process of hearing, meditating upon, and internalizing God's Word. The Word of God serves not only as a means of spiritual salvation, but also forms thinking ability, attentiveness, discipline, and self-control. For this reason, family worship is regarded as a spiritual school within the household that builds character, an ordered way of life, healthy family relationships, and sound intellectual habits through the reading of Scripture, prayer, and shared reflection (Alexander, 1847). The teaching of God's Word within the family must be carried out consistently through reading, discussion or dialogue, and instruction that is integrated into daily activities. Based on Deuteronomy 6:6–7 and Ephesians 6:4, parents — and fathers in particular — bear the primary responsibility for the ongoing transmission of spiritual values to their children. Under certain circumstances, this role may be fulfilled by the mother or by another family member who possesses a strong life of faith, as reflected in the spiritual formation of Timothy (Beeke, 2002).

Beyond prayer and the reading of God's Word, the third element that further enriches family worship is sacred song. The singing of sacred songs, whether conducted individually or collectively, functions to connect the individual with God and with others. In the context of family worship, singing sacred songs together can strengthen mental and spiritual health. According to Hamilton et al. (2013), sacred songs can transform one's

emotional state from negative to positive, and represent a form of prayer that is more readily recalled when an individual is overwhelmed by pressure or grief. The types of songs most frequently employed are songs of thanksgiving and praise, followed by teaching songs that provide spiritual guidance and reminders of God's assistance. The singing of sacred songs can impart comfort, strength, hope, peace, and the capacity to persevere. Such songs also function as prayer, as a source of emotional support, as a reminder of God's help, and as a means of transmitting spiritual values across generations. Furthermore, sacred songs help individuals recall past experiences, strengthen psychological resilience, and support the process of coping with suffering and loss. Sacred songs can even be integrated into mental health interventions, depression therapy, mindfulness practices, reminiscence therapy, and spiritual health care, as they have been shown to enhance emotional well-being, cognitive function, mood, and quality of life.

Thus, the three elements of family worship — prayer, the reading of God's Word, and sacred song — operate synergistically to form a holistic spiritual and cognitive ecosystem. Family worship, which encompasses a variety of learning activities that enhance cognitive quality, self-regulation, increasing self-awareness, relational strengthening, stress and depression reduction, the cultivation of reflective and healthy life habits, the reinforcement of concentration, and the creation of inner tranquility, establishes family worship as an effective means of promoting both the remediation and the prevention of brain rot in the lives of children and families.

Conclusion and Recommendations

Conclusion

The brain rot phenomenon, characterized by the deterioration of cognitive function, attention, and mental health as a consequence of excessive consumption of shallow digital content, has become a genuine threat to the younger generation, particularly Generation Z and Generation Alpha. Various empirical data demonstrate that uncontrolled digital exposure has serious repercussions for the neurological, emotional, academic, and spiritual development of children and adolescents. Amid the weakening of family worship practices in contemporary Christian household life, this article affirms that family worship, conducted in a disciplined and structured manner, constitutes one of the strategic responses within Christian Religious Education for addressing and anticipating brain rot. Through its mutually complementary elements — corporate prayer, the reading of God's Word, sacred song, discussion, and reflection — family worship has been shown to support neuroplasticity of the brain, restore concentration ability, cultivate self-regulation, strengthen interpersonal relationships, and holistically form the character and spirituality of the younger generation. Accordingly, family worship is not merely a religious routine, but rather a space of spiritual and pedagogical formation that enables Christian families to build resilience against the increasingly intense currents of digital distraction.

Recommendations

Based on the findings and discussion presented in this article, several recommendations warrant serious consideration by all parties who bear a concern for the Christian younger generation. First, parents need to reclaim their primary responsibility as spiritual leaders within the family by establishing family worship as a daily priority that cannot be displaced by digital activities or other preoccupations. Second, the church needs to play an active role in accompanying, training, and equipping its congregational families so that they are able to conduct family worship in a meaningful, creative, and developmentally appropriate manner. Third, Christian Religious Education institutions — at both formal and non-formal levels — need to integrate discussion of the dangers of brain rot and the role of family worship into curricula for family development and Christian character formation. Fourth, researchers in the field of Christian Religious Education are encouraged to conduct further empirical studies in order to concretely measure the impact of family worship practice on the mental health, cognitive function, and spiritual development of young people in this digital era, so that this study, which remains conceptual in nature, may be strengthened by more robust and comprehensive field data.

Thanks and Information Note

The authors wish to express their sincere gratitude to the organizers of the 15th International Al Farabi Scientific Research and Innovation Congress, held on May 15–17, 2026, at Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye, for the opportunity to present this research online and free of charge. The authors also extend their appreciation for the publication of this article in the international conference proceedings.

References

Alexander, J. W. (1847). *Thoughts on Family Worship*. Presbyterian Board of Publication.

Beeke, J. R. (2002). *Family Worship*. Reformation Heritage Books. https://ntslibrary.com/PDF%20Books/FamilyWorship.pdf

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3. ed., [Nachdr.]). SAGE Publ.

Demme, S. (2020). *Family Worship*. Building Faith Families.

Hamilton, J. B., Sandelowski, M., Moore, A. D., Agarwal, M., & Koenig, H. G. (2013). "You Need a Song to Bring You Through": The Use of Religious Songs to Manage Stressful Life Events. *The Gerontologist*, *53*(1), 26–38. https://doi.org/10.1093/geront/gns064

Jordan, J. R. (2022). *The Intergenerational Church's Role in Family Worship*. Liberty University, Lynchburg, VA.

Lakilaki, E., Puri, R. M., Saputra, A. N. Z., Shawmi, A. N., Asiah, N., & Rizky, M. (2025). The Phenomenological Analysis of the Impact of Digital Overstimulation on Attention Control in Elementary School Students: A Study on the "Brain Rot" Phenomenon in the Learning Process. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, *4*(1), 265–274. https://doi.org/10.61445/tofedu.v4i1.408

Lister, Z., Seibert, G., Chance, S.-A., Huelett, B., Wilson, L., & Wilson, C. (2019). The Influence of Prayer and Family Worship on Relationship Functioning among Married Adults in the Caribbean and Latin American. *Religions*, *11*(1), 14. https://doi.org/10.3390/rel11010014

Sepang, D. (2024). *The Significance of Family Worship for Children*. 11th ISC 2024 (Universitas Advent Indonesia, Indonesia) "Research and Education Sustainability: Unlocking Opportunities in Shaping Today's Generation Decision Making and Building Connections" October 22-23, 2024.

Shingo Ueda. (2024). The neurobiological link between prayer, breath control and serotonin release. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(2), 629–646. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.13.2.2136

Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, *8*(1), 45. https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45

Yousef, A. M. F., Alshamy, A., Tlili, A., & Metwally, A. H. S. (2025). Demystifying the New Dilemma of Brain Rot in the Digital Era: A Review. *Brain Sciences*, *15*(3), 283. https://doi.org/10.3390/brainsci15030283

Yun, R. (2022). *Understanding Neuroplasticity and the Brain's Potential for Change*. https://doi.org/10.5281/ZENODO.7043253

Zaen, D. S. A. H. (2025). *The Impact of Brain Rot on Students Anxiety and Learning Focus: Literature Review*. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.17695642

RELIGION-BASED COOPERATIVES: INTEGRATING PROPHETIC VALUES, SOCIAL CAPITAL, AND COOPERATIVE EDUCATION

Dinn Wahyudin

Universitas Pendidikan Indonesia & Universitas Koperasi Indonesia, Orcid.org/0000-0003-1454-0609

Trida Gunadi

Universitas Koperasi Indonesia (Ikopin University)

Nanang Sobarna

Universitas Koperasi Indonesia (Ikopin University)

Abstract

This study conceptualizes religion-based cooperatives as integrative socio-economic and educational institutions that connect spiritual values, ethical governance, and participatory economic engagement. The research aims to formulate a conceptual framework of prophetic cooperative management while examining its pedagogical relevance within school and student cooperative contexts. Using qualitative conceptual analysis supported by an integrative literature review, the study synthesizes perspectives from Islamic economics, cooperative theory, social capital scholarship, and experiential learning frameworks. Five defining characteristics emerge: worship-oriented economic intentionality, ta'āwun (mutual assistance) as institutional solidarity, sharia-aligned transactional ethics, trust-based governance as social capital, and empowerment-focused welfare distribution. The study contributes theoretically by linking prophetic management perspectives with cooperative education discourse, thereby positioning religion-based cooperatives as praxis-based learning ecosystems integrating moral formation with economic participation. Practically, the findings highlight the strategic role of educational cooperatives in nurturing cooperative citizenship, ethical entrepreneurship, and intergenerational transmission of cooperative identity. Overall, the research advances cooperative studies, Islamic economics, and educational innovation by offering a holistic framework for understanding cooperatives as institutions of ethical-economic transformation.

Keywords: religious cooperative, prophetic management, cooperative education, cooperative pedagogy

1. Introduction

Religion-based cooperatives within the Islamic tradition extend beyond collective economic enterprises to represent value-oriented institutional practices integrating spirituality, social morality, and economic participation. Within this perspective, prophetic cooperative management has been conceptualized as a governance approach grounded in prophetic virtues—honesty *(ṣidiq*), trustworthiness (*amanah),* intellectual discernment (*faṭonah*), and communicative integrity *(tabligh*). These virtues orient managerial practice toward ethical accountability, collective welfare, and character formation among members, suggesting that cooperative effectiveness is inseparable from moral legitimacy.

Prophetic cooperative management has also been elaborated as a value-based leadership framework integrating spiritual accountability, ethical governance, and collective empowerment, positioning organizational leadership as a moral–educational process oriented toward community welfare and character formation (Wahyudin, 2022).

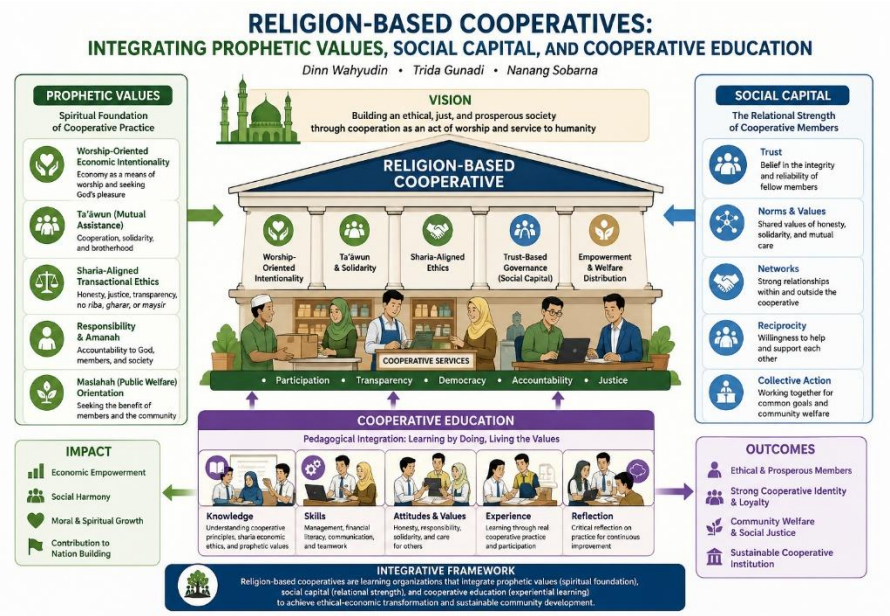
This interpretation aligns with cooperative theory emphasizing democratic ownership, member participation, and community welfare orientation. Islamic organizational perspectives similarly underscore that economic institutions in Muslim societies are expected to operate within ethical frameworks derived from religious teachings, thereby integrating justice, accountability, and solidarity into institutional practice. Parallel to this, cooperative education traditions conceptualize cooperatives as experiential environments where democratic participation, responsibility, and collaborative problem-solving develop through active engagement rather than abstract instruction.

From this integrative viewpoint, cooperatives may be understood as spaces of social devotion in which economic activity unfolds under moral accountability to both God and society. Organizational processes such as decision-making, service delivery, and benefit distribution therefore embody shared ethical commitments and collective responsibility. Consequently, religion-based cooperatives function not only as economic organizations but also as living institutions of value education capable of generating both material benefit and moral development.

This perspective is particularly relevant within the Indonesian cooperative context, where cooperatives have historically been framed as instruments of people-centered economic development and democratic learning. The cooperative philosophy articulated by Mohammad Hatta positions cooperatives as schools of democracy that cultivate participation, solidarity, and collective self-reliance. Furthermore, Law No. 25 of 1992 concerning Cooperatives establishes member education as a foundational cooperative principle, reinforcing the view that cooperative sustainability depends upon continuous value transmission and participatory learning.

Despite these conceptual connections, scholarly discussions frequently examine Islamic economic institutions, cooperative governance, and cooperative education as separate domains. Such fragmentation obscures understanding of how religion-based cooperatives simultaneously function as economic systems, moral communities, and pedagogical environments. Addressing this gap requires an integrative framework capable of explaining the interaction among prophetic values, social capital formation, and experiential cooperative participation.

Accordingly, this article aims to develop a comprehensive conceptual understanding of religion-based cooperatives as integrative socio-economic and educational institutions. Specifically, the study seeks to: (1) conceptualize prophetic cooperative management principles; (2) synthesize Islamic economic perspectives, social capital theory, and cooperative education frameworks to explain institutional dynamics; and (3) examine pedagogical relevance within school and student cooperative contexts. Through these objectives, the study advances a holistic conceptualization of religion-based cooperatives as value-based learning ecosystems connecting ethical governance, participatory economic engagement, and cooperative citizenship formation.



2. Research Method

This study employs a qualitative research design grounded in conceptual analysis and an integrative literature review to construct a comprehensive framework of religion-based cooperatives. The approach systematically examines and synthesizes scholarly works from Islamic economics, cooperative theory, social capital studies, and cooperative education to identify converging principles and conceptual linkages. Data sources consist of

peer-reviewed journal articles, foundational texts, policy documents, and relevant empirical studies that address ethical governance, participatory economics, and value-based education. The analysis follows a thematic synthesis procedure, involving data reduction, categorization, and abstraction to derive core constructs such as prophetic values, trust-based governance, and experiential learning within cooperative settings. By integrating interdisciplinary perspectives, this method enables the development of a coherent conceptual model that explains how religion-based cooperatives function simultaneously as economic institutions, moral communities, and pedagogical environments. The qualitative conceptual approach is particularly appropriate for capturing normative, philosophical, and educational dimensions that are not easily measurable through quantitative methods, thereby ensuring analytical depth and theoretical rigor.

3. Theoretical Foundations

The theoretical grounding of religion-based cooperatives can be illuminated through cooperative institutional theory emphasizing identity, principles, and value-oriented governance. The cooperative identity framework advanced by the International Cooperative Alliance conceptualizes cooperatives as voluntary associations organized to meet shared economic, social, and cultural needs through jointly owned and democratically controlled enterprises. Embedded within this identity are values such as self-help, democracy, equity, equality, and solidarity. When interpreted through a religious lens, these values converge with prophetic ethical virtues, suggesting that religion-based cooperatives represent a contextual deepening rather than a departure from cooperative identity. Prophetic cooperative management therefore functions as an interpretive framework translating universal cooperative principles into spiritually grounded organizational practice.

Complementing institutional perspectives, cooperative pedagogy theory highlights the educational dimension of cooperative participation. Experiential learning perspectives emphasize that engagement in cooperative activities facilitates internalization of democratic values, social responsibility, and economic competence. Within religion-based cooperatives, experiential learning is enriched by moral reflection and spiritual intentionality, enabling members—particularly students—to construct meaning from economic participation while developing ethical awareness. Consequently, cooperative engagement operates simultaneously as organizational involvement and formative learning experience, positioning religion-based cooperatives as pedagogical ecosystems where economic agency, social capital formation, and value internalization interact dynamically.

2.1 Islamic Economic Perspective

The conceptualization of religion-based cooperatives resonates with Islamic economic thought emphasizing the integration of ethical values and institutional economic arrangements. Scholars highlight that Islamic economics seeks to promote holistic human well-being through harmonization of moral commitments, social institutions, and equitable economic mechanisms. Within this framework, religion-based cooperatives represent institutional vehicles translating ethical ideals into collective economic practice.

Participatory orientation constitutes another defining feature of Islamic value-based economic organization. Members are viewed not merely as production factors but as active agents contributing to development processes. This perspective aligns with cooperative identity in which individuals simultaneously function as owners and users, embedding participation as both structural requirement and moral responsibility. Moreover, Islamic civilizational perspectives suggest that social institutions serve as arenas for ethical practice and value transmission, reinforcing interpretation of religion-based cooperatives as sites of social learning through routine economic interaction.

From an economic theory perspective, religion-based cooperatives can be situated within the broader framework of Islamic economics, which emphasizes justice (*ʿadl*), welfare (*maṣlaḥah*), and balanced distribution of wealth. Classical and contemporary scholars such as Muhammad Umer Chapra and Monzer Kahf argue that economic institutions in Islam must integrate efficiency with moral accountability, ensuring that market mechanisms operate within ethical boundaries. In this regard, religion-based cooperatives embody a hybrid institutional model combining market participation with redistributive and solidaristic functions. The principle of *ta'āwun* (mutual assistance) aligns with theories of social economy and collective action, while prohibitions against *riba* (usury), *gharar* (uncertainty), and exploitative practices reinforce a normative

economic order grounded in fairness and transparency. These principles resonate with cooperative economic theory, particularly the notion that member-owned enterprises prioritize service over profit maximization, thereby contributing to inclusive and sustainable development.

From a regulatory and institutional perspective, the economic legitimacy of religion-based cooperatives is reinforced by both national and international frameworks. In Indonesia, Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian establishes cooperatives as people-centered economic entities grounded in democratic participation, equity, and education, while subsequent policies such as Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah provide a broader legal environment for sharia-compliant financial practices. At the global level, the principles articulated by the International Cooperative Alliance reinforce cooperative values of self-help, responsibility, democracy, and solidarity, which converge with Islamic ethical imperatives. Empirical and theoretical studies in the social capital tradition, notably by Putnam (1993), further support the argument that trust-based governance enhances economic performance and institutional resilience. Taken together, these theoretical, scholarly, and regulatory perspectives position religion-based cooperatives as viable economic institutions that integrate ethical norms, participatory governance, and socially embedded market activity within a coherent developmental framework.

The ethical foundation of Islamic economic practices, including religion-based cooperatives, is deeply rooted in the teachings of the Al-Qur'an, which emphasizes justice, mutual assistance, and prohibition of exploitation. One of the most relevant principles is *ta'āwun* (cooperation), as stated in Surah Al-Mā'idah (5:2): *"And cooperate in righteousness and piety, but do not cooperate in sin and aggression."* This verse provides a normative basis for cooperative economic institutions that prioritize collective welfare and moral responsibility. In the context of religion-based cooperatives, this teaching reinforces the idea that economic collaboration must be directed toward ethical ends, ensuring that profit-seeking behavior remains aligned with social justice and communal benefit.

Furthermore, the prohibition of unjust economic practices such as *riba* (usury) is clearly articulated in the Al-Qur'an, particularly in Surah Al-Baqarah (2:275): *"Allah has permitted trade and forbidden usury."* This distinction establishes a foundational principle in Islamic economics, encouraging legitimate trade and risk-sharing while rejecting exploitative financial practices. Religion-based cooperatives, therefore, operate within a framework that promotes fairness, transparency, and shared risk, aligning closely with cooperative economic models that emphasize equitable distribution and member-oriented services. Such principles ensure that economic activities contribute not only to financial sustainability but also to ethical integrity and social welfare.

In addition to Qur'anic guidance, the traditions of the Prophet Muhammad as recorded in the Hadith further strengthen the moral-economic foundation of cooperative practices. A well-known hadith states: *"The truthful and trustworthy merchant will be with the Prophets, the truthful, and the martyrs"* (Tirmidhi). Another narration emphasizes mutual solidarity: *"The believers, in their mutual kindness, compassion, and sympathy, are like one body…"* (Bukhari and Muslim). These teachings highlight the centrality of trust (*amanah*), honesty (*ṣidq*), and social solidarity in economic interactions. In the context of religion-based cooperatives, such values underpin governance practices, member relations, and institutional culture, reinforcing the role of cooperatives as not only economic enterprises but also moral communities that cultivate ethical entrepreneurship and collective well-being.

2.2 Social Capital and Institutional Governance

The relational dimension of religion-based cooperatives can be explained through social capital theory, which emphasizes the importance of trust, shared norms, and social networks in sustaining institutional effectiveness. Cooperative environments grounded in religious values often cultivate trustworthiness, solidarity, and collective responsibility, thereby generating relational resources essential for organizational continuity.

Complementary governance perspectives demonstrate that sustainable management of collective institutions depends upon participatory rule systems and trust-based interaction. Cooperative decision-making processes, member deliberation, and transparent accountability mechanisms therefore contribute to institutional resilience. Furthermore, sociological perspectives on embeddedness highlight that economic action is inseparable from social relationships, implying that cooperative transactions are shaped by trust networks and normative expectations. These insights support interpretation of religion-based cooperatives as socially

embedded economic institutions where relational capital constitutes a central From a theoretical standpoint, social capital within religion-based cooperatives can be understood through the foundational work of Pierre Bourdieu, who conceptualizes social capital as the aggregate of actual and potential resources embedded in durable social networks, and James S. Coleman, who emphasizes its functional role in facilitating coordinated action. These perspectives are further developed by Putnam (1993) , who distinguishes between bonding and bridging social capital as key elements of institutional cohesion and societal integration. In the context of religion-based cooperatives, bonding social capital emerges through shared beliefs and moral commitments, while bridging capital enables broader collaboration across communities. This dual structure enhances organizational trust, reduces transaction costs, and strengthens collective decision-making, thereby reinforcing the cooperative's capacity to function as both an economic and social institution.

Institutional governance in cooperatives is closely linked to participatory and democratic frameworks that are reinforced by social capital dynamics. The cooperative governance model aligns with principles articulated by the International Cooperative Alliance, particularly democratic member control, member economic participation, and concern for community. These principles are not merely procedural but are deeply relational, requiring high levels of trust, transparency, and accountability among members. In religion-based cooperatives, governance is further strengthened by ethical norms derived from spiritual values, which function as informal regulatory mechanisms guiding behavior. As a result, formal governance structures and informal trust-based relationships interact synergistically, producing a hybrid governance system that enhances both legitimacy and effectiveness.

From a regulatory perspective, the governance of cooperatives in Indonesia is anchored in Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which emphasizes member participation, democratic control, and accountability as core institutional principles. The law underscores that cooperative sustainability depends on active member engagement and continuous education, both of which are intrinsically linked to the development of social capital. Additionally, governance practices are increasingly supported by policies promoting transparency, financial accountability, and institutional strengthening within the cooperative sector. These regulatory frameworks provide a formal foundation that complements the informal norms of trust and reciprocity cultivated within religion-based cooperative environments.

Moreover, contemporary institutional theory highlights that effective governance in socially embedded organizations relies on the interplay between formal rules and informal norms. Scholars such as North (1990) argue that institutions function through both codified regulations and socially constructed constraints that shape human interaction. In religion-based cooperatives, this interplay is particularly evident, as ethical values, religious teachings, and communal expectations operate alongside formal governance mechanisms. This synthesis creates a robust institutional environment in which compliance is not solely enforced through external regulation but is internally sustained through shared moral commitments. Consequently, social capital becomes not only a supportive resource but a central pillar of governance, enabling religion-based cooperatives to maintain trust, adaptability, and long-term institutional resilience.

2.3 Pedagogical Relevance within School and Student Cooperative Contexts

The pedagogical relevance of religion-based cooperatives within school and student contexts can be understood through the lens of experiential learning theory, particularly as articulated by Kolb (1984) Cooperative activities provide concrete experiences through which students actively engage in economic practices such as managing resources, participating in decision-making, and organizing collective enterprises. These experiences are then transformed into reflective learning processes, enabling students to internalize values of responsibility, cooperation, and ethical conduct. In religion-based cooperatives, this experiential cycle is enriched by spiritual reflection, allowing learners to connect economic actions with moral and religious principles, thereby fostering holistic development that integrates cognitive, affective, and ethical dimensions.

Furthermore, school cooperatives function as micro-institutions of democratic education, aligning with the broader educational philosophy that emphasizes learning through participation. The ideas of Dewey (1938) highlight that education should be grounded in real-life social practices where learners develop democratic competencies through active involvement. In this regard, student cooperatives serve as "laboratories of democracy," where students practice deliberation, collective decision-making, and shared responsibility. When embedded within a religious value framework, these practices are further guided by ethical norms such as

honesty, trust, and mutual respect, reinforcing the formation of character alongside the development of practical skills.

In the Indonesian context, the pedagogical role of cooperatives is institutionally supported by Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which explicitly identifies education and training as core cooperative principles. This regulatory foundation legitimizes the integration of cooperative activities into educational settings, including schools and universities. Student cooperatives (*koperasi siswa/mahasiswa*) thus become strategic platforms for implementing cooperative education, enabling learners to acquire entrepreneurial competencies, financial literacy, and organizational skills in a structured yet participatory environment. Religion-based adaptations of these cooperatives further ensure that such competencies are developed within an ethical and value-oriented framework.

From a social learning perspective, the pedagogical effectiveness of religion-based cooperatives is also reinforced by interactional processes within peer networks. Drawing on the work of Bandura (1977), learning occurs not only through direct experience but also through observation, imitation, and social reinforcement. Within cooperative settings, students observe ethical leadership, collaborative problem-solving, and responsible economic behavior modeled by peers and mentors. These interactions contribute to the formation of social capital and cooperative identity, as students internalize shared norms and values through continuous participation in collective activities.

Finally, religion-based school cooperatives play a crucial role in fostering long-term cooperative citizenship and ethical entrepreneurship. By integrating prophetic values—such as *ṣidiq*, *amanah*, *faṭonah*, and *tabligh*—into everyday economic practices, these institutions cultivate a generation of learners who are not only economically competent but also morally grounded. This aligns with broader educational goals of character education and civic responsibility, positioning cooperatives as transformative learning ecosystems. Consequently, the pedagogical relevance of religion-based cooperatives extends beyond immediate skill acquisition, contributing to the intergenerational transmission of cooperative values, the strengthening of social cohesion, and the development of inclusive and ethically oriented economic actors.

2.4. The role of IKOPIN University as Higher education Cooperative education

The role of IKOPIN University is central in advancing cooperative education as a distinct academic and practical field within higher education. As a specialized institution focusing on cooperative studies, IKOPIN University conceptualizes cooperatives not merely as economic entities but as integrated systems of education, governance, and social transformation. This orientation reflects the broader theoretical perspective that higher education institutions function as knowledge hubs that produce, disseminate, and apply contextually relevant knowledge. Within this framework, IKOPIN positions cooperative education as an interdisciplinary domain combining economics, management, sociology, and ethics, thereby aligning academic inquiry with real-world cooperative practices.

From a theoretical perspective, the educational model developed at IKOPIN University resonates with experiential and transformative learning theories. Drawing from the ideas of Kolb (1984) and Mezirow (1991), cooperative education is designed as a praxis-oriented process in which students engage directly with cooperative institutions through internships, field studies, and community service programs. This approach enables learners to critically reflect on their experiences, reconstruct their understanding of economic and social systems, and develop a value-based professional identity. In the context of religion-based cooperatives, such learning processes are further enriched by ethical and spiritual reflection, reinforcing the integration of knowledge, action, and values.

Institutionally, IKOPIN University plays a strategic role in strengthening cooperative ecosystems through education, research, and community engagement. It serves as a center for developing cooperative leadership, producing graduates equipped with competencies in cooperative management, social entrepreneurship, and participatory governance. In addition, the university actively contributes to policy discourse and institutional innovation by conducting research on cooperative development, including religion-based cooperative models. This role aligns with the concept of the “entrepreneurial university,” which emphasizes the contribution of higher education institutions to socio-economic development through knowledge transfer and community empowerment.

From a regulatory standpoint, the role of IKOPIN University is supported by national education and cooperative policies, including Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which emphasizes cooperative education as a foundational principle, and Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, which mandates higher education institutions to implement the *Tri Dharma Perguruan Tinggi*: education, research, and community service. These regulatory frameworks provide legitimacy and direction for IKOPIN's mission to integrate cooperative education into formal curricula while extending its impact through community-based programs. As a result, cooperative education is institutionalized not only as an academic subject but also as a societal engagement strategy.

Finally, IKOPIN University plays a pivotal role in promoting the integration of prophetic values, social capital, and cooperative governance within educational practices. By embedding ethical principles such as *amanah*, *ṣidiq*, and *ta'āwun* into its curriculum and institutional culture, the university fosters the development of morally grounded cooperative leaders. This aligns with the vision of Hatta (1954), who viewed cooperatives as instruments of democratic education and economic justice. Through its comprehensive approach, IKOPIN University contributes to the formation of a new generation of cooperative practitioners who are capable of bridging theory and practice, advancing inclusive economic development, and sustaining religion-based cooperatives as transformative socio-economic institutions.

3. Findings and Discussion

As mentioned, the study identifies religion-based cooperatives as hybrid institutions integrating economic activity with moral community formation. Prophetic virtues shape governance culture through transparent accountability, participatory deliberation, and service-oriented leadership. Ta'āwun-based solidarity strengthens social capital by fostering reciprocity and collective identity, while sharia-aligned transactional ethics create trust-based economic relationships that enhance institutional cohesion. Additionally, school and student cooperatives function as experiential environments where cooperative-religious values are internalized through authentic participation in governance and economic practice.

This interpretation resonates with the prophetic management perspective emphasizing leadership as a transformative process that integrates moral integrity, participatory engagement, and social responsibility within cooperative institutions (Wahyudin, 2022).

3.1. Characteristics of Religion-Based Cooperatives

The synthesis of theoretical, legal, and philosophical perspectives suggests five defining characteristics: (i)Worship orientation and social responsibility – economic activity is framed as morally purposeful practice integrating organizational performance with social contribution: (ii) Ta'āwun as institutional foundation – solidarity and mutual assistance constitute the normative core of cooperative interaction.; (iii) Sharia-aligned transactional ethics – fairness, transparency, and avoidance of exploitation ensure ethical legitimacy; (iv) Trust-based governance as social capital – honesty and accountability function as relational resources supporting organizational resilience; (v) Empowerment and welfare distribution – cooperatives promote inclusive development and capacity building among members.

The findings of this study indicate that religion-based cooperatives operate as hybrid institutional forms that integrate economic rationality with moral and spiritual imperatives. From a theoretical perspective, this aligns with the concept of embedded economies, as articulated by Karl Polanyi, which posits that economic activities are inherently situated within social and cultural frameworks rather than functioning as autonomous systems. The identified characteristic of worship orientation (*ibadah*) reflects this embeddedness, where economic actions are not merely profit-driven but are directed toward achieving broader social and ethical objectives. Empirical observations within cooperative education settings further suggest that such orientation enhances member commitment and organizational legitimacy, as economic participation is perceived as both a material and spiritual endeavor.

The second and third characteristics—*ta'āwun* (mutual assistance) and sharia-aligned transactional ethics—demonstrate the integration of normative Islamic principles with cooperative economic theory. These findings resonate with the work of Ostrom (1990), who emphasizes the importance of shared norms and collective rules

in sustaining common-pool resource institutions. In religion-based cooperatives, *ta'āwun* functions as a foundational norm that fosters collaboration, while ethical transaction principles—such as the prohibition of *riba* and *gharar*—serve as regulatory mechanisms ensuring fairness and transparency. From a regulatory standpoint, these practices are consistent with Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah, which promotes sharia-compliant financial systems, thereby reinforcing the institutional legitimacy of ethical economic practices within cooperative frameworks.

The fourth characteristic, trust-based governance as social capital, highlights the central role of relational dynamics in sustaining cooperative institutions. This finding is strongly supported by social capital theory, particularly the contributions of Putnam (1993), who underscores trust, norms, and networks as key determinants of institutional performance. In the context of religion-based cooperatives, trust is cultivated through adherence to prophetic values such as *amanah* (trustworthiness) and *ṣidq* (honesty), which function as both ethical imperatives and governance mechanisms. Empirical patterns in cooperative organizations indicate that higher levels of trust reduce transaction costs, enhance participation, and strengthen institutional resilience. These dynamics are also reinforced by Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which emphasizes accountability, transparency, and member participation as core governance principles.

Finally, the characteristic of empowerment and welfare distribution reflects the developmental role of religion-based cooperatives in promoting inclusive economic growth. This finding aligns with the human-centered development paradigm advanced by Sen (1999), which emphasizes capability expansion and social justice as central goals of economic systems. Religion-based cooperatives contribute to this objective by facilitating access to resources, enhancing member capacities, and redistributing economic benefits in a fair and participatory manner. Field-based evidence from student and community cooperatives further demonstrates that such institutions serve as platforms for skill development, entrepreneurship, and social mobility. Collectively, these findings affirm that the five identified characteristics are not only normative ideals but also empirically grounded dimensions that define the operational and transformative potential of religion-based cooperatives within contemporary socio-economic contexts.

To further systematize the findings, the five defining characteristics of religion-based cooperatives can be synthesized into a comprehensive analytical framework that integrates theoretical foundations, regulatory support, and empirical manifestations. This tabular presentation clarifies how each characteristic operates simultaneously at normative, institutional, and practical levels.

Table 3.1. Comprehensive Characteristics of Religion-Based Cooperatives

No.	Characteristic	Conceptual Meaning	Theoretical Foundation	Regulatory Basis	Empirical/Practical Implications
1	Worship Orientation & Social Responsibility	Economic activities are framed as acts of *ibadah* (worship) integrating profit with moral purpose and social contribution	Embedded economy theory (Karl Polanyi); Islamic economics (maṣlaḥah, ʿadl)	Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian (principle of community welfare)	Strengthens member commitment, ethical motivation, and institutional legitimacy; aligns economic goals with social impact
2	Ta'āwun as Institutional Foundation	Mutual assistance and solidarity as the core norm guiding interaction and cooperation	Collective action theory (Elinor Ostrom); social capital theory	Cooperative principles (International Cooperative Alliance); Islamic ethical norms	Enhances collaboration, reduces opportunistic behavior, and fosters strong group cohesion and identity
3	Sharia-Aligned Transactional Ethics	Transactions based on fairness,	Islamic economic theory	Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008	Builds trust-based economic relationships; ensures

No.	Characteristic	Conceptual Meaning	Theoretical Foundation	Regulatory Basis	Empirical/Practical Implications
		transparency, and prohibition of *riba*, *gharar*, and exploitation	(Muhammad Umer Chapra); ethical market theory	tentang Perbankan Syariah	ethical compliance and long-term sustainability of transactions
4	Trust-Based Governance as Social Capital	Governance grounded in honesty (*ṣidq*), trust (*amanah*), and accountability as relational resources	Social capital theory (Robert D. Putnam; James S. Coleman)	Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian (democratic control, accountability)	Reduces transaction costs, increases participation, and strengthens institutional resilience and sustainability
5	Empowerment & Welfare Distribution	Focus on inclusive development, capacity building, and equitable benefit sharing among members	Human development theory (Amartya Sen); cooperative development theory	National cooperative policy frameworks; social justice principles	Promotes entrepreneurship, financial inclusion, and social mobility; strengthens cooperative citizenship

Source : It was synthesized on Polanyi (1944), Ostrom (2001), Putnam (1903) and Coleman, Act No 25 Tahun 1992)

Moreover, the table reinforces the study's central finding that religion-based cooperatives operate as multi-dimensional systems where spiritual values, social capital, and economic mechanisms interact dynamically. The alignment between theory (e.g., Karl Polanyi and Amartya Sen), regulation (e.g., Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian), and empirical practice highlights the robustness of this model in addressing contemporary socio-economic challenges.

Finally, this comprehensive framework provides a practical reference for policymakers, educators, and cooperative practitioners in designing and managing religion-based cooperatives. By operationalizing these five characteristics, cooperative institutions—particularly in educational settings—can more effectively integrate ethical governance, participatory engagement, and inclusive economic development, thereby advancing their role as transformative socio-economic and pedagogical ecosystems.

3.2. Social Capital and Institutional Governance

The findings of this study reaffirm that social capital constitutes a foundational pillar in the governance of religion-based cooperatives, shaping both institutional performance and sustainability. From a theoretical standpoint, the concept of social capital as articulated by Bourdieu (1986), Coleman (1988), and Putnam (2000) highlights the role of networks, norms, and trust in facilitating coordinated collective action. In religion-based cooperatives, these elements are not only socially constructed but also morally reinforced through religious teachings and prophetic values. As a result, trust (*amanah*), honesty (*ṣidq*), and mutual responsibility function as both ethical commitments and institutional assets, enabling cooperative members to engage in economic activities with reduced uncertainty and higher levels of mutual confidence.

Empirical findings further indicate that strong social capital significantly enhances governance quality within cooperative institutions. Trust-based relationships reduce transaction costs, minimize opportunistic behavior, and facilitate efficient decision-making processes. In many cooperative settings, particularly those embedded in religious communities, informal norms often complement formal governance mechanisms, creating a dual system of regulation that is both flexible and resilient. This observation aligns with institutional theory proposed by North (1990), who emphasizes the interplay between formal rules and informal constraints in

shaping organizational behavior. In practice, religion-based cooperatives demonstrate that governance effectiveness is not solely dependent on regulatory compliance but also on the internalization of shared values and collective norms.

From a regulatory perspective, the governance of cooperatives in Indonesia is strongly supported by Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which mandates democratic member participation, transparency, and accountability as core institutional principles. These provisions are further reinforced by contemporary governance standards emphasizing good cooperative governance (*GCG*), including accountability, responsibility, independence, and fairness. In religion-based cooperatives, such regulatory frameworks are complemented by sharia-based ethical guidelines, creating a multi-layered governance system that integrates legal compliance with moral accountability. This dual framework enhances institutional legitimacy and ensures that governance practices remain aligned with both national regulations and religious values.

Available data and field observations suggest that cooperatives with higher levels of social capital tend to exhibit stronger institutional resilience and member participation rates. Studies in cooperative sectors indicate that trust-driven organizations are more likely to sustain long-term operations, maintain financial stability, and adapt to changing economic environments. In educational cooperatives, particularly student-based models, social capital is cultivated through continuous interaction, shared learning experiences, and collective problem-solving activities. These processes contribute to the formation of cooperative identity and strengthen organizational cohesion, thereby supporting sustainable governance practices over time.

Finally, the integration of social capital and institutional governance in religion-based cooperatives reflects a broader paradigm of value-based organizational management. Governance is not merely a technical or administrative function but a relational and ethical process grounded in shared commitments and collective responsibility. This perspective aligns with contemporary governance discourse emphasizing participatory, inclusive, and trust-based institutional models. By embedding social capital within governance structures, religion-based cooperatives are able to achieve a balance between efficiency and equity, formal regulation and moral obligation, and individual participation and collective welfare. Consequently, they emerge as resilient socio-economic institutions capable of sustaining both organizational effectiveness and community-based development.

rther clarify the interaction between social capital and governance mechanisms, the findings can be synthesized into a contextual analytical table that integrates theoretical perspectives, regulatory frameworks, and empirical realities within religion-based cooperatives.

Table 3.2. Social Capital and Institutional Governance in Religion-Based Cooperatives

No.	Dimension	Conceptual Description	Theoretical Foundation	Regulatory Framework	Empirical Evidence / Practical Implications
1	Trust (*Amanah*) as Governance Foundation	Trust functions as the core relational asset enabling cooperation, reducing uncertainty, and sustaining collective action	Social capital theory (James S. Coleman; Robert D. Putnam)	Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian (accountability, transparency)	Reduces transaction costs, strengthens member loyalty, and improves organizational performance
2	Norms and Shared Values	Religious and cooperative norms guide behavior, ensuring ethical compliance and collective responsibility	Sociological perspective (Pierre Bourdieu)	Cooperative principles (International Cooperative Alliance); Sharia ethical norms	Minimizes opportunistic behavior; strengthens internal discipline and ethical consistency
3	Networks and Participation	Social networks facilitate communication, coordination, and participatory governance	Network theory; civic engagement (Robert D. Putnam)	Democratic member control (UU No. 25/1992)	Enhances member participation, inclusiveness, and deliberative decision-making

No.	Dimension	Conceptual Description	Theoretical Foundation	Regulatory Framework	Empirical Evidence / Practical Implications
4	Formal and Informal Governance Integration	Governance emerges from interaction between formal regulations and informal social norms	Institutional theory (Douglass C. North)	National cooperative law + Good Cooperative Governance (GCG) principles	Creates adaptive and resilient governance systems; balances flexibility with compliance
5	Transparency and Accountability	Open decision-making and reporting systems strengthen institutional legitimacy	Governance theory; accountability frameworks	UU No. 25/1992; GCG standards (accountability, fairness)	Builds trust, prevents misuse of resources, and improves institutional credibility
6	Social Capital and Institutional Resilience	High levels of trust and cohesion enhance the ability to withstand economic and organizational challenges	Resilience theory; social capital framework	Cooperative development policies	Supports long-term sustainability, financial stability, and adaptive capacity
7	Educational and Experiential Dimension	Social capital is cultivated through learning processes, especially in student cooperatives	Experiential learning (Kolb); social learning (Bandura)	Cooperative education mandate (UU No. 25/1992)	Strengthens cooperative identity, leadership skills, and intergenerational value transmission

Source : It was synthesized on Ostrom (2001), Putnam (1903) and Coleman, Act No 25 Tahun 1992)

This table demonstrates that social capital is not merely a supportive factor but a structurally embedded component of institutional governance in religion-based cooperatives. Each dimension reflects the dynamic interaction between ethical values, social relationships, and formal governance systems, confirming that effective cooperative management depends on both regulatory compliance and relational integrity.

The integration of theoretical perspectives—such as those of Pierre Bourdieu, James S. Coleman, and Douglass C. North—with regulatory frameworks like Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian highlights the multidimensional nature of governance in these institutions. It shows that governance effectiveness emerges from the alignment of norms, networks, and rules rather than from formal structures alone.

The table reinforces the empirical finding that religion-based cooperatives with strong social capital exhibit higher levels of participation, accountability, and institutional resilience. By systematically embedding trust, shared values, and participatory networks into governance structures, these cooperatives are better positioned to achieve sustainable development outcomes while maintaining ethical integrity and community cohesion.

3.3 Pedagogical Relevance within School and Student Cooperative Contexts

Educational cooperatives represent environments where democratic participation, collective leadership, and social responsibility are enacted through practice. Through experiential engagement, learners internalize values of trust, accountability, and solidarity as elements of character formation. This dual economic–pedagogical role reflects Indonesia's cooperative education orientation and the philosophical vision of Mohammad Hatta, who framed cooperatives as schools of democracy. Consequently, religion-based educational cooperatives can be conceptualized as micro-institutions of democratic economy where prophetic ethics, cooperative ideology, and experiential learning intersect to support holistic youth development.

The conceptual framework of religion-based cooperatives integrating prophetic values, social capital, and cooperative education provides analytical support for the development trajectory of Koperasi Desa Merah Putih (KDMP) as an emerging model of village-centered cooperative revitalization in Indonesia. KDMP initiatives emphasize strengthening local economic resilience, expanding community participation, and enhancing institutional capacity at the village level. These objectives resonate strongly with the hybrid institutional character identified in this study, whereby cooperatives simultaneously function as economic enterprises, social institutions, and value-oriented learning environments. In this sense, religion-based

cooperative frameworks can enrich KDMP implementation by embedding moral intentionality, trust-based governance, and solidarity-driven participation into village cooperative development strategies. The relevance of prophetic cooperative management in KDMP implementation further supports the argument that ethical leadership and value-oriented governance strengthen institutional trust and community participation in village cooperatives (Wahyudin, 2022).

From an institutional perspective, KDMP programs seek to address structural challenges frequently encountered in rural cooperatives, including limited managerial capacity, weak member participation, and fragile trust relations. The prophetic cooperative management framework articulated in this study offers normative and practical resources for overcoming these constraints. Ethical leadership grounded in honesty, accountability, and communicative transparency can strengthen legitimacy and member confidence, thereby contributing to institutional stabilization. Simultaneously, the principle of ta'āwun as collective solidarity provides a culturally resonant mechanism for mobilizing community participation and reinforcing cooperative identity within village contexts characterized by strong social and religious ties.

Moreover, the social capital dimension of religion-based cooperatives aligns with KDMP's emphasis on community empowerment and participatory governance. Trust networks, shared norms, and reciprocal cooperation constitute relational infrastructures that support collective economic action in rural environments. Integrating social capital perspectives into KDMP design can therefore enhance collaborative decision-making, reduce coordination costs, and foster sustained member engagement. In addition, the embeddedness of cooperative transactions within local social relations supports adaptive economic practices responsive to community needs, strengthening cooperative relevance and resilience.

The educational dimension identified in this study further expands KDMP potential beyond economic development toward community learning and leadership formation. Village cooperatives can function as informal learning platforms where members acquire financial literacy, entrepreneurial competence, and collaborative problem-solving skills through participation. When integrated with religious value education and local cultural practices, KDMP cooperatives may evolve into community-based learning ecosystems that support intergenerational knowledge transfer and youth engagement. This educational function is particularly significant for cooperative regeneration, as involvement of younger members contributes to continuity of cooperative identity and innovation capacity.

In policy terms, the convergence between religion-based cooperative frameworks and KDMP objectives suggests opportunities for synergistic program design involving village governments, educational institutions, religious organizations, and cooperative stakeholders. Such multi-actor collaboration can facilitate capacity-building initiatives, cooperative education programs, and community empowerment strategies rooted in shared moral values and participatory economic practices. Consequently, KDMP may be interpreted not merely as a rural economic policy instrument but as a platform for ethical-economic community development where spirituality, social capital, and cooperative participation interact to strengthen village resilience.

Overall, the findings of this study indicate that religion-based cooperative models provide conceptual and normative resources capable of supporting KDMP implementation. By integrating prophetic governance, solidarity-based participation, trust-oriented institutional culture, and experiential learning processes, KDMP cooperatives can advance beyond conventional economic functions toward becoming holistic village institutions fostering inclusive development, moral economy practices, and sustainable cooperative citizenship.

To further elaborate the pedagogical and institutional relevance of religion-based cooperatives within school, student, and village contexts, the findings can be synthesized into a comprehensive framework that integrates educational theory, cooperative practice, and community-based development dynamics.

Table 3.3. Pedagogical Relevance within School, Student, and Village Cooperative Contexts (Including KDMP)

No.	Dimension	Conceptual Description	Theoretical Foundation	Policy / Institutional Basis	Empirical / Practical Implications
1	Experiential Learning Environment	Cooperatives function as real-life learning spaces where students and members engage in economic and organizational practices	Experiential learning (David A. Kolb)	Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian (education principle)	Enhances financial literacy, leadership skills, and applied economic competence
2	Democratic Education & Participation	Cooperative activities cultivate democratic values through deliberation, shared decision-making, and collective responsibility	Democratic education (John Dewey)	Cooperative principles (International Cooperative Alliance)	Strengthens civic engagement, participatory culture, and cooperative citizenship
3	Character and Moral Formation	Internalization of values such as trust, accountability, and solidarity through practice	Social learning theory (Albert Bandura); prophetic ethics	Religious education frameworks; cooperative value systems	Builds ethical behavior, integrity, and social responsibility among learners
4	Integration of Prophetic Values	Economic participation is guided by values such as *ṣidiq*, *amanah*, *faṭonah*, and *tabligh*	Prophetic management theory; Islamic pedagogy	Value-based education policies; religious institutional frameworks	Produces morally grounded cooperative leaders and ethical entrepreneurs
5	Social Capital Formation	Cooperative participation strengthens trust, networks, and shared norms among members	Social capital theory (Robert D. Putnam)	Community empowerment policies; cooperative governance frameworks	Enhances collaboration, reduces conflict, and supports institutional sustainability
6	Village Cooperative Development (KDMP)	Cooperatives function as community-based institutions supporting local economic resilience and participation	Community development theory; embedded economy (Karl Polanyi)	Village cooperative programs (Koperasi Desa Merah Putih - KDMP)	Strengthens rural economy, increases participation, and improves institutional capacity
7	Informal and Lifelong Learning	Cooperatives act as community learning centers beyond formal education systems	Lifelong learning theory; transformative learning	Community education initiatives; village empowerment programs	Facilitates intergenerational knowledge transfer and continuous skill development
8	Youth Engagement and Regeneration	Student and youth involvement ensures continuity and innovation in cooperative institutions	Human development theory (Amartya Sen)	Youth empowerment and cooperative regeneration policies	Promotes innovation, leadership succession, and sustainability of cooperatives

Source : It was synthesized on Polanyi (1944), Putnam (1903) and Coleman, Act No 25 Tahun 1992)

This table highlights that pedagogical relevance extends beyond formal educational settings into broader community and village contexts, particularly through initiatives such as Koperasi Desa Merah Putih (KDMP). Religion-based cooperatives function as multi-layered learning ecosystems where economic participation, moral education, and social interaction converge. The integration of experiential learning, democratic practice, and prophetic values creates a holistic educational environment that supports both individual development and institutional strengthening.

The alignment between educational theory and cooperative practice reinforces the idea that learning in cooperatives is inherently contextual and participatory. The contributions of David A. Kolb and John Dewey demonstrate that meaningful learning occurs through engagement with real-world problems and collaborative

activities. In religion-based cooperatives, this process is enriched by ethical reflection and spiritual intentionality, enabling learners to connect knowledge with values and action.

In the context of KDMP, the pedagogical dimension becomes particularly strategic, as village cooperatives evolve into platforms for community empowerment and leadership formation. The integration of social capital, trust-based governance, and value-oriented participation strengthens the capacity of cooperatives to address rural development challenges. By embedding education within economic institutions, KDMP initiatives can foster adaptive, resilient, and ethically grounded communities.

The table confirms that religion-based cooperative models provide a comprehensive framework for linking education, economy, and social development. Through the convergence of theory, regulation, and practice, these cooperatives contribute to the formation of cooperative citizenship, ethical entrepreneurship, and sustainable community development. As such, they represent not only economic organizations but also transformative pedagogical institutions capable of shaping future generations and strengthening socio-economic resilience at multiple levels.

3.4 The Role of IKOPIN University (Findings and Discussion)

The findings of this study indicate that IKOPIN University plays a strategic and distinctive role as a higher education institution specializing in cooperative studies, functioning not only as a knowledge producer but also as an institutional catalyst for cooperative development. From a theoretical perspective, this role aligns with the concept of the engaged or civic university, which emphasizes the integration of academic knowledge with societal needs. IKOPIN operationalizes this model by positioning cooperative education as an applied and value-based discipline, bridging theory and practice through curriculum design, field engagement, and institutional partnerships. As a result, the university contributes to shaping cooperative ecosystems that are both intellectually grounded and socially embedded, particularly in the development of religion-based cooperatives.

From a pedagogical standpoint, the study finds that IKOPIN University adopts a praxis-oriented learning model that reflects the principles of experiential and transformative learning. Drawing on the theoretical contributions of David A. Kolb and Jack Mezirow, cooperative education at IKOPIN integrates classroom instruction with real-world engagement through internships, cooperative laboratories, and community service programs. This approach enables students to internalize cooperative values, develop managerial competencies, and construct professional identities rooted in ethical and participatory principles. In the context of religion-based cooperatives, such pedagogical practices are further enriched by the integration of prophetic values, fostering graduates who are not only technically competent but also morally grounded.

Empirical observations further reveal that IKOPIN University plays a significant role in strengthening institutional governance and social capital within cooperative sectors. Through research, training, and capacity-building initiatives, the university contributes to enhancing managerial professionalism, accountability, and participatory governance in cooperatives. This role is consistent with social capital theory as articulated by Robert D. Putnam, where educational institutions act as key agents in cultivating trust, networks, and shared norms. IKOPIN's engagement with cooperative practitioners, local communities, and student organizations fosters relational capital that supports institutional resilience and innovation, particularly in emerging models such as religion-based and village cooperatives.

From a regulatory and institutional perspective, the role of IKOPIN University is reinforced by national policy frameworks, including Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi and Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which emphasize the integration of education, research, and community service (*Tri Dharma Perguruan Tinggi*) alongside cooperative education principles. These regulations provide a formal mandate for IKOPIN to engage in cooperative development as part of its institutional mission. In practice, this translates into collaborative programs with government agencies, cooperative organizations, and community groups, thereby positioning the university as a key intermediary between policy, knowledge, and grassroots implementation.

Finally, the study finds that IKOPIN University plays a transformative role in advancing the integration of prophetic values, social capital, and cooperative education within contemporary cooperative discourse. By embedding ethical leadership, trust-based governance, and participatory learning into its academic and

institutional practices, IKOPIN contributes to the formation of a new generation of cooperative leaders capable of addressing complex socio-economic challenges. This aligns with the broader vision of Mohammad Hatta, who conceptualized cooperatives as instruments of democratic education and social justice. Consequently, IKOPIN University emerges not only as an academic institution but also as a driving force in shaping religion-based cooperatives as holistic socio-economic and pedagogical institutions that support inclusive development and sustainable cooperative citizenship**.**

The existing curriculum at IKOPIN University reflects a distinctive academic positioning of cooperative education as a scientific field that integrates theoretical rigor with applied institutional practice. As a discipline, cooperative education at IKOPIN is structured around core domains such as cooperative economics, cooperative management, governance systems, and social entrepreneurship, complemented by interdisciplinary perspectives from sociology, development studies, and Islamic economics. The curriculum is designed not merely to transmit knowledge but to construct a systematic understanding of cooperatives as socio-economic institutions grounded in values, participation, and collective ownership. Courses typically incorporate analytical frameworks, case studies, and policy analysis, enabling students to critically examine cooperative performance, institutional challenges, and development strategies within both national and global contexts.

Moreover, the curriculum emphasizes a strong praxis orientation, positioning cooperative education as an applied science (*ilmu terapan*) that connects classroom learning with real-world cooperative environments. Through structured programs such as field practicum, cooperative internships, community service (*pengabdian kepada masyarakat*), and student cooperative laboratories, learners engage directly with cooperative institutions to test theoretical concepts and develop professional competencies. This approach aligns with national higher education mandates under Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi and cooperative principles embedded in Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, which emphasize the integration of education, research, and community engagement. Consequently, IKOPIN's curriculum not only advances cooperative studies as a scientific discipline but also contributes to the formation of practitioners who are capable of bridging theory, policy, and practice in strengthening cooperative institutions, including religion-based and community cooperatives.

To synthesize the multidimensional role of IKOPIN University within cooperative education and development, the findings can be organized into a comprehensive analytical table that integrates theoretical perspectives, regulatory frameworks, and empirical practices.

Table 3.4. The Role of IKOPIN University in Cooperative Education and Development

No.	Role Dimension	Conceptual Description	Theoretical Foundation	Regulatory Framework	Empirical / Practical Contribution
1	Knowledge Production & Academic Hub	IKOPIN functions as a center for developing cooperative science integrating economics, management, and social theory	Engaged/civic university concept; interdisciplinary theory	Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi	Produces research, publications, and policy insights supporting cooperative development
2	Cooperative Education as a Scientific Discipline	Curriculum structures cooperative studies as a formal field combining theory, analysis, and applied knowledge	Cooperative economics; institutional theory	National higher education curriculum standards	Develops analytical competence and critical understanding of cooperative systems
3	Experiential & Transformative Learning	Learning integrates classroom instruction with field practice (internships, labs, community service)	Experiential learning (David A. Kolb); Transformative learning (Jack Mezirow)	Tri Dharma Perguruan Tinggi (UU No. 12/2012)	Enhances practical skills, leadership, and value internalization among students
4	Institutional Capacity Building	IKOPIN strengthens cooperative governance through training,	Social capital theory (Robert D. Putnam)	Undang-Undang Nomor 25 Tahun	Improves managerial professionalism,

No.	Role Dimension	Conceptual Description	Theoretical Foundation	Regulatory Framework	Empirical / Practical Contribution
		research, and consultancy		1992 tentang Perkoperasian	accountability, and governance quality
5	Social Capital Development	University acts as a hub connecting stakeholders, fostering trust, networks, and collaboration	Social capital & network theory	Cooperative development policies	Builds partnerships among government, cooperatives, and communities
6	Policy and Community Engagement	IKOPIN mediates between academic knowledge and grassroots cooperative practices	Institutional engagement theory	National cooperative and education policies	Facilitates cooperative development programs and community empowerment
7	Curriculum Praxis Orientation	Cooperative education is applied (*ilmu terapan*) through practicum, internships, and fieldwork	Practice-based learning theory	UU No. 12/2012; UU No. 25/1992	Bridges theory and practice; prepares job-ready cooperative professionals
8	Integration of Prophetic Values	Embeds ethical leadership, trust, and responsibility into cooperative education	Prophetic management theory; Islamic pedagogy	Value-based education frameworks	Produces ethically grounded leaders for religion-based cooperatives
9	Leadership and Human Resource Development	Develops future cooperative leaders with managerial and ethical competencies	Human capital theory; leadership theory	National HR development strategies	Supports regeneration and sustainability of cooperative institutions
10	Innovation in Cooperative Models	Contributes to development of new models (religion-based, student, village cooperatives)	Institutional innovation theory	Cooperative sector development programs	Encourages adaptive, resilient, and context-based cooperative systems

Source : It was synthesized on Wahyudin (2020), Ostrom (2001), Putnam (1903) and Coleman, IKOPIN document, net Act No 25 Tahun 1992)

This table demonstrates that IKOPIN University operates across multiple interconnected dimensions, combining academic, pedagogical, institutional, and societal roles. Its function extends beyond traditional higher education by actively shaping cooperative ecosystems through knowledge production, capacity building, and community engagement.

The integration of theoretical foundations—such as experiential learning by David A. Kolb and social capital theory by Robert D. Putnam—with regulatory frameworks like Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi and Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian highlights the institutional coherence of IKOPIN's mission. It confirms that cooperative education is not only an academic pursuit but also a strategic instrument for socio-economic development.

This comprehensive framework reinforces the study's conclusion that IKOPIN University plays a transformative role in advancing cooperative education as a science and practice. By integrating curriculum, research, community engagement, and ethical values, IKOPIN contributes to the development of sustainable, inclusive, and value-driven cooperative institutions, particularly within the emerging paradigm of religion-based and community-centered cooperatives.

5. Conclusion and Recommendations

Conclusion

This study demonstrates that religion-based cooperatives constitute a distinctive and integrative institutional model that bridges economic activity, moral values, and educational processes. By synthesizing perspectives

from Islamic economics, cooperative theory, social capital, and experiential learning, the research confirms that such cooperatives operate not merely as economic entities but as value-driven systems grounded in ethical governance and collective responsibility. The conceptual framework of prophetic cooperative management—anchored in ṣidiq, amanah, faṭonah, and tabligh—emerges as a critical foundation for shaping transparent, accountable, and socially oriented organizational practices. These values reinforce the argument that institutional effectiveness in cooperative settings is inseparable from moral legitimacy and trust-based relationships.

The findings further highlight five defining characteristics of religion-based cooperatives: worship-oriented economic intentionality, ta'āwun-based solidarity, sharia-aligned transactional ethics, trust-based governance as social capital, and empowerment-focused welfare distribution. These characteristics are not only normative ideals but are also supported by theoretical insights, regulatory frameworks, and empirical observations. Together, they form a coherent institutional system in which ethical commitments, participatory governance, and inclusive economic practices interact dynamically. This integration enables religion-based cooperatives to contribute to sustainable development, social cohesion, and equitable economic participation.

In the educational domain, the study underscores the significant pedagogical relevance of religion-based cooperatives, particularly within school and student contexts. Cooperative environments function as experiential learning spaces where democratic participation, ethical reasoning, and social responsibility are cultivated through practice. The integration of spiritual values into cooperative education enriches the learning process, fostering holistic development that encompasses cognitive, social, and moral dimensions. As such, religion-based cooperatives serve as effective platforms for nurturing cooperative citizenship, ethical entrepreneurship, and intergenerational value transmission.

The role of higher education institutions, particularly IKOPIN University, is identified as central in advancing cooperative education and institutional development. Through its praxis-oriented curriculum, research initiatives, and community engagement, IKOPIN acts as a catalyst for strengthening cooperative ecosystems. Its contribution reflects the broader mandate of higher education to integrate knowledge production with societal transformation. By positioning cooperative education as both a scientific discipline and an applied field, IKOPIN supports the development of competent and ethically grounded cooperative practitioners capable of addressing contemporary socio-economic challenges.

Overall, this study contributes to the advancement of cooperative studies by offering a holistic and interdisciplinary framework for understanding religion-based cooperatives as socio-economic and pedagogical institutions. The integration of prophetic values, social capital, and cooperative education provides a robust foundation for developing resilient, inclusive, and ethically oriented cooperative models. Future research may further explore empirical applications across diverse contexts, as well as policy innovations that strengthen the role of religion-based cooperatives in fostering sustainable development and community empowerment.

Recommendations

Based on the findings and discussion, several strategic recommendations can be proposed to strengthen the development and implementation of religion-based cooperatives as integrative socio-economic and educational institutions.

First, it is recommended that policymakers and cooperative authorities further institutionalize the integration of ethical and religious values within cooperative governance frameworks. This can be achieved by developing guidelines and standards for prophetic-based cooperative management that align with existing regulations such as Undang-Undang Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian and Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah. By embedding principles such as ta'āwun, amanah, and sharia-compliant transactions into formal governance systems, cooperatives can enhance their legitimacy, accountability, and long-term sustainability while maintaining alignment with both legal and moral frameworks.

Second, cooperative practitioners and managers are encouraged to strengthen social capital as a core institutional asset. This involves fostering trust-based relationships, participatory decision-making, and transparent accountability mechanisms within cooperative organizations. Capacity-building programs focusing on leadership ethics, conflict resolution, and community engagement should be prioritized to reinforce internal cohesion and reduce opportunistic behavior. Strengthening social capital will not only

improve governance quality but also enhance institutional resilience and member commitment, particularly in community-based and religion-oriented cooperative environments.

Third, in the educational sector, it is recommended that schools, universities, and training institutions expand the integration of cooperative education into formal and informal learning systems. Student and school cooperatives should be systematically developed as experiential learning laboratories where learners can acquire financial literacy, entrepreneurial skills, and ethical values simultaneously. Curriculum development should incorporate interdisciplinary approaches combining cooperative economics, social capital theory, and value-based education, thereby reinforcing the role of cooperatives as pedagogical ecosystems that support holistic student development.

Fourth, higher education institutions—particularly IKOPIN University—should further strengthen their role as centers of excellence in cooperative studies and development. This includes expanding research on religion-based cooperative models, enhancing community engagement programs, and building strategic partnerships with government agencies, cooperative organizations, and village institutions. The integration of Tri Dharma Perguruan Tinggi (education, research, and community service) should be continuously optimized to ensure that academic knowledge contributes directly to solving real-world cooperative challenges, especially in emerging initiatives such as village cooperatives (e.g., Koperasi Desa Merah Putih).

Fifth, future research is recommended to move beyond conceptual analysis toward empirical and comparative studies that examine the performance, impact, and scalability of religion-based cooperatives across different socio-economic contexts. Quantitative and mixed-method approaches can provide deeper insights into the relationship between prophetic values, social capital, governance quality, and economic outcomes. Additionally, longitudinal studies are needed to assess the long-term sustainability and transformative potential of these cooperatives in promoting inclusive development, social cohesion, and ethical economic systems.

Overall, these recommendations emphasize the importance of synergy among policy, practice, education, and research in advancing religion-based cooperatives. By systematically integrating prophetic values, social capital, and cooperative education, stakeholders can develop cooperative institutions that are not only economically viable but also socially just, ethically grounded, and pedagogically transformative.

REFERENCES

Askari, H., & Mirakhor, A. (2017). *Ideal Islamic economy: An introduction*. Palgrave Macmillan.

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.

Birchall, J. (2011). *People-centred businesses: Co-operatives, mutuals and the idea of membership*. Palgrave Macmillan.

Birchall, J. (2014). *The governance of large co-operative businesses*. Co-operatives UK.

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.

Chapra, M. U. (2000). *The future of economics: An Islamic perspective*. Islamic Foundation.

Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology, 94*(Supplement), S95–S120. https://doi.org/10.1086/228943

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.

Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology, 91*(3), 481–510. https://doi.org/10.1086/228311

Hatta, M. (1954). *Membangun koperasi dan koperasi membangun*. Kementerian Penerangan Republik Indonesia.

International Cooperative Alliance. (2015). *Guidance notes to the cooperative principles*. ICA.

Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia. (2023). *Pedoman tata kelola koperasi yang baik (Good Cooperative Governance)*. Kemenkop UKM RI.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Mezirow, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. Jossey-Bass.

North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Polanyi, K. (1944). *The great transformation: The political and economic origins of our time*. Beacon Press.

Putnam, R. D. (1993). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press.

Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.

Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.

Wahyudin, D. (2022). *Manajemen profetik dalam penguatan kelembagaan koperasi berbasis nilai*. IKOPIN Press.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 1992 tentang Perkoperasi

GÖRSEL TASARIMDA KARANLIK SANAT (DARK ART) İLLÜSTRASYONLARI

Damla AYDIN

Yüksek Lisans Öğrencisi İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Grafik Tasarımı Bölümü, İstanbul-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0009-0006-5964-1445

Kübra ŞAHİN ÇEKEN

Doç. Dr., İstanbul Arel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarım Bölümü, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1602-3920

Özet

Karanlık sözcüğü temelde, isim olarak tanımlandığında herhangi bir ışığın olmaması durumu olarak ifade edilmektedir. Karanlığın mecazi tanımlarında ise korku, dehşet, ürperti, endişe, sıkıntı, bilinmezlik, gizem, üzüntü gibi anlam içerikleri taşıdığı görülmektedir. Karanlık; geçmişten günümüze çeşitli sanat dalları ile bağ kurmuş, tasarım ve sanatın içeriklerinden (konularından) biri olup; Dark Art'ı yani Karanlık Sanat'ı insanlarla buluşturmuştur. Dark Art yaratıcılığın ürkütücü, korkunç, tuhaf olarak tabir etiğimiz yanını kullanan gerçeküstü atmosfere sahip bir akımdır. Fotoğrafçılık, resim, grafik tasarım, heykel, illüstrasyon, medya, sinema, müzik gibi çeşitli sanat türlerinde Karanlık Sanat kullanılmaktadır ve hem dijital tekniklerle hem de geleneksel tekniklerle yapılmaktadır. Sözü edilen yöntemlerden biri olan Dark Art illüstrasyonlar, sınırları zorlayan çalışmalarla günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan illüstrasyonlar kapak tasarımlarında, afişlerde, concept art çalışmaları gibi görsel tasarımın yer aldığı her alanda kullanılmaktadır. Bu çalışma görsel tasarımda ürkütücü bir hareket olan Dark Art'ı yani Karanlık Sanat İllüstrasyonlarını ele alıp Sanatın korkunç ve karanlık temasının da var olduğunu göstermiştir. Bu amaç doğrultusunda makaleler, dergiler, filmler, video arşivleri ve çeşitli görsel metinler incelenip değerlendirilerek birçok veri analiz edilmiştir. Bulgular, yapılmış olan illüstrasyonların; sanatın her zaman canlı, neşeli sahneleri olması gerektiği fikrini reddederek, zihnin karanlık temalarını keşfedip, bunu da yaratıcılığa dönüştürerek, karşı tarafın daha derin düşünmesini amaçladığını göstermektedir. Ayrıca bu illüstrasyonların hangi yöntemler ile oluşturulduğu da irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İllüstrasyon, Dark Art İllüstrasyon, Karanlık Sanat, Korku

DARK ART ILLUSTRATIONS IN VISUAL DESIGN

Abstract

The word darkness is fundamentally defined as the state of the absence of any light when defined as a noun. In metaphorical definitions of darkness, it is seen to carry meanings such as fear, terror, chills, anxiety, distress, the unknown, mystery, and sorrow. Darkness has established a connection with various branches of art from the past to the present, becoming one of the contents (subjects) of design and art, and has introduced Dark Art to audiences. Dark Art is a movement with a surreal atmosphere that utilizes the eerie, terrifying, and bizarre side of creativity. Dark Art is used in various art forms such as photography, painting, graphic design, sculpture, illustration, media, cinema, and music, and is produced using both digital and traditional techniques. Dark Art illustrations, one of these mentioned methods, are frequently used today with works that push the boundaries. These illustrations are utilized in every field where visual design is present, such as cover designs, posters, and concept art studies. This study focuses on Dark Art Illustrations, an eerie movement in visual design, and demonstrates that the terrifying and dark themes of art also exist. For this purpose, numerous data were analyzed by examining and evaluating articles, magazines, films, video archives, and various visual texts. The findings indicate that the produced illustrations aim to provoke deeper thought in the viewer by rejecting the idea that art must always depict vibrant and joyful scenes, instead exploring the dark themes of the mind and transforming them into creativity. Additionally, the methods by which these illustrations were created have also been examined.

Keywords: Illustration, Dark Art Illustration, Dark Art, Horror

Giriş

Sanatçılar, geçmişten günümüze hayal güçlerini çeşitli teknikler kullanarak estetik bir dille izleyiciye aktarmışlardır. Kullandıkları teknikler kadar anlatım biçimleri ve sunulan içerikler de dikkat çekici bir derinlik barındırmaktadır. Bazı sanatçılar; ideal güzellik, toplumsal mesaj veya huzur gibi aydınlık bir yaklaşım tarzı benimserken, bazıları da rahatsız edici ve karanlık kompozisyonlar yaratmaktadır. Sözü edilen bu karanlık yaklaşım; illüstrasyon çalışmalarının ve grafik tasarımın da konusu olmuştur.

İllüstrasyon, en temel ifadeyle, bir metni, fikri veya hikâyeyi görselleştirerek aktaran sanatsal bir uygulamadır. Temel amacı, ele alınan konuyu desteklemek ve iletilmek istenen mesajı daha anlaşılır kılmaktır. Sahip olduğu bu işlevden dolayı kitaplar, dergiler, reklam kampanyaları, animasyonlar ve dijital medya gibi çok çeşitli mecralarda yaygın olarak kullanılmaktadır. (Aslan, 2025).

Korku unsurunun illüstrasyon ile birleşmesi ve sanattaki karanlığın doğuşu; tarih boyunca insanlığın deneyimlediği toplumsal buhranlara ve doğrularındaki sert değişimlere dayanmaktadır. Dark Art sanatçılarının bu eserleri yapma sebeplerinden biri de ortaya çıkan eser ve tasarımlarla aralarında duygusal bir bağ olmasıdır. Böylelikle, bu bağ sayesinde izleyici ile de bir bağ kurulmaktadır. İzleyici, karanlık sanata ilgi duysa da duymasa da ne kadar ürkütücü olursa olsun bu tür tasarım ve eserleri etkileyici ve merak uyandırıcı bulmaktadır. Bazı izleyicilerin bakmak istemeyip gözünü alamadığı geleneksel ve dijital illüstrasyonlardaki kompozisyon, yazı stili, renkler, atmosfer, fırça darbeleri, doku, efekt gibi etkilerle, çarpıcı görsel çalışmalar ortaya konmaktadır. Karanlık Sanat illüstrasyonları, sembolizm ve metafor yaklaşımı da benimsemekte olup; göze hitap etmekle kalmayarak, arka planda derin bir anlam dünyası sunmaktadır. Bu bağlamda izleyiciyi düşündüren güçlü bir görsel iletişim aracıdır. Sözünü ettiğimiz bu anlam dünyası, karanlık sanat (dark art) illüstrasyonlar ile birlikte izleyicinin iç dünyasında tekinsiz, ruhsal ve psikolojik bir yüzleşme alanı yaratmaktadır. Sigmund Freud ise tekinsizlik kavramını şu sözlerle açıklamaktadır: “Uncanny is in reality nothing new or alien, but something which is familiar and old-established in the mind and which has become alienated from it only through the process of repression...” ("Tekinsizlik gerçekte yeni ya da yabancı bir şey değil; zihinde tanıdık ve eskiye dayanan ve yalnızca baskı süreciyle ona yabancılaşmış olan bir şeydir...”) (Freud, 1919; aktaran Freud Museum London, 2019).

Çalışmanın amacı; illüstrasyon sanatının ürkütücü ve gizemli bir yönünü temsil eden Karanlık Sanat (Dark Art) kavramını çok boyutlu bir şekilde ele alıp, bu çalışmaların kasvetli yapısının ardındaki görkemi ve duygu yüklü psikolojik derinliği incelemektir. Aynı zamanda çalışma, içerikteki korku unsurunun bu eserler üzerindeki etkilerini ve teknik detaylarını irdeleyerek, izleyicinin bakış açısının nasıl şekillendiğini gözler önüne sermektedir.

Karanlık Sanat (Dark Art) illüstrasyonları ile ilgili veriler ve görsel kaynaklar incelendiğinde, geçmişten günümüze uzanan köklü bir sanatsal dışavurum kültürünün var olduğu saptanmaktadır. Literatürde, Karanlık Sanat kavramını hem kavramsal hem de illüstrasyon ve tasarım odağında araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu doğrultuda, yürütülen bu çalışmanın konu ile ilgili bilgi edinmek isteyen araştırmacılara ve tasarımcılara önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Gereç ve Yöntem

Araştırma sürecinde; çeşitli makaleler, video arşivleri, illüstrasyon örnekleri, dergiler ve sinema eserleri incelenmiş; görsel metinlerin okunup değerlendirilmesi yöntemiyle gerekli veriler elde edilmiştir. Araştırma bulguları; karanlık illüstrasyonlardaki efekt, kompozisyon, doku, renk ve deformasyon gibi teknik detaylarla, çalışmaların kasvetli atmosferini hangi yollarla şekillendirdiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu sanatsal yaklaşımların, insan ruhunun derinliklerine inerek izleyici üzerinde ürkütücü ve psikolojik bir tekinsizlik ortamı oluşturduğunu; bu çalışmaların, yaratıcılığın gizemli ve çoğu zaman rahatsız edici boyutlarını kullanan bir sanat pratiği olduğunu göstermektedir.

Bulgular ve Tartışma

1. Karanlık Sanat (Dark Art) İllüstrasyonlarında Üretim Süreçleri

İllüstrasyon kavramı, köken olarak Latince "aydınlatmak" anlamına gelen "illustrare" kelimesine dayanmaktadır. Temel olarak bir fikri veya süreci görsel bağlamda açıklamaya yardımcı olan resim ve görseller bütünü olarak tanımlanmaktadır. İllüstrasyon sanatıyla uğraşan kişilere 'illüstratör' denilmekte; söz konusu sanatçılar, çeşitli teknik ve üslupları harmanlayarak benzersiz görsel eserler inşa ederek kendilerine has, özgün tasarımlar ortaya koymaktadırlar (Sanat, 2025).

Tarihsel süreçte olduğu gibi günümüzde de tasarımcı / sanatçılar; iletilmek istenen fikri yorumlayıp görselleştirerek, izleyiciyle güçlü bir bağ kurma eğilimi göstermişlerdir. Söz konusu iletişim sürecinin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi; illüstrasyonun gerçeklikte var olmayan kurgusal, hayal ürünü senaryoları görselleştirme yeteneğine dayanmaktadır. İllüstrasyonun sahip olduğu bu görselleştirme gücü sayesinde izleyici, aktarılmak isteneni zihninde canlandırabilmektedir (Aydın, 2021).

İllüstrasyon sanatı günümüzde geleneksel dijital tekniklerle geniş bir alanda icra edilmektedir. Pek çok tasarımcı bu süreç içerisinde farklı tarzlarda çalışmalar ortaya koyarken, bu yaklaşımlardan biri de karanlık ve gizemli atmosferlerin hüküm sürdüğü Dark Art (karanlık sanat) çalışmalarıdır.

Her illüstrasyon çalışmasında olduğu gibi Dark Art (Karanlık Sanat) çalışmalarında da üretim süreci teknik aşamalardan önce, ilk olarak tasarımcının zihninde yani iç dünyasında başlamaktadır. Zihinde üretilen düşünce ve duygular şekillenip, karşı tarafa yansıtılma süreci ile son halini alır. İllüstrasyon çalışmalarda yapılan tasarımların amacı, hedef kitlesi, kullanılan renkler ve stil her projeden projeye farklılıklar gösterebilmektedir. Dark Art (karanlık sanat) sanatçılarının üretim süreçlerinden biri de gezip gördükleri ve ziyaret ettikleri yerlerden aldıkları ilhamı kendi hayal dünyalarında harmanlayarak eserlerine yansıtmalarıdır. Bu yaklaşım, sanatçıların sahip olduğu gözlem yeteneklerinin ne denli güçlü olduğunu göstermektedir.

1.1. Dijital Alanda Dark Art (Karanlık Sanat) İllüstrasyon İncelemeleri

Dijital tasarım/sanat, üretim sürecinde teknolojik araçların kullanılarak yapıldığı bir sanat dalıdır. Bu sanat dalı animasyon, video, bilgisayar grafikleri, dijital fotoğrafçılık, interaktif medya ve diğer dijital yöntemler kullanılarak yaratılmaktadır (Çetin, t.y.). Teknoloji açısından oldukça geniş bir alana sahip olan illüstrasyon çalışmaları; üslup, tarz ve konu bakımından da büyük bir çeşitliliğe sahiptir. Söz konusu olan bu sanatsal çeşitliliğin biri de Karanlık Sanat (Dark Art) akımıdır. Dark Art akımı; alışılagelmiş, rahatlatan ve naif olan ifade biçimlerini reddederek şekillenen, karanlık bir görsel anlatım tarzıdır. Bu yaklaşım tarzında akıllardan çıkmayan vurucu bir anlatım sunabilmek için güçlü kompozisyon, renkleri doğru kullanabilme, gölge ve ışık danslarını profesyonelce yansıtabilme gücü oldukça önemli bir yere sahiptir.

Dijital çalışma imkanları tasarımcılara ilerleyen teknoloji sayesinde oldukça büyük bir kullanım alanı sunmaktadır. Dijital sanatın vermiş olduğu özgürlük ve deneysellik sayesinde tasarımcılar; illüstrasyon, 3D modelleme, dijital resim ve benzeri birçok teknikle çalışmalarını yaratabilmektedirler. Sözü edilen bu durum ile de sanatın oldukça etkileyici yeni anlatım biçimlerinin doğmasına imkân verilmektedir (Başkurt, 2024). Bu bağlamda Dijital kullanım alanları sanatçıya Dark Art (Karanlık Sanat) illüstrasyon çalışmalarında da, rahatsız edici, korku unsurlarının özgürce yansıtabileceği bir ortam sağlamaktadır.

Kişisel bilgisayarların geniş kitlelere ulaşması ile birlikte 1980'li yılların ortalarında dijital sanatın gelişiminin de büyük ölçüde arttığı görülmektedir. Grafik Tasarım programlarının ve dijital araçların gelişimi ile beraber tasarımcılar etkileyici ve zaman açısından daha pratik çalışmalar üretme imkânı bulmuşlardır. Sanatçılar bilgisayar teknolojilerinin getirmiş olduğu bu yeni dijital formları kullanarak üretimlerine devam etmişlerdir (Oggusto, 2024). Dark Art (Karanlık Sanat) çalışmalarda Katmanlı çalışma mantığının ve istenildiği takdirde yapılan işlemlerin geri alınabiliyor olması sanatçı için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu bağlamda geliştirilen birçok bilgisayar programı ve grafik tabletler mevcuttur. Alınan makale metnine göre sözü edilen programlardan bazıları; Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Corel Painter, ArtRage, Autodesk Sketchbook, Paint Tool SAI, My Paint, gibi birçok program olarak sıralanmaktadır. Bu yazılımlar kendi içlerinde de yapılan çalışmalara göre vektörel ve pixel tabanlı olarak tercih edilmektedir (Çeken, Çiçekli ve Ersan, 2018). Yapılan korku temalı, ürpertici dijital illüstrasyonlarda gerek doku faktörü gerekse ışık ve gölge etkileri; dijital fırçalar, efektler, kalemler ile verilerek, çalışmaya gerçekçi bir atmosfer kazandırılıp, izleyici üzerinde rahatsız edici

kaotik bir his uyandırılmaktadır. Fırça boyutları çalışmanın istenilen aşamasında değiştirilerek daha kusursuz ve doğru şekilde ilerlemeyi sağlamaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. Kırmızı Kalem (Llorente, t.y.)

Ürpertici nitelikte korku unsuru taşıyan bu çalışmaları oluştururken, kullanılan karanlık tonlar, çalışmaya huzursuzluk katıp verilmek istenen kaotik etkiyi güçlendirmeyi sağlamaktadır. Karakter üzerinde fırça darbeleri ile verilen, acı hissi, yaralanma ve kan etkileri gibi deformasyonlar, sanatçının yeteneği doğrultusunda gerçekçi ve başarılı bir doku çalışması olarak yorumlanmaktadır.

Bir kaynağa göre; geleneksel sanat anlayışı alışılmış güzellik ve naif kalıp standartlarına uyarken, karanlık sanat ise bu konuların dışına çıkarak güzelliği çürümüş, deforme olmuş, rahatsız edici atmosferlerde aramakta; bu durum ise Karanlık Sanatın, görsel açıdan kötü göründüğü anlamı taşımamaktadır. Bu sanat çalışmalarında çarpıcı, akılda kalıcı dramatik sahneler yaratabilmek için ışık, gölge, kompozisyon gibi öğelerin kusursuz bir şekilde aktarılması sağlanmaktadır. Böylelikle görkemli bir atmosfer oluşturarak, kompozisyon içerisinde

yaratılmış olan korkunç bir karakterin detaylarının yanı sıra çalışmada verilen dokular izleyiciyi rahatsız etse de farkında olmadan kendine çekmektedir (Christian, 2025).

Dark Art illüstrasyonlarda karakterin yüz veya vücut ifade şekilleri de önemli bir anlatım tarzı oluştururken, teknolojinin vermiş olduğu imkanların da ustaca kullanılması, devreye girmektedir. Çizimin gücü ile gözlerde yaratılan korku ifadeleri, el ve vücut şekilleri bilinmeyen bir varlıktan veya durumdan kurtulmak istercesine yaratılmış bir kaçışın ifadesi olabilmektedir. İzleyiciyi, karakterin bir sonraki hamlesinin ne olacağı konusunu düşündürerek, onun yaşadığı psikolojiyi hissetmesini sağlamaktadır (Şekil 2).

Şekil 2. The evil within (Monken, 2025)

Söz konusu illüstrasyonda inceleme yaptığımızda hem korkan hem de korkutan bir kadın görmekteyiz. İlk başta oldukça ürkek ve açık hedef gibi görünen kadın figürünün arka plandaki duvara yansıyan ve anomali olarak çizilmiş olan elinin gölgesi, dikkatleri bu bölüme çekmektedir. Duvarın detaysız çizim ve boyama ile

şekillendirilmesi bilinçli olarak yapılmıştır. Tam bu noktada, karakterin bastırılmış olan karanlık tarafının sembolize edilmiş hali yada Karşı karşıya kaldığı tehlikeye karşı, savunma gücünün bir göstergesi olduğunu görmemiz istenmektedir. Photoshop kullanılarak yapılmış olan çalışmada, soluk renk hakimiyeti Hue/Saturation ile doygunluk değerleri azaltılıp, arka planda kirli doku kaplamaları oluşturulmuştur. Yüzeyde doku fırçaları kullanılıp, aydınlatma (Dodge) ve karartma (Burn) fırçalarıyla hassas şekilde kontrastlar yaratılmıştır. Aynı zamanda çalışmanın üretim aşamasında, geleneksel yöntem kullanılarak karakalem yardımı ile eskiz çizim oluşturulup, dijital platforma aktarılarak yapım aşamasına devam edildiği görülmektedir (Şekil 3).

Şekil 3. The evil within, Pencil sketch (Monken, 2025)

1.2. Geleneksel Alanda Dark Art (Karanlık Sanat) İllüstrasyon İncelemeleri

Günümüz teknolojisinde yapılan illüstrasyon çalışmalarının içeriğine göre, tasarımcılar hangi yöntemleri kullanabileceğine karar vermektedirler. Bazı tasarımcılar bilgisayar klavye ve faresini, grafik programları veya çizim tabletleri vasıtasıyla adeta bir kalem ve kâğıt kullanıyormuşçasına eserlerini üretmektedirler. Sanatçıların böylelikle çalışmalarını üstün yetenekleri doğrultusunda çizip, renklendirmesi veya düzenlenmesi

sağlanmaktadır (Şengün, 2022). Tarihteki en eski illüstrasyon çalışmalar, mağara duvarlarına çizilmiş olarak keşfedilen av sahneleri olarak kayıtlara geçmiştir. Eski Mısır'daki Piramitlerin içinde bulunan çizimler ise gündelik yaşamı ve dinsel konuları işlerken; Rönesans dönemi sanatçılarının konu olarak bilimsel içerikleri de tercih etmeleri illüstrasyonun gelişmesindeki büyük rol olarak ifade edilmektedir. (Son Haber, 2025)

Geleneksel alanda Dark Art (Karanlık Sanat) çalışmaları, Yağlıboya, guaj boya, sulu boya, akrilik, kara kalem veya çeşitli boya kalemleri gibi araçlar kullanılarak kâğıt veya tuval üzerine yapılmakta; korku tasarımları ve sanatındaki kaotik anlatımları fırça darbeleri ve çizim gücü yoluyla izleyiciye sunulmaktadır.

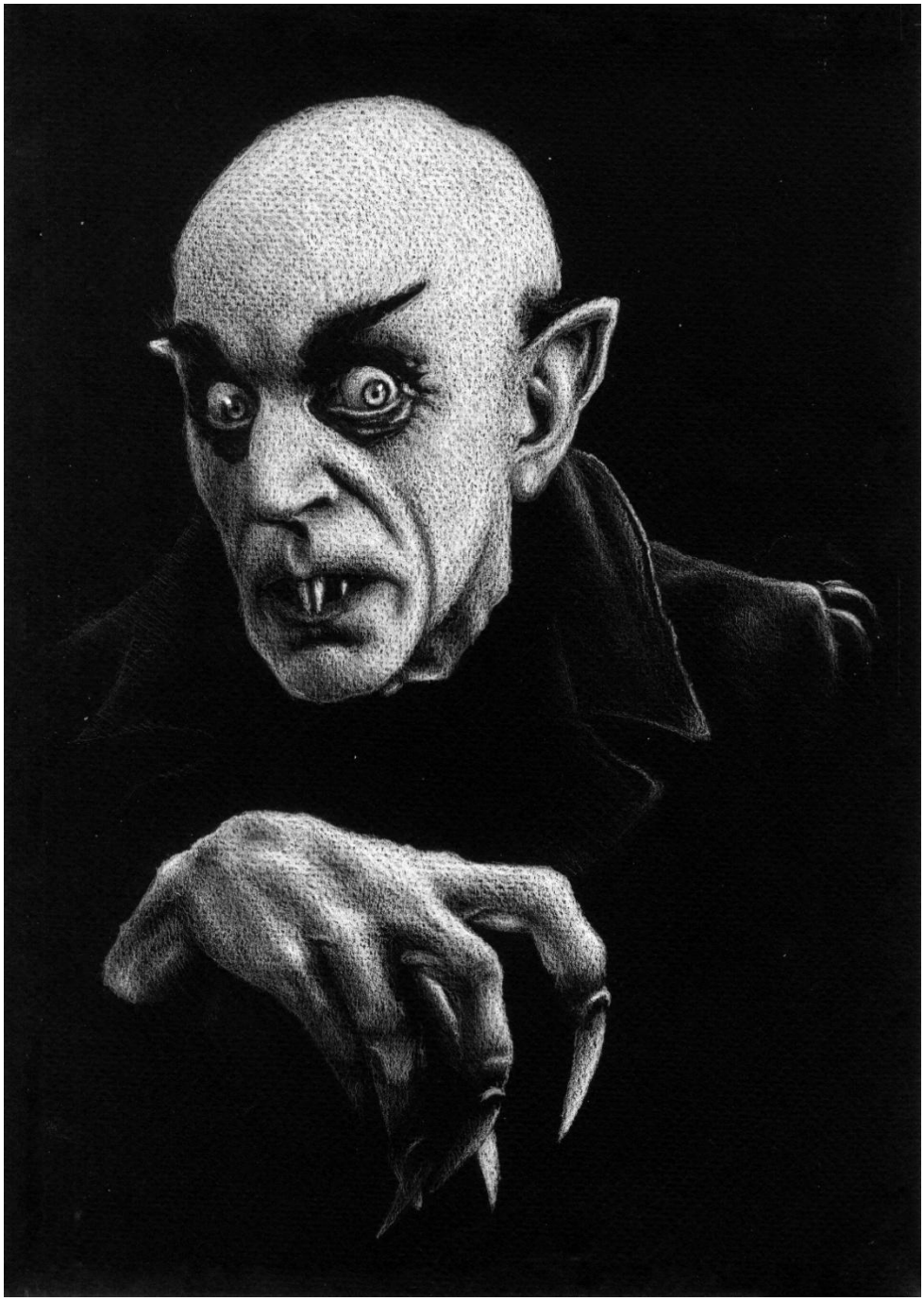
Bazı illüstrasyon çalışmalarda örneğin; ilk olarak çizim aşamasında ana hatlar netleştirilip eskiz işlemi bitince baskın koyu kalemlerle etüt aşamasına geçilmekte ve bu işlem gölgelendirmeyle detay aşamasını oluşturmaktadır. Çalışmanın amacına bağlı olarak çeşitli grafik kalemler ile de kontrastlar sağlanarak korku temalı ürpertici bir etkiye sahip olmaktadır. Ayrıca Bu sanatçıların, yetenekli ve anatomi bilgisine sahip olmaları gerekmektedir.

Geleneksel illüstrasyon çalışmalarında hata payı biraz daha fazladır, çünkü bazen geri dönüşümü zor olan durumlar, hataları düzeltmekte zorlayıcı olabilir. Sabır gerektiren bu durum zaman açısından da bazen dezavantaja dönüşebilmektedir. (Proje Yaptırma, 2023)

Dark Art çalışmalarda geleneksel yaklaşımlardan biri olan yağlıboya ile yapılmış çalışmalar da oldukça dikkat çekicidir. Edgar Allan Poe'nun "The Mask of the Red Death" isimli öyküsünden esinlenerek yapılmış olan yağlı boya bir illüstrasyon çalışmasında korku sanatının ritüelistik kasvetli etkisi başarılı bir biçimde yansıtılmaktadır. Yoğun şehvet ve kanın rengi olan kızılın hakimiyeti ilk etapta izleyiciyi meraklı bakışlarla karşılarken, yüzü tamamen karanlık ve belirsiz olarak betimlenmiş bir figür izleyiciyle buluşmaktadır. Fırça darbelerinin oluşturduğu kalın tabakalı dokular ve sıçratılmış boyalar kompozisyona hareket ve anlam kazandırmaktadır. Figürün elinde karanlık yüzünü istediğinde kapatmasına yarayan bir maske ile hastalık vurgusunda bulunulmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4. The Mask of the Red Death (Greivel, t.y.)

Korku Sanatı'nın klasik tekniklerle üretilmiş, ürpertici film karakterlerinden biri olan Nosferatu çalışması da oldukça başarılı örneklerden biridir. Siyah bir kâğıt üzerine beyaz boya kalemleri ile çizilen illüstrasyon, koyu ve açık renklerin dengeli kullanımı, yüz ve pençedeki beyaz alanların siyah boşluğu uyumlu biçimde tamamlamasıyla dikkat çekici bir görünüm elde etmektedir. Kullanılan kalemin dokunuşları kâğıt dokusunu da ortaya çıkartmış, anatomik açıdan da oldukça başarılı çizilmiş bir illüstrasyondur. Karakterin göz bebeklerindeki delici bakışlar başarılı şekilde çizilip ürpertici bir izlenim bırakmaktadır. Çalışma, deforme olmuş bir biçimde çizilen el yapısı ile beraber izleyicinin ürpertici ve doğaüstü bir varlıkla karşı karşıya olduğunu gözler önüne sermektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Nosferatu (Ala, t.y.)

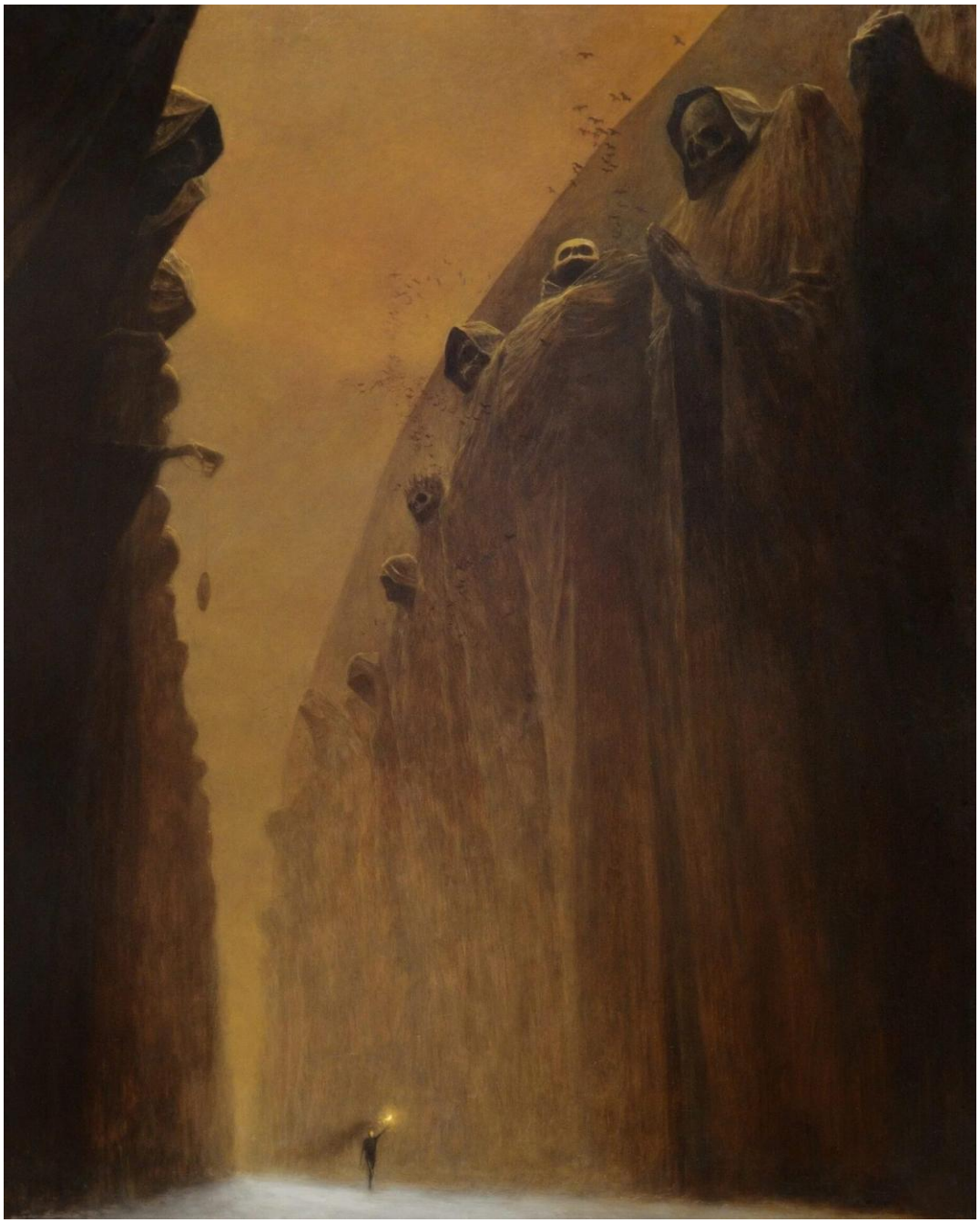
2. Işık – Gölge ve Renk Psikolojisinin Kompozisyondaki Rolü

Görsel sanatlarda ışık ve gölge kavramı; çalışmaya derinlik katmak ve atmosferini oluşturmak için kullanılan en önemli araçlardan biridir. Yazarın açıklamasına göre renk kavramının oluşumu ise; ışık kaynağının yüzeylere çarpması ile ortaya çıkarken; kompozisyonun detaylarının görünür hale gelmesine de yardımcı olmaktadır (Doku Sanat, 2021). Canlı renkler insan psikolojisi üzerinde heyecan ve mutluluk oluştururken, mat tondaki renkler ise daha ciddi bir atmosfer izlenimi verip, duyguları şekillendirmede kilit bir rol üstlenmektedir. Örneğin insanların, renkli giyindiklerinde daha enerjik bir görünüm, koyu tonlar tercih ettiklerinde ise daha karamsar bir izlenim bıraktıkları yönündeki ifadelere sıkça rastlanılmaktadır. Böylelikle bu durumun, kişilerin tercih ettikleri renk seçimleri ile ruh hallerini veya iç dünyalarını yansıttığı da söylenmektedir (Özer, 2012).

Dark Art (Karanlık Sanat) illüstrasyonlarında, ışık, gölge ve renk faktörlerinin kullanımı; çalışmanın şekillenmesi açısından, sözü edilen korkutucu ve ürpertici atmosferin yaratılması için oldukça kritik bir öneme sahiptir. Örneğin, soluk tonlarda kullanılan renkler, onları ortaya çıkartacak olan kusursuz ışık, gölge teknikleri ile harmanlanarak bitkin ve cansız bedenlerin görüntüsünü elde etmede kullanılır; böylelikle de olumsuz ve korkutucu bir çağrışım yaratılabilmektedir.

Görsel sanatlarda renk konusu; özellikle korku sinemasında da kullanılan renk tonlarıyla izleyicinin duygularını yönlendirmek amacıyla başvurulan bir araçtır. Kırmızı ve siyah tonların yanı sıra mor ve mavi tonların kullanımı da korku ve tedirginlik hissiyatını ön plana çıkarmaya yardımcı olmaktadır (Bahadır, 2019). Bu bağlamda Dark Art (Karanlık Sanat) illüstrasyonlarında örneğin zombi temalı bir çalışma yapmak gerektiğinde, vücuttaki deformasyonu, çürümeyi ve enfekte olmuşluğu gösterebilmek için seçilen kırmızı, beyaz, yeşil, siyah ve mor tonlar; sözü edilen patolojik etkinin yarattığı rahatsız edici hissi izleyicinin bilinçaltına doğrudan aktarmakta başrol oynamaktadır. Dark Art (Karanlık Sanat) temalı illüstrasyonlarda kullanılan renk paletleri izleyici üzerinde güçlü bir tekinsizlik hissi uyandırarak kasvetli ve tedirginlik yaratan bir etki bırakmaktadır.

Polonya asıllı sanatçı Zdzisław Beksiński'nin isimsiz olan eseri, kullanılan renk tonları ve kompozisyon bütünlüğü açısından Karanlık Sanatın rahatsız edici unsurlarını bünyesinde barındıran örneklerden biri olarak sunulmaktadır. Soluk tonlardaki kahverengi ağırlıklı renkler, ışığın ve gölgelerin yarattığı derinlik hissi ile birleşmektedir. Bu uyum insanoğlunun belirsizliğe karşı olarak çıktığı o yolu melankolik bir atmosfer ile inşa ederek izleyicinin yer, mekân ve zaman algısını yerle bir eden çarpıcı bir etki yaratmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. AA72 (Beksiński, 1972)

3. Dark Art (Karanlık Sanat) illüstrasyonlarının Görsel ve Psikolojik Atmosfer Açısından İrdelenmesi

Karanlık Sanat (Dark Art) illüstrasyonları alışılmış güzellik anlayışının dışına çıkarak izleyici üzerinde merak, kaygı ve korku gibi psikolojik etkiler bırakmaktadır. Bir kaynağa göre; kişiler gündelik yaşamlarında korkuyu sakınılması gereken bir durum olarak görmektedir. Fakat korku sanatında bu yaklaşım bilinmeyen varlık veya durumlarla ve psikolojik yıkım içeren ürkütücü temalarla tedbirli bir biçimde temas etmeyi sağlamaktadır. Kafatası suratlı bir hayalet figürünün korkutucu olduğu bilinse de zihin bu durumun aslında tehlikeli olmayacağının farkındadır. İzleyici aynı zamanda çalışmadaki sanatsal beceriyi hayranlıkla izler; günlük hayattaki bastırılan korku duygularıyla da yüzleşip bir rahatlama duygusu yaşamaktadır (Christian, 2025). (Şekil 7).

Şekil 7. Korku Sanatı (t.y.)

Korkutucu illüstrasyon çalışmalarında rahatsız edici bir tema oluşturma yollarından biri de öğelerin bilindik formunu bozarak yansıtmaktır. Örneğin yaratılan bir karakterin gözleri, kafası veya ağzı olduğundan farklı gösterilerek bu uyumsuzluğun insan zihninde bir tekinsizlik ve tehdit olarak algılaması sağlanmaktadır. Bu da korkutucu estetiğin psikolojik etkilerinin başarılı bir biçimde yansıması olarak ifade edilmektedir.

Korku teması, sanatın bütün dallarında önemli bir rolü üstlenmektedir. Kaygı, korku, dehşet, ürperti gibi konularla kişinin ruhsal yapısını, içsel gerilimleri, toplumsal sorunları karanlıkla harmanlayarak yansıtmaktadır. Karanlık sanatının cazibesi ve gizeme duyulan merak sözü edilen korku duygusuyla temas kurma isteği yaratmaktadır. Karanlık temalar kişileri düşündürmeye iterek, derin manalar keşfetmeyi sağlamaktadır (Akbaş, 2026).

Sonuç ve Öneriler

Sanatçılar tarih boyunca, hayal güçlerini özgün anlatım biçimleriyle izleyiciye aktarmışlardır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte hem geleneksel hem de dijital tekniklerle bu süreç görsel alanda derin ve etkileyici bir anlatım diline dönüşmüştür. Sanat dünyasında ideal kabul edilen güzellik algısını bazı sanatçılar reddederek

karanlık ve korkutucu temalar işlemeyi tercih etmişlerdir. Bu bağlamda Karanlık Sanat akımının kendi görsel ifade biçimini oluşturduğu ve Dark Art'ın (Karanlık Sanat); illüstrasyon sanatını, sıra dışı bir uygulama olarak ön plana çıkardığı saptanmıştır. Tasarımcıların yeteneği ve hayal gücü ile yapılan bu illüstrasyon çalışmaları, izleyicileri görsel alanda etkisi altına alırken aynı zamanda bilinç altında düşünsel bir yolculuğa çıkarmaktadır. Bu araştırma doğrultusunda elde edilen veriler; Dark Art (Karanlık Sanat) illüstrasyonlarının sadece görsel anlamda eserler olmakla kalmadığını, aynı zamanda insanın ruhsal dünyasındaki karanlığı ve tedirginliği psikolojik ve sanatsal bir belge olarak kayıt altına aldığını göstermektedir.

Bu çalışmada; sanatta dikkat çekici, aykırı ve bir o kadar da düşündürücü olarak benimsenen, Karanlık Sanat illüstrasyonlarının kişileri izlemekten alıkoyamayan yetenekli sanatçılardan çıktığı, görsel açıdan çarpıcı ve rahatsız edici anlatım tarzıyla izleyiciyi huzursuz ederek düşünmeye ve yüzleşmeye sevk eden bir boyut barındırdığı ve tek bir evrensel güzellik düşüncesini reddettiği saptanmıştır. Korku sanatına karşı yaklaşılan ön yargıların kırılıp, hiçbir tasarımcı ve sanatçının tek tip olarak kabul edilen güzellik standardı kalıbında üretmek zorunda olmadığı, bunun görsel ve düşünsel bir sanat olduğu benimsenmeli ve bu alanın daha da yaygınlaştırılması desteklenmelidir. Çalışma, sözü edilen ürkütücü anlatım tarzını benimsemiş insanlar için bir tutku olan, Karanlık Sanat akımını inceleyerek; sınırları zorlayan huzursuzluk ve gizem temalarının içerisinde cesaretle dolaşan bi sanat tarzının derinliklerini keşfetmektedir. Literatürde bu konu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olması, bu araştırmanın konuya ilgi duyan araştırmacılar için önemli bir kaynak niteliği taşıması öngörülmektedir. Sonuç olarak fotoğrafçılık, resim, grafik tasarım, heykel, illüstrasyon, medya, sinema ve müzik gibi çeşitli sanat türlerinden görsel tasarımın her alanına kadar uzanan Karanlık Sanat (Dark Art); görkemli bir görsel anlatım ve derin bir içsel düşünme deneyimi sunan güçlü bir ifade biçimi olarak değerlendirilmelidir.

Kaynakça

Akbaş, B. (2026). Karanlık Temalar: Eserlerdeki Şaşırtıcı Etkisi. Bilgili Kuş. Erişim tarihi: 16 Nisan 2026, Erişim adresi: https://bilgilikus.com/karanlik-temalar-eserlerdeki-sasirtici-etkisi/

Aslan, N. (2025). İllüstrasyon nedir, nasıl yapılır? İva Sanat. Erişim tarihi: 17 Nisan 2026, Erişim adresi: https://ivasanat.com/blog/illustrasyon-nedir-nasil-yapilir/

Aydın, B. (2021). Poster Tasarımında İllüstrasyon. 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum, 10(29), s. 347-374. Erişim tarihi: 29 Mart 2026, Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2178077

Bahadır, S. (2019). Korku Filmlerindeki Renk Psikolojisi Nasıl İşliyor? Beyazperde. Erişim tarihi: 15 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.beyazperde.com/haberler/filmler/haberler-89915/

Başkurt, Ş. A. (2024). Yeni Medya Platformlarının Sanat ve İzleyici Üzerindeki Etkileri. Manisa'da Denge. Erişim tarihi: 7 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.manisadenge.com/yazar/serif-ali-baskurt/yeni-medya-platformlarinin-sanat-ve-izleyici-uzerindeki-etkileri-5510-kose-yazisi

Christian. (2025). Why do people like dark art? Turtlebite Design. Erişim tarihi: 8 Nisan 2026, Erişim adresi: https://turtlebite.com/blogs/dark-art-blog/why-do-people-like-dark-art?_pos=9&_sid=9bc21f812&_ss=r

Çeken, B., Çiçekli, K. & Ersan, M. (2018). Dijitalden Doğan İllüstrasyon Tekniği: Low Poly. Sanat Eğitimi Dergisi, 6(2), s. 167-179. Erişim tarihi: 8 Nisan 2026, Erişim adresi: https://sanategitimidergisi.com/makale/pdf/1540198408.pdf

Çetin, B. (t.y.). Dijital Sanat Nedir. Bilal Çetin. Erişim tarihi: 6 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.bilalcetin.net/dijital-sanat-nedir/

Doku Sanat Atölyesi. (2021). Renk Nedir? Doku Sanat Atölyesi. Erişim tarihi: 14 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.dokusanatatolyesi.com/temel-sanat/renk-nedir/

Oggusto. (2024). Dünden Bugüne Dijital Sanat. Oggusto. Erişim tarihi: 7 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.oggusto.com/sanat/dijital-sanat-nedir

Özer, D. (2012). Toplumsal Düzenin Oluşmasında Renk ve İletişim. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3(6), s. 268-281. Erişim tarihi: 14 Nisan 2026, Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/273610

Proje Yaptırma. (2023). İllüstrasyon Sanatı: Dijital ve Geleneksel Yaklaşımlar. Proje Yaptırma & Danışmanlık Merkezi. Erişim tarihi: 9 Nisan 2026, Erişim adresi: https://proje.yaptirma.com.tr/illustrasyon-sanati-dijital-ve-geleneksel-yaklasimlar/

Ruers, J. (2019). The Uncanny. Freud Museum London. Erişim tarihi: 25 Mart 2026, Erişim adresi: https://www.freud.org.uk/2019/09/18/the-uncanny/

Sanat Sanat. (2025). İllüstrasyon Nedir. Erişim tarihi: 26 Mart 2026, Erişim adresi: https://www.sanatsanat.com/illustrasyon-nedir/

Son Haber. (2025). İllüstrasyon Nedir, Nerelerde Kullanılır? Son Haber. Erişim tarihi: 9 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.sonhaber.com.tr/illustrasyon-nedir-nerelerde-kullanilir

Şengün, H. (2022). İllüstrasyon Nedir. Hüseyin Şengün. Erişim tarihi: 9 Nisan 2026, Erişim adresi: https://www.hsengun.com/wp-content/uploads/2022/05/GrafikTasarim-14.hafta_.pdf

YAPAY ZEKA ALGORİTMALARIYLA ÜRETİLEN 3B KARAKTER TASARIMLARININ GÖRSEL İLETİŞİM TASARIMI İLKELERİ AÇISINDAN ANALİZİ

Ebubekir KOÇAK

Istanbul Arel University, Postgraduate Education Institute, Department of Graphic Design, Istanbul-Türkiye
(Responsible Author) ORCID: 0009-0003-8862-2452

Associate Professor Kübra Şahin ÇEKEN

Istanbul Arel University, Faculty of Fine Arts, Department of Graphic Design, Istanbul- Türkiye,
ORCID: 0000-0003-1602-3920

Özet

Günümüzde yapay zeka teknolojilerinin görsel sanatlar ve tasarım disiplinlerindeki hızlı yükselişi, geleneksel üretim süreçlerini kökten değiştirirken estetik normların ve tasarım kuramlarının yeniden sorgulanmasına zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda hazırlanan çalışma, üretken yapay zeka algoritmaları aracılığıyla oluşturulan 3B karakter tasarımlarının, görsel iletişim tasarımı ilkeleri bağlamında ne ölçüde başarılı ve tutarlı olduğunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın kapsamını, Midjourney, Stable Diffusion ve benzeri güncel üretken yapay zeka araçları kullanılarak üretilen ve özellikle oyun ile animasyon endüstrisindeki görsel performans kriterleri dikkate alınarak seçilen 3B karakter örnekleri oluşturmaktadır. Söz konusu örnekler; denge, ritim, bütünlük, oran-orantı, vurgu ve zıtlık gibi temel görsel iletişim tasarımı prensipleri bağlamında analiz edilmiştir.

Metodolojik olarak nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, verilerin toplanması ve çözümlenmesi aşamasında betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Örnekleme yöntemiyle belirlenen dijital karakterler, akademik literatürdeki temel tasarım kuralları çerçevesinde oluşturulan yapılandırılmış bir analiz aracılığıyla kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen bulgular, yapay zeka algoritmalarının özellikle karmaşık doku üretimi ve form detaylandırmasında dikkate değer bir teknik yetkinlik sergilediğini ortaya koymaktadır. Ancak, vurgu ve tasarımda birlik gibi daha kavramsal derinlik gerektiren ilkelerde sistemin zaman zaman tutarsızlıklar yaşadığı, anatomik oranlar ve görsel hiyerarşi noktalarında ise yetersiz sonuçlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, karakterin tasarım sürecinde ve duygu aktarımının güçlendirilmesinde insan müdahalesinin, yani yetkin bir prompt mühendisliğinin ve tasarım bilgisinin belirleyici bir faktör olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak araştırma, yapay zekanın 3B karakter tasarım sürecinde oldukça güçlü bir yardımcı araç potansiyeli taşıdığını, fakat profesyonel bir tasarım süzgecinden geçirilmediği takdirde teknik imkanların anlamsal ve kuramsal eksikliklerle gölgelenebileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda yapay zekanın tasarım disiplinindeki rolü, geleneksel ilkelerin teknolojik olanaklarla yeniden yorumlandığı hibrit bir üretim modeline doğru evrilmekte ve bu durum tasarımcıların kuramsal yetkinliklerini her zamankinden daha önemli bir noktaya taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, 3B Karakter Tasarımı, Görsel İletişim Tasarımı, Görsel Sanatlar, Dijital Estetik.

ANALYSIS OF 3D CHARACTER DESIGNS GENERATED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FROM THE PERSPECTIVE OF VISUAL COMMUNICATION DESIGN PRINCIPLES

Abstract

The rapid rise of artificial intelligence technologies in visual arts and design disciplines today is fundamentally changing traditional production processes while paving the way for a re-evaluation of aesthetic norms and design theories. This study aims to analyze the extent to which 3D character designs created through generative AI algorithms are successful and consistent within the framework of visual communication design principles.

The scope of the research consists of 3D character samples produced using current generative AI tools such as Midjourney and Stable Diffusion, selected particularly considering visual performance criteria in the gaming and animation industries. These samples were analyzed within the context of fundamental visual communication design principles such as balance, rhythm, integrity, proportion, emphasis, and contrast.

Methodologically, this study employs a qualitative research method, utilizing descriptive analysis techniques in the data collection and analysis phases. The digital characters selected through sampling were comprehensively examined through a structured analysis based on fundamental design rules in academic literature. The findings reveal that AI algorithms demonstrate remarkable technical competence, particularly in complex texture generation and form detailing. However, it has been observed that the system occasionally exhibits inconsistencies in principles requiring greater conceptual depth, such as emphasis and unity in design, and achieves inadequate results in terms of anatomical proportions and visual hierarchy. Furthermore, it has been determined that human intervention—that is, competent prompt engineering and design knowledge—is a decisive factor in the character design process and in enhancing emotional expression.

In conclusion, the research shows that artificial intelligence has the potential to be a very powerful tool in the 3D character design process, but if it is not filtered through a professional design lens, its technical capabilities can be overshadowed by semantic and theoretical shortcomings. Accordingly, the role of artificial intelligence in the design discipline is evolving towards a hybrid production model where traditional principles are reinterpreted with technological possibilities, making the theoretical competencies of designers more important than ever.

Keywords: Artificial Intelligence, 3D Character Design, Visual Communication Design, Visual Arts, Digital Aesthetics.

GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca tasarım, teknik beceri ile yaratıcı düşüncenin birleşimi olarak kabul edilmiş; mağara duvarlarındaki figürlerden dijital ekranlardaki karmaşık üç boyutlu modellemelere kadar sürekli bir evrim içerisinde varlığını sürdürmüştür. Sanayi Devrimi'nden bu yana teknolojinin tasarım süreçlerine dahil olması, tasarımcının rolünü zanaatkârdan operatore ve sonrasında yaratıcı yönetmene dönüştürmüştür. 20. yüzyılın sonlarında bilgisayar destekli tasarım (CAD) araçlarının yaygınlaşmasıyla başlayan dijitalleşme süreci, günümüzde yerini çok daha büyük bir dönüşüme bırakmıştır. 21. yüzyılın ilk çeyreğinde dijital dönüşümün en önemli aşamalarından biri olan yapay zeka ve özellikle üretken yapay zeka (Generative AI) teknolojileri, tasarım paradigmasını teknik bir araç olmanın ötesine geçerek kökten değiştirmektedir. Günümüzde algoritmalar, sadece veriyi işleyen pasif araçlar olmaktan çıkıp, kendi kendine kararlar verebilen, görsel estetik üretebilen ve tasarımcı ile iş birliği yapan aktif özneler haline gelmiştir (Manovich, 2018). Özellikle 3B karakter tasarımı gibi teknik uzmanlık, derinlemesine anatomik bilgi, tipolojik farkındalık ve estetik duyarlılık gerektiren alanlarda, Midjourney, Stable Diffusion, DALL-E ve Luma AI gibi modellerin sunduğu imkanlar, tasarım disiplininin geleneksel sınırlarını ve üretim metodolojilerini yeniden tanımlamaya zorlamaktadır.

Üretken yapay zeka sistemleri, milyonlarca görsel veriyi makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarıyla analiz ederek belirli kalıpları, dokuları, ışık-gölge dengelerini ve form ilişkilerini öğrenmekte; ardından kullanıcıdan gelen metinsel komutlar (prompt) aracılığıyla saniyeler içinde karmaşık görseller oluşturabilmektedir. Bu teknolojik sıçrama, tasarımın demokratikleşmesi ve üretim hızının artması adına devrimsel bir adım olarak görülse de, üretilen eserlerin tasarım kriterlerine uygunluğu, tasarımın geleceği açısından büyük bir tartışma konusudur. Tasarım, bir görselin veya formun rastlantısal olarak oluşturulması sürecinden ibaret olmayıp, belirli bir mesajın belirli bir hedef kitleye, belirli ilkeler çerçevesinde ve bir amaç doğrultusunda iletilmesi sürecidir (Lupton & Phillips, 2015). Bu noktada, yapay zeka tarafından üretilen 3B karakterlerin, görsel iletişim tasarımının temel ilkeleri olan denge, bütünlük, vurgu, birlik, zıtlık ve oran orantı gibi prensiplere ne ölçüde bağlı kaldığı, bu çalışmanın temel tartışma ve analiz zeminini oluşturmaktadır. Karakter tasarımı, bir hikaye anlatıcılığının görsel dışavurumu olduğu için, bu ilkelerin uygulanmaması estetik bir kusur ve iletişimsel bir zayıflıktır.

Yapay zeka algoritmaları, estetik açıdan büyüleyici ve teknik açıdan son derece detaylı görseller üretme konusunda yeteneğe sahiptir. Ancak tasarım disiplini, estetiği veya teknik detaycılığı tek başına yeterli bir başarı kriteri olarak görmez; tasarım, bir problem çözme, anlam inşa etme ve görsel bir dil kurma sürecidir.

Mevcut problem, yapay zekanın görmeden üretme ve anlamadan inşa etme çelişkisinden kaynaklanmaktadır. Bir algoritma, pikseller arasındaki istatistiksel olasılıkları ve veri setindeki baskın eğilimleri taklit ederek bir karakter oluştururken, aslında o karakterin neden belirli bir oran-orantı içerisinde olması gerektiğini veya seçilen renk paletinin izleyici üzerindeki psikolojik ve sembolik etkisini bilmemektedir. Bu durum, estetik ile bilinçli tasarım mantığı arasında önemli bir sorun yaratmaktadır.

Özellikle 3B karakter tasarımlarında, karakterin silüeti, duruşu ve detay dağılımı, o karakterin kişiliğini, geçmişini ve anlatıdaki işlevini yansıtmalıdır. Geleneksel süreçte bir tasarımcı, Gestalt ilkelerini bilinçli bir şekilde kullanarak izleyicinin gözünü karakterin üzerinde stratejik bir hiyerarşiyle yönlendirir. Ancak yapay zeka çıktılarında, görselin bazı bölgelerinde anlamsız detay birikmeleri, karakterin kütle dengesinin fizik kurallarıyla çelişmesi veya karakterin parçaları arasındaki stil uyumsuzluğu gibi yapısal sorunlar sıklıkla gözlemlenmektedir. Yapay zeka süreçlerinin, görsel iletişim tasarımı prensiplerini sistematik bir bilgiyle mi yoksa veri setindeki tekrarların getirdiği bir şans eseri mi uyguladığı sorunsalı, dijital tasarımın gelecekteki durumu açısından önemli bir engel teşkil etmektedir. Eğer bu çıktılar temel tasarım ilkelerinden yoksunsa, sadece birer görsel kargaşa veya geçici birer dekoratif unsur olmaktan öteye gidemeyecek; oyun, animasyon ve metaverse endüstrilerinde sürdürülebilir bir sanatsal temel oluşturamayacaktır (Boden, 2016).

Buna ek olarak, yapay zekanın 3B karakter üretimindeki en belirgin problemlerden biri de anlamsal tutarlılık ve anatomik bütünlük ilişkisidir. Algoritma çoğu zaman bir karakterin zırh dokusunu mükemmel bir gerçekçilikle sunabilse de, o zırhın eklemlerle olan ilişkisi veya karakterin anatomik yapısının görsel hiyerarşi içindeki konumu tasarım ilkeleri açısından hatalı sonuçlar verebilmektedir. Tasarımda vurgunun her yerde olması, aslında hiçbir yerde olmaması anlamına gelir; yapay zeka ise sıklıkla her detayı aynı yoğunlukta işleyerek görsel bir karmaşaya sebep olmaktadır. Bu durum, tasarımın temel amacı olan anlamlı iletişim işlevinin zayıflamasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, yapay zeka tarafından üretilen karakterlerin, bir süzgeçten geçirilerek görsel iletişim tasarımı ilkeleriyle test edilmesi, bu yeni formun sınırlarını belirlemek adına zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Araştırmanın temel amacı, üretken yapay zeka algoritmalarıyla elde edilen 3B karakter tasarımlarının, görsel iletişim tasarımı disiplininin evrensel ve zamansız ilkeleri (denge, hiyerarşi, vurgu, birlik, oran-orantı, kontrast, ritim) açısından nitel bir analizini gerçekleştirmektir. Çalışma, bu teknolojik çıktıların teknik işleme kapasitesini veya render kalitesinin yanı sıra, tasarım teorisiyle olan yapısal uyumunu ve kuramsal geçerliliğini sorgulamayı hedeflemektedir. Araştırma, yapay zekanın bir tasarımcı gibi mi yoksa bir kolaj sanatçısı gibi mi hareket ettiğini tasarım ilkeleri üzerinden ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yapay zeka üzerine yapılan güncel çalışmaların büyük bir çoğunluğu ya teknik algoritmik başarıya ya da telif hakları gibi etik/hukuki süreçlere odaklanmaktadır. Bu çalışma ise konuyu doğrudan görsel ilkeler perspektifine taşıyarak literatürdeki kuramsal boşluğu özgün bir yaklaşımla doldurmayı amaçlamaktadır.

Oyun, sinema ve reklamcılık gibi 3B karakter tasarımının merkezde olduğu sektörlerde, yapay zeka çıktılarını profesyonel bir üretim hattına dahil etmeden önce hangi estetik filtrelerden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tasarımcının dokunuşunun hangi noktalarda kaçınılmaz olduğunu somut verilerle göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma yapay zekayı tasarımcıyı ikame eden bir tehdit olarak değil, tasarım ilkeleriyle disipline edilmesi ve yönlendirilmesi gereken yeni bir araç olarak değerlendirmek mümkündür.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

Tasarım disiplini, tarihsel süreç içerisinde teknolojik devrimlerle sürekli bir etkileşim halinde olmuş; her yeni araç, tasarımcının üretim yöntemlerini, estetik anlayışını ve yaratıcılık kavramına yüklediği anlamı dönüştürmüştür. Bugün gelinen noktada yapay zeka, bir araç olmanın yanı sıra, tasarım sürecinin içine entegre olan otonom bir paydaş niteliği kazanmıştır. Bu bölüm, çalışmanın temel dayanağı olan üretken yapay zeka kavramını kuramsal bir zemine oturtmakta ve bu teknolojinin tasarım süreçlerindeki konumunu literatürdeki önemli tartışmalar eşliğinde analiz etmektedir.

1.1. Üretken Yapay Zeka (Generative AI) ve Tasarım Süreçleri

Yapay zeka, genel tanımıyla öğrenme, problem çözme, karar verme gibi insan zekasına özgü bilişsel işlevleri taklit eden sistemler bütünüdür. Ancak tasarım dünyasını asıl sarsan gelişme, mevcut verilerden yeni ve özgün içerikler üretebilen üretken yapay zeka (Generative AI) modellerinin ortaya çıkışıdır. Geleneksel yapay zeka modelleri genellikle sınıflandırma ve tahminleme üzerine yoğunlaşırken, üretken modeller olasılık dağılımlarını kullanarak daha önce var olmayan görseller, metinler veya üç boyutlu formlar oluşturabilmektedir (Goodfellow vd., 2014).

Üretken sistemlerin tasarım süreçlerine dahil olması, 1960'lı yıllardaki algoritmik sanat denemelerine ve ardından gelen prosedürel içerik üretimi yöntemlerine kadar uzanmaktadır. Ancak kırılma noktası, 2014 yılında Ian Goodfellow tarafından önerilen Üretken Çekişmeli Ağlar (Generative Adversarial Networks - GANs) olmuştur. GAN'lar, bir üretici ve bir ayırıcı ağın birbirleriyle yarışarak gerçekçi görseller üretmesini sağlayan bir yapı sunmuştur (Goodfellow vd., 2014). Bu teknoloji, bilgisayarın görsel bir dili taklit etme yeteneğini zirveye taşımıştır.

2020'li yıllarda ise Difüzyon Modelleri ve Transformer tabanlı büyük dil modellerinin (LLM) birleşimi, metinden görsele (text-to-image) sentezleme dönemini başlatmıştır. Stable Diffusion, Midjourney ve DALL-E gibi platformlar, karmaşık matematiksel gürültü giderme süreçlerini kullanarak, insan dilindeki kavramları görsel birer karşılığa dönüştürmeye başlamıştır (Rombach vd., 2022). Bu süreç, 3B karakter tasarımı gibi teknik derinlik gerektiren alanlarda, iki boyutlu illüstrasyonlardan üç boyutlu hacimsel verilere (mesh veya point cloud) geçişin de önünü açmıştır.

Üretken yapay zeka, tasarımcı ve araç arasındaki hiyerarşiyi eş-yaratıcılık (co-creativity) düzlemine taşımıştır. Geleneksel tasarım süreçlerinde araç (örneğin Photoshop veya 3ds Max), tasarımcının zihnindeki imgeyi fizikselleştiren pasif bir vasıtadır. Tasarımcı artık fırça sallayan değil, algoritmanın sunduğu sonsuz olasılıklar uzayından seçim yapan ve yönlendiren bir küratör veya yönetmen konumuna evrilmiştir (Manovich, 2018).

McCormack vd. (2019), yapay zekanın yaratıcı süreçlerdeki otonomisini tartışırken, sistemin rastlantısallık ile kurallı üretim arasındaki dengesine dikkat çeker. Tasarımcı, sisteme bir prompt (komut) vererek bir niyet beyanında bulunur; algoritma ise bu niyeti kendi eğitildiği devasa veri setindeki estetik kalıplarla yorumlayarak bir çıktı sunar. Bu durum, tasarımın bilinçli bir eylem olma özelliğini sorgulatmaktadır. Zira makine, denge veya hiyerarşi gibi kavramları kuramsal olarak bilmemekte, sadece bu kavramların daha önce başarılı örneklerdeki piksellerde nasıl kümelendiğini taklit etmektedir (Hertzmann, 2018).

Görsel iletişim tasarımı, izleyici üzerinde belirli bir psikolojik ve bilişsel etki yaratmak amacıyla görsel unsurların stratejik düzenlenmesidir. Yapay zekanın ürettiği çıktılar, genellikle algoritmik estetik olarak adlandırılan yeni bir görsel dil doğurmuştur. Lev Manovich (2018), bu estetiğin veri setlerindeki ortalama olanın yüceltilmesi veya aşırı detaylandırma eğilimi ile şekillendiğini belirtir. Özellikle 3B karakter tasarımlarında yapay zeka, insan gözünün alışık olmadığı karmaşıklıkta dokular ve formlar üretebilirken; görsel hiyerarşi, vurgu ve odak noktası gibi tasarımın temel iletişimsel işlevlerinde zayıf kalabilmektedir.

Literatürde yapay zekanın tasarım süreçlerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmalar, bu teknolojinin yaratıcılığı artırdığı konusunda hemfikirdir; ancak tasarımın etik ve kuramsal bütünlüğü konusunda ciddi çekinceler barındırmaktadır. Tıraş (2023), yapay zekanın sunduğu görsel zenginliğin, tasarımın temel ilkeleriyle (denge, birlik, oran) disipline edilmediği sürece anlamsal bir gürültüye dönüşme riski taşıdığını vurgulamaktadır. Bu durum, özellikle oyun ve animasyon endüstrisinde kullanılan 3B karakterlerde, karakterin okunabilirliği ve karakterizasyonu açısından kritik bir problemdir.

3B karakter tasarımı; anatomi, topoloji, rigging (iskelet sistemi) ve doku kaplama gibi çok katmanlı bir süreçtir. Üretken yapay zeka, başlangıçta sadece 2B konsept çizimlerinde kullanılırken, günümüzde image-to-3D veya text-to-3D teknolojileriyle doğrudan poligon yapısına müdahale edebilir hale gelmiştir (Jain vd., 2022). Ancak 3B dünyada formun sadece görsel değil, aynı zamanda fonksiyonel ve matematiksel bir karşılığı vardır. Yapay zeka tarafından üretilen bir karakterin, görsel iletişim tasarımı ilkeleri açısından dengeli durması, estetik bir tercih, karakterin ekrandaki ağırlığı ve inandırıcılığı ile ilgilidir.

Karahisar (2020), dijital karakterlerin tasarımında görsel analizin önemine değinirken, karakterin silüetinin ve oranlarının izleyiciye ilk saniyede verdiği mesajın altını çizer. Yapay zeka algoritmaları, genellikle bu silüet netliğini karmaşık detaylar içinde kaybedebilmektedir. Dolayısıyla, literatürdeki temel tartışma, yapay zekanın

teknik bir render başarısı mı sunduğu, yoksa tasarımın temel ilkelerini içeren bir görsel mimari mi inşa ettiği üzerinedir.

Üretken yapay zeka, tasarım süreçlerini hızlandırırken tasarımın bilişsel yükünü yapma eyleminden değerlendirme eylemine kaydırmıştır. Tasarımcı artık bir sorun çözücü olmanın yanı sıra, algoritmanın sunduğu kaotik veri havuzunu görsel iletişim tasarımı prensipleriyle disipline eden bir kuramsal denetleyici olmak zorundadır. Bu çalışma, yapay zekanın 3B karakter üretimindeki yetkinliğini, bu kuramsal denetleme mekanizmasının en temel araçları olan tasarım ilkeleri üzerinden test ederek literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. 3B Karakter Tasarım Aşamaları

3B karakter tasarımı, dijital oyunlar, animasyon filmler ve metaverse uygulamaları için estetik ve teknik gereksinimlerin birleşiminden oluşan kompleks bir süreçtir. Bu süreç, görsel bir form oluşturmayı ve karakterin hareket kabiliyetini, performansını ve görsel iletişim ilkeleriyle uyumunu optimize etmeyi hedeflemektedir. Modern üretim hattı (pipeline), kavramsal tasarımdan başlayarak oyun motoruna aktarıma kadar uzanan katı kurallara sahipken, üretken yapay zeka (GenAI) sistemleri bu geleneksel iş akışını büyük ölçüde değiştirmektedir.

2.1. Geleneksel 3B Karakter Tasarım Boru Hattı

Geleneksel bir 3B karakter üretim süreci, endüstri standartlarında "Pipeline" olarak adlandırılan ve birbirini takip eden teknik aşamalardan oluşmaktadır.

2.1.1. Konsept Tasarım ve Referans Oluşturma

Sürecin ilk adımı, karakterin kişiliğini, anatomisini ve stilini belirleyen iki boyutlu (2B) taslaklardır. Görsel iletişim tasarımı açısından bu aşama, karakterin silüet değerinin ve renk paletinin belirlendiği kritik bir noktadır. Ward (2020), karakterin silüetinin, oyuncunun karakteri ilk bakışta tanımasını sağlayan en önemli görsel hiyerarşi unsuru olduğunu belirtmektedir.

2.1.2. Modelleme ve Heykeltraşlık (Sculpting)

Modelleme, karakterin geometrik formunun oluşturulmasıdır. Günümüzde dijital heykeltraşlık teknikleri, sanatçıların milyonlarca poligon kullanarak karakter üzerinde gözenek seviyesinde detay çalışmasına olanak tanımaktadır. ZBrush ve Mudbox gibi yazılımlar bu aşamanın standartları arasındadır. Ancak, yüksek poligonlu modeller oyun motorlarında çalışamayacak kadar ağır olduğu için, bu modellerin topolojik olarak optimize edilmesi gerekmektedir (Vaughan, 2012).

2.1.3. UV Map ve Tekstüre Etme (Texturing)

3B modelin yüzeyine renk, yansıma ve doku bilgilerinin işlenmesi sürecidir. 3B modelin 2B bir düzleme açılması işlemine UV Mapping denir. Williams (2017) tarafından vurgulandığı üzere, kötü bir UV açılımı, dokuların model üzerinde bozulmasına neden olarak görsel bütünlüğü zayıflatmaktadır. Tekstüre etme aşamasında PBR (Physically Based Rendering) iş akışı kullanılarak malzemenin pürüzlülük ve metaliklik gibi ışık altındaki gerçekçi tepkileri tanımlanmaktadır.

2.1.4. İskelet Sistemi Kurma ve Dokulandırma

Karakterin hareket edebilmesi için içine yerleştirilen sanal kemik sistemine "Rig" denir. Skinning ise modelin (mesh) bu kemik hareketlerine göre nasıl deforme olacağını belirleme sürecidir. Bu aşama, karakterin anatomik doğruluğunun ve animasyon performansının temeli olarak kabul edilebilir.

2.2 Yapay Zeka Tabanlı 3B Karakter Oluşum Süreçleri

Yapay zeka, geleneksel tasarımdaki zaman alıcı süreçleri otomatize etmekte ve tasarımcılara yeni üretim yöntemleri sunmaktadır. Bu süreçler temelde üç ana yaklaşıma ayrılmaktadır.

2.2.1. Metinden 3B'ye (Text-to-3D) Üretim

Large Language Models (LLM) ve Diffusion modellerinin birleşimiyle, kullanıcıların sadece metinsel komutlar (prompt) vererek 3B modeller elde etmesidir. DreamFusion ve Magic3D gibi algoritmalar, 2B görüntüler üzerinden 3B düzlemi tahmin eden "Neural Radiance Fields" (NeRF) teknolojisini kullanmaktadır (Poole ve ark., 2022). Bu sistemler, görsel iletişim ilkelerinden denge ve oranı başlangıçta kusurlu verebilse de, tekrarlayan süreçlerle formu iyileştirmektedir.

2.2.2. Görüntüden 3B'ye (Image-to-3D) ve Fotogrametri

Yapay zeka, tek bir 2B görselden derinlik haritası çıkararak modelin arka yüzünü tahmin edebilir. Bu durum, konsept tasarımdan modelleme aşamasına geçişteki süreyi %80 oranında azaltmaktadır. Gu ve ark. (2023), yapay zekanın görsel veri setlerinden öğrenerek anatomik yapıları geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı inşa edebildiğini savunmaktadır.

2.2.3. AI Destekli Otomatik Topoloji ve Rigging

Geleneksel süreçte en zahmetli işlerden biri olan retopology ve rigging, günümüzde AI algoritmalarıyla saniyeler içinde tamamlanabilmektedir. DeepMimic ve benzeri sistemler, karakterin iskelet yapısını otomatik olarak tanıyıp, biyomekanik kurallara uygun hareket tanımlamaları yapabilmektedir (Peng ve ark., 2018).

3. Görsel İletişim Tasarımı İlkeleri

Tasarım süreci, belirli yapısal öğelerin bir araya getirilmesinin yanı sıra, bu bileşenlerin anlamlı bir bütün oluşturmasını sağlayan temel disiplin ve ilkeler üzerine inşa edilmektedir. Profesyonel bir tasarımcının, görsel ve dilsel iletileri kurgularken estetik bütünlüğü, işlevselliği ve iletişimin etkinliğini sağlamak adına bu evrensel tasarım ilkelerini sentezlemesi ve uygulaması büyük önem arz etmektedir.

3.1. Denge

Tasarımda denge; görsel unsurların insan zihnindeki fiziksel strüktür ve ağırlık algısıyla ilişkilendirilmesi sonucu oluşan bir kararlılık durumu olarak ifade edilebilir. Kütle, yerçekimi ve düzlem üzerindeki dağılım gibi değişkenlerin, kompozisyon sınırları içerisinde stratejik bir düzenle sunulması; tasarımın görsel ağırlığını dengeler ve izleyicide optik bir güven hissi uyandırmaktadır. Görsel kompozisyonda denge unsuru; elemanların simetrik, radyal (dairesel), düzenli veya asimetrik bir hiyerarşiyle kurgulanmasıyla elde edilmektedir. Okuma ve izleme süreci, gözün ve zihnin sayfa düzlemi üzerindeki unsurları bir uyum içerisinde algılama arayışıdır; bu süreçte tasarımcı, izleyicinin bilişsel beklentilerini denge ilkeleri aracılığıyla yönetmektedir.

3.2. Bütünlük

Tasarım disiplininin temel yapı taşlarından biri olan bütünlük ilkesi, bir kompozisyonu oluşturan parçaların toplamından daha fazlasını ifade eden anlamsal bir tutarlılığı temsil etmektedir. Tasarım süreci boyunca yüzey üzerinde konumlandırılan her bir görsel öğe, bireysel birer veri olarak birbirini destekleyen ve tamamlayan bir sistemin parçaları şeklinde ele alınmalıdır. Bu bağlamda tasarımcı, öğeler arasında stratejik bir ilişki kurarak kompozisyonda ortaya çıkabilecek görsel gürültü, anlamsal kopukluk ve dağınıklığın önüne geçmeyi hedeflemektedir. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde, görsel unsurların belirli kriterlere göre sınıflandırılması ve gruplandırılması kritik bir rol oynamaktadır. Tasarımcı; biçim, doku, renk, ton ve ölçek gibi değişkenleri birer

bağlayıcı unsur olarak kullanarak karmaşık bir yapıyı bir bütüne dönüştürmektedir. İnsan algısı, doğası gereği dış dünyadan gelen karmaşık uyaranları benzerlik, yakınlık ve süreklilik gibi ilkeler üzerinden anlamlandırma eğilimindedir. Dolayısıyla, aynı temel nitelikleri paylaşan öğelerin bir arada sunulması, izleyicinin bu nesneleri bilişsel olarak gruplandırmasını sağlamaktadır. Bu durum, tasarımın estetik bir uyum kazanmasına ve hedeflenen mesajın izleyici tarafından tekil, güçlü ve kesintisiz bir imge olarak algılanmasına zemin hazırlamaktadır (Becer, E. 1999).

3.3. Oran Orantı

Görsel kompozisyonun temel yapı taşlarından biri olan oran orantı, bir bütünü meydana getiren öğelerin belirli bir eksen veya merkez etrafında dengeli ve düzenli bir hiyerarşiyle konumlandırılmasıdır. Kavramsal olarak simetri; geometrik bir düzlemin veya tasarım alanının alt bölümlerinde yer alan biçimsel organizasyonların, birbirleriyle olan benzerliklerini ve uyumunu ifade etmektedir. Doğanın yapısında ve insan anatomisinde bir düzen olarak karşımıza çıkan simetri, insan zihninde istikrar, estetik yetkinlik ve güven algısıyla eşdeğer görülmektedir. Bu temelleri nedeniyle simetri, sanat ve tasarım pratiklerinde görsel hiyerarşiyi sağlamak, kompozisyona statik bir güç kazandırmak ve izleyicide kusursuzluk hissi uyandırmak amacıyla en sık başvurulan biçimsel stratejilerden biri haline gelmiştir. Tasarımcı, simetrik düzenlemeler aracılığıyla karmaşık görsel verileri düzenleyerek, izleyicinin odak noktasını merkezileştirmektedir

Simetri prensibi, temelinde insan algısının nesneleri bir merkez ekseni etrafında organize edilmiş yapılar olarak kodlama eğilimini açıklamaktadır. Simetri, çoğunlukla bir nesnenin merkezi bir bölüntüyle birbirini aynalayan iki eş parçadan oluşması şeklinde ifade edilebilir. Ancak bu durumun ötesinde, simetri olgusu zihinsel bir birleştirme sürecini beraberinde getirmektedir. İzleyici, düzlem üzerinde birbirinden bağımsız gibi görünen iki simetrik öğeyle karşılaştığında, bilişsel bir refleksle bu parçaları tekil ve bütünsel bir imge olarak algılamaktadır. Dolayısıyla simetri, biçimsel bir düzenleme aracı olarak görsel sürekliliği ve bütünlüğü inşa eden psikolojik bir bağlayıcı olarak değerlendirilmektedir (Williams, R. 2008).

3.4. Zıtlık

Zıtlık (kontrast), temelinde sayfa düzlemi üzerindeki öğelerin biçimsel veya anlamsal benzerliklerinden bilinçli bir kopuşu ifade etmektedir. Tasarımcı, birbirine benzeyen unsurların yarattığı tekdüzeliği kırmak amacıyla, öğeler arasında keskin farklılıklar oluşturarak güçlü bir kompozisyon oluşturmaktadır. Zıtlık, görsel algı uyarıcı özelliğe sahip bir unsurdur; bu özelliği sayesinde sayfa üzerinde baskın bir odak noktası oluşturarak, hedef kitlenin dikkatiyle ilk temas kuran bölge haline gelmektedir.

Tasarımdaki öğelerin özgün niteliklerini vurgulayan bu ilke, farklılık yaratarak bir görsel hiyerarşi kurmaktadır. Öğelerin birbirlerinden ayrışmasını sağlayarak, hangi bilginin ön plana çıkarılacağını, hangisinin ise arka planda tutulacağını belirlemektedir. Bu bağlamda zıtlık; boyut, renk, doku veya tipografi gibi değişkenler aracılığıyla izleyicinin göz hareketlerini yönlendiren ve mesajın okunabilirlik hiyerarşisini düzenleyen temel bir araç işlevi görmektedir (Philip B. 1989).

3.5. Ritim

Tasarım disiplininde ritim; çizgi, biçim, renk, ton ve doku gibi yapısal öğelerin belirli bir düzen içerisinde tekrarlanmasıyla elde edilmektedir. Bu kavram, kompozisyona zaman ve akış boyutu kazandırarak durağan bir yüzeyi dinamik bir yapıya dönüştürürmeyi sağlamaktadır. Ritmik kurgunun estetik değerini korumak ve izleyicide oluşabilecek sıradanlık algısını kırmak adına, öğeler arasındaki mesafelerde, boyutlarda veya yoğunluklarda yapılan değişkenlikler büyük bir öneme sahiptir.

Görsel bileşenlerin bir düzlem üzerinde sistematik veya kademeli tekrarı aracılığıyla inşa edilen estetik bir süreklilik ve akış olarak tanımlanan estetik, kompozisyona dinamik bir hareket duygusu kazandırmaktadır. Bu sayede yüzeyde karmaşık motiflerin ve dokusal derinliklerin oluşmasına zemin hazırlayarak görsel zenginliği artırmaktadır. Genellikle izleyici zihninde uyandırdığı etkiler ve yarattığı hareket ile nitelendirilen ritim kavramı; düzenli, akan ve artan olmak üzere üç temel kategoride incelenmektedir Düzenli ritim, görsel öğelerin ve bu öğeler arasındaki negatif boşlukların sabit bir ölçü, biçim ve aralıkla tekrarlandığı, kompozisyonda

yüksek bir denge ve istikrar hissi uyandıran kurguları ifade etmektedir. Akan ritim ise tasarım içerisinde organik geçişler ve yumuşak yönelimler kullanarak süreklilik arz eden bir akış oluşturmakta ve gözü belirli bir hat üzerinde akıcı bir devinime zorlamaktadır. Son olarak artan ritim ise; formların yüzey üzerindeki ilerleyişi boyunca boyut, yoğunluk ya da ton bakımından kademeli bir değişim sergileyerek hiyerarşik bir yükseliş veya derinlik algısı yaratmaktadır Bu ritmik hareketler sayesinde tasarımcı, izleyicinin görsel hiyerarşiyi belirli bir tempo ve sırayla deneyimlemesine olanak tanımaktadır (Park, Y. 2012).

3.6. Vurgu

Görsel iletişim tasarımında vurgu, bir tasarımın en önemli unsurlarını belirginleştirerek izleyicinin dikkatini ilk olarak nereye yönlendirmesi gerektiğini söyleyen, görsel hiyerarşinin temelini oluşturan bir ilkedir. Tasarımda her öğe aynı derecede önemli kabul edilirse, aslında hiçbir şey önemli değildir; bu nedenle vurgu, bu karmaşayı önleyen temel unsur olarak kabul edilebilir. Tasarımcı; zıtlık (kontrast), ölçek, konumlandırma, renk gibi stratejik araçları kullanarak izleyicinin gözünü belirli bir odak noktasına çekmektedir. Vurgu, bir nesneyi görsel olarak büyütmek ve iletilmek istenen mesajın öncelik sırasını belirleme sanatı olarak görülmektedir. Odak noktası eksik olan tasarımlar, izleyicide algısal bir yorgunluğa ve mesajın iletilememesine yol açarak görsel iletişimin kopmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak vurgu ilkesi, tasarım içerisindeki öğeler arasında anlamlı bir hiyerarşi kurarak bilginin akışını yönetir ve estetik bütünlüğü sağlamaktadır (Uçar, T. 2019).

4. Bulgular ve Analiz

Yapay zeka algoritmalarının, görsel üretim süreçlerine dahil olması, tasarım disiplininde yaratıcı özne kavramını yeniden tartışmaya açmıştır. Bu bölümde, üretilen 3B karakter tasarımları, teknik birer çıktı olmanın yanı sıra, görsel iletişim tasarımının evrensel ilkeleri ışığında birer tasarım nesnesi olarak ele alınmaktadır. Üretimin tasarım ilkeleriyle kurduğu kuramsal ilişkiyi literatür bağlamında incelemek, analizlerin geçerliliği açısından önemlidir.

4.1. Algoritmik Estetik ve Tasarım İlkelerinin Kesişimi

Geleneksel tasarım süreçlerinde görsel ilkeler, tasarımcının bilişsel kararları ve estetik sezgileriyle şekillenirken; yapay zeka sistemlerinde bu ilkeler, büyük veri setlerinden öğrenilen istatistiksel olasılıklara dönüşmektedir. Manovich (2018), bu durumu algoritmik estetik olarak tanımlayarak, yapay zekanın sanatsal üretimde insan beğenisinin ortalamasını temsil eden bir stil oluşturduğunu ifade etmektedir. 3B karakter tasarımlarında bu stil, formun matematiksel dengesi ile görsel iletinin etkinliği arasındaki ilişkide kendini göstermektedir.

Görsel iletişim tasarımı ilkeleri, izleyicinin görseli anlamlandırma sürecini yöneten temel kılavuzlardır (Lauer & Pentak, 2011). Üretilen bir karakterin başarısı, piksel kalitesiyle ve bu ilkelerin izleyici zihninde yarattığı görsel okuryazarlık düzeyiyle ölçülmektedir. Özellikle 3B düzlemde, karakterin derinlik algısı ve üç boyutlu formunun bu ilkelere uyumu, tasarımın inandırıcılığını belirleyen temel faktördür.

Rudolf Arnheim (1974), *Art and Visual Perception* adlı eserinde görsel dengenin fiziksel yerçekimiyle olan psikolojik bağını vurgulamaktadır. 3B karakter tasarımında denge, karakterin duruşu ve kütle dağılımıyla doğrudan ilişkilidir. Yapay zeka algoritmaları, genellikle simetrik dengede yüksek başarı sergilerken, asimetrik kompozisyonlarda görsel ağırlık merkezini belirlemekte zorlanabilmektedir.

Uçar (2004) ise dengenin, görsel iletinin karmaşıklığını düzenleyen bir mekanizma olduğunu belirtmektedir. Karakterin aksesuarları veya çevresel detayları ile ana gövdesi arasındaki ağırlık dengesinin, çoğu zaman estetik bir rastlantısallık taşıdığı görülmektedir.

Karakter tasarımında oran-orantı, izleyicinin karakterle kurduğu bağın temelidir. Ancak yapay zeka, anatomik verileri piksel düzeyinde işlediği için formun yapısal mantığını (kemik yapısı, eklem kısıtları) her zaman koruyamamaktadır. Algoritma, insan formuna çok yakın ancak oran-orantı açısından küçük hatalar (örneğin parmak sayısındaki tutarsızlıklar veya göz mesafesi sapmaları) içeren üretimler yaptığında, izleyicide estetik

bir haz yerine rahatsızlık hissi uyandırmaktadır. Dolayısıyla, analiz sürecinde oran-orantı ilkesi, estetik ölçüt ve iletişimin önündeki psikolojik bir engel olarak değerlendirilmelidir.

Görsel iletişimde vurgu, izleyicinin dikkatinin belirli bir noktaya (genellikle karakterin yüzü veya kimliğini belirleyen bir sembol) yönlendirilmesidir. Lauer ve Pentak (2011), vurgu eksikliğinin görselde monotonluk yarattığını, aşırı vurgunun ise görsel gürültüye yol açtığını belirtmektedir. Özellikle yüksek çözünürlüklü ve detaylı üretimler yapma eğiliminde olan yapay zeka araçları, tasarımın odak noktasını kaybetmesine ve izleyicinin görsel hiyerarşiyi algılayamamasına neden olabilmektedir. Analizlerde, yapay zekanın kontrast ve renk kullanımıyla vurguyu ne ölçüde stratejik yönettiği, bu ilkeler bağlamında önemli bir bulgudur.

Tasarımın tüm bileşenlerinin tek bir anlam birimi oluşturması ilkesi olan bütünlük, Gestalt teorisiyle yakından ilişkilidir. Karakter tasarımında bütünlük; stil, doku, renk ve formun uyumunu ifade etmektedir. AI üretimlerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri, karakterin farklı parçalarının (örneğin başın dokusuyla ayakların dokusu) farklı öğrenilmiş veri setlerinden gelmiş gibi durmasıdır. Bu stil kopukluğu, görselin tutarlılık ilkesini ihlal eder. Tasarımın bir bütün olarak okunabilirliği, algoritmik sürecin bu parçalı yapıyı ne kadar iyi sentezleyebildiğine bağlıdır.

Görsel 1 3B Karakter Tasarımı: Stable Diffusion.

Görsel, temiz bir ızgara yapısına sahiptir. Üst sıra (göğüs üstü), alt sıra tam vücut görünümlerine ayrılmıştır. Bu düzen, bilginin doğru bir şekilde aktarılmasını sağlamakta ve görünürlüğünü kolaylaştırmaktadır. Yatay ve dikey hizalama çizgileri, farklı görünümlerin birbirine paralel olmasını sağlamaktadır, bu da teknik bir referans sayfası için önemlidir. Karakter, Robin Hood temasını net bir şekilde taşımaktadır. Yeşil kıyafet, kahverengi deri zırh ve deri aksesuarlar arasındaki doğal renk uyumu, karakterin ormanda yaşayan, çevik kahraman kimliğini güçlendirmektedir. Renklerin doygunluğu ve parlaklığı, stilize ve erişilebilir bir görsel dil oluşturmaktadır.

Yumuşak, sol üstten gelen ışık, karakterin kütlesini ve derinliğini vurgulayarak üç boyutlu formunu ortaya koymaktadır. Işık-gölge kullanımı, karakterin yüz özelliklerini ve kıyafeti netleştirmekte, bu da görsel bütünlüğü arttırmaktadır. Mat kumaş kapüşon, yarı parlak deri zırh ve parlak metal kılıç kabzası arasındaki malzeme kontrastı, karaktere görsel ilgi ve inandırıcılık katmaktadır. Farklı yüzeylerin ışığı farklı şekilde yansıtması, materyallerin doğru algılanmasını sağlamaktadır.

Karakterin arka görünümünde kılıcın kınında olmadığı, çıplak bir şekilde açıkta durduğu ve kın parçasının kalça bölgesinden tamamen silindiği görülmektedir. Kılıcın bu havada asılı duruşu, zemine saplanmış gibi hatalı bir görsel izlenim oluşturarak arka görünümü ön ve profil açılarla temel bir çelişkiye düşürmektedir. Karakterin sol omzundan sağ tarafına uzanan tek bir çapraz kemer görülmektedir. Karakterin arkasında iki deri kemer çaprazlanmış bir şekilde görülmektedir. Bu, ön görünümdeki kemer düzeniyle uyuşmamaktadır.

Tasarım düzeni, hiyerarşisi ve renk uyumu açısından bu karakter tasarımı; stilize estetiği sağlamaktadır. Ancak, bir karakter referans sayfası olarak bu görsel, işlevsel açıdan çeşitli kusurlara sahiptir. Farklı görünümler arasındaki kılıcın kınsız ve çıplak durması, kemer düzenindeki çelişkiler ve kapüşon dikişlerinin farklılığı gibi teknik tutarsızlıklar, bu tasarımı bir modellemeci veya animatör için kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Bu kusurlar, görsel iletişim açısından bilginin doğru ve güvenilir bir şekilde iletilmemesine sebep olmaktadır. Bu durum, görselin bir yapay zeka tarafından üretildiğini ve bu tür tutarsızlıklar barındırdığını ortaya koymaktadır.

Görsel 2 3B Karakter Tasarımı: Midjourney.

Karakterin genel formu, tüm pozlarda belirli bir stil dilini (büyük gözler, küçük burun yapısı, akışkan saç formları) takip etmektedir. Tasarımın bütününde kullanılan siyah ve koyu gri tonları, karakterin cadı temasını destekleyen güçlü bir görsel bütünlük sağlamaktadır. Sınırlı ve kontrollü bir renk paleti (Siyah, ten rengi ve sarımsı aksesuar detayları) kullanılmıştır. Bu durum, görselin karmaşadan uzak durmasını ve karakterin kimliğinin her pozda hızlıca tanınmasını mümkün hale getirmiştir.

Gözler, hem boyutları hem de beyaz renk kullanımıyla karakterin odak noktasını oluşturarak karakterin duygusal ifadesini doğrudan bu alan üzerinden iletmektedir. Koyu renkli kıyafetler ve saçlar, açık ten rengiyle güçlü bir zıtlık oluşturur. Bu kontrast, karakterin silüetini arka plandan (beyaz/bulmaca desenli zemin) net bir şekilde ayırarak görsel okunabilirliği artırır.

Tasarımda kafa-vücut oranı, stilize edilmiş (yaklaşık 1:3 veya 1:4) bir yapıdadır. Bu oran-orantı tercihi, karaktere sempatik, genç ve "büyülü" bir hava katarak hedef kitlenin karakterle hızlıca bağ kurmasını sağlar. Karakterin geniş şapkası ve pelerin detayları, her pozda karakterin kendine has bir silüete sahip olmasını sağlamaktadır. Bu, görsel iletişimde karakter tanınırlığı için önemli bir unsurdur.

Sayfadaki karakterler statik değildir; her bir figür farklı bir aksiyonu (büyü yapma, şaşırma, yürüme vb.) temsil eder. Pelerinin ve saçların uçuşma yönleri, kompozisyona bir ritim katarak izleyicinin gözünü sayfa üzerinde gezdirir. Görsel, yapay zeka (AI) tarafından üretilmenin getirdiği bazı tipik tutarsızlıklar barındırmaktadır. Bu durum, tasarımın akademik ve profesyonel değerini zayıflatan unsurlardır. Birçok pozda (özellikle sol üstten ikinci ve sağ üstten ikinci görsellerde) parmakların sayısı, formu ve birbirine eklemlenme biçimi anatomik olarak tutarsızdır. Bazı ellerde parmaklar birbirine karışmış durumdadır.

Karakterin elinde tuttuğu asa veya süpürge benzeri nesneler pozdan poza form değiştirmektedir. Kimi zaman düz bir asa, kimi zaman ucu püsküllü bir süpürgeye dönüşmektedir. Bu, bir karakter sayfası için devamlılık ilkesine tamamen aykırıdır.

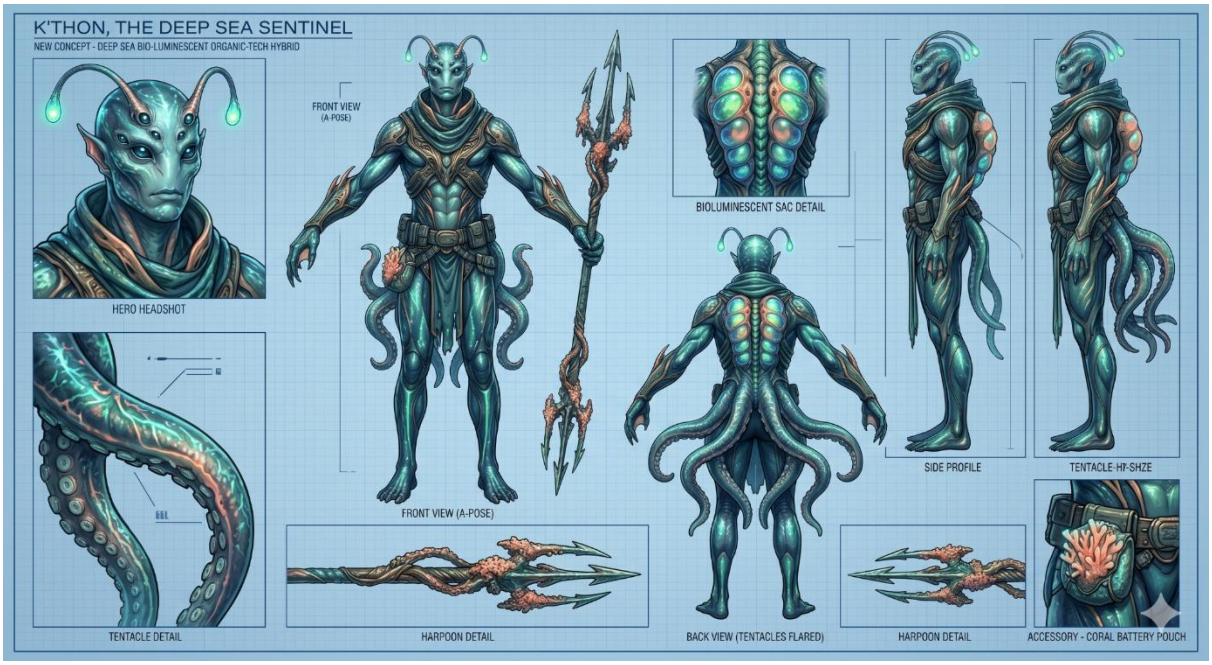
Sol alt köşedeki figürde, karakterin yüzünün ortasından geçen dikey bir çizgi/gölge hatası bulunmaktadır. Bu, görselin bütünlüğünü bozan teknik bir kusurdur. Ayrıca şapkanın duruşu ve saçların kıvrım detayları pozlar arasında sistematik bir kurala bağlı kalmadan değişmektedir. Karakter tasarımı, konsept ve renk yönetimi açısından oldukça başarılı bir ilk izlenim sunsa da, teknik detaylara inildiğinde AI'nın anatomik ve nesnesel tutarlılık konusundaki yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Bir grafik tasarımcı için bu görsel, nihai bir ürün değil; ancak üzerinde ciddi düzeltmeler yapılması gereken bir "taslak" olarak kabul edilebilir.

Görsel 3 3B Karakter Tasarımı: DALL -E.

Yapay zeka aracılığıyla üretilen Elara: The Shadow Weaver karakter tasarım seti, görsel iletişim tasarımının temel prensipleri doğrultusunda gelişmiş ve katmanlı bir yapı sunmaktadır. Tasarımın genelinde hakim olan bütünlük, karakterin estetiği ile fantastik gölge büyücüsü temasının tutarlı bir şekilde bir araya getirilmesiyle sağlanmıştır. Tevfik Fikret Uçar'ın (2004) belirttiği üzere, bir tasarımın başarılı sayılabilmesi için tüm parçaların birbirini desteklemesi ve ortak bir amaca hizmet etmesi gerekir; bu çalışmada da detaylar, kumaş dokuları ve sembolik nesneler karakterin anlatısını güçlendiren bütünleşik bir yapı sunmaktadır. Tasarımda kurulan denge, asimetrik bir yaklaşımla ele alınmıştır. Karakterin sağ kolundaki metalik zırh ve devasa asa, görsel ağırlığı bir tarafa çekerken; sol taraftaki parlamalar ve dinamik duruş, kompozisyonu dengeleyerek asimetrik bir tasarım oluşturmaktadır.

Tasarımda kullanılan vurgu ve zıtlık unsurları, izleyicinin dikkatini yönlendirmektedir. Özellikle mor gölge ve yeşil şifa renkleri arasındaki tamamlayıcı zıtlık, karakterin ikili doğasını sembolize ederken görsel bir derinlik yaratmaktadır. Odak noktası, yüksek doygunluğa sahip parlayan nesneler ve asadaki küreler aracılığıyla oluşturulmuştur. Bu durum, tasarımda hiyerarşiyi belirleyerek gözün önce bu enerji odaklarına, ardından detaylara kaymasını sağlamaktadır. Görsel hiyerarşideki bu yönlendirme, grafik tasarımın izleyiciye rehberlik etme işleviyle örtüşmektedir. Ayrıca, asadaki dairesel formlar ile zırhtaki dikey hatlar arasındaki form zıtlığı, karakterin görsel karmaşıklığını ve zenginliğini artırmaktadır.

Ritim ve oran-orantı prensipleri ise tasarımın dinamizmini ve inandırıcılığını desteklemektedir. Karakterin pelerinindeki katmanlar, mekanik unsurlar ve tekrarlayan desenler, tasarımın genelinde akışkan bir ritim oluşturarak gözün karakter üzerinde süreklilikle hareket etmesine olanak tanımaktadır. Ritim tasarımda bir devinim ve zaman duygusu yaratarak detayların düzenli tekrarı, karakterin karmaşık yapısına bir düzen getirmektedir. Oran-orantı bağlamında ise, karakterin anatomik yapısı ile taşıdığı ekipmanların (sırt çantası, asa vb.) ölçeklendirilmesi, fantastik bir tasarım olmasına rağmen fiziksel gerçeklik algısını bozmayacak şekilde kurgulanmıştır. Sonuç olarak, bu karakter seti, dijital tasarımın teknolojik olanaklarını klasik tasarım ilkeleriyle sentezlemiştir.



Görsel 4 3B Karakter Tasarımı: Nano Banana 2.

K'thon, The Deep Sea Sentinel isimli karakter tasarım seti, biyolojik ve teknolojik öğelerin sentezlendiği organik-teknoloji hibriti temasını görsel iletişim tasarımının temel ilkeleriyle tutarlı bir biçimde sunmaktadır. Tasarımın genelinde gözlemlenen bütünlük, karakterin denizaltı habitatına özgü doku, renk ve form dilinin zırh, silah, anatomi gibi tüm parçalarda ortak bir estetik paydada buluşmasıyla yakalanmıştır. Emre Becer (2015), bir tasarımda parçaların birbirine ait olma hissinin, izleyicinin mesajı bir bütün olarak algılaması için önemli olduğunu vurgulamaktadır; bu tasarımda da canlı ışıldama özelliği, hem bir enerji kaynağı hem de bir görsel bağlayıcı olarak bütünlüğü pekiştirmektedir. Tasarımda uygulanan denge, ön görünümde görüldüğü üzere simetrik bir yapıda kurgulanmıştır. Bu statik denge, karaktere bir ağırlığı ve güven duygusunu kazandırırken, arkadan görünümde kullanılan dokunaçların serbest formuyla görsel bir dinamizm elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan vurgu noktaları, renk ve değer hiyerarşisi üzerinden belirlenmiştir. Karakterin başı ve sırtındaki keseler, açık turkuaz ve turuncu tonlarıyla karanlık gövde üzerinde güçlü bir zıtlık oluşturmaktadır. Tevfik Fikret Uçar (2004), vurgunun dikkati tasarımın en önemli bölgesine çekme işlevi gördüğünü belirtmektedir; bu karakter setinde ışıklı alanlar, karakterin yaşam enerjisini ve teknolojik yeteneklerini işaret eden birincil odak noktalarıdır. Ayrıca, zırhın sert metalik dokusu ile dokunaçların yumuşak, vantuzlu yapısı arasındaki doku zıtlığı, tasarımdaki hibrit yapıyı dokunsal bir derinliğe kavuşturmaktadır.

Ritim ve oran-orantı unsurları, karakterin işlevselliğini ve görsel akışını desteklemektedir. Gövde üzerindeki pulların dizilimi, sırt kısmındaki omurga benzeri yapıların tekrarı ve dokunaçların kıvrımları, gözü tasarımın bir noktasından diğerine taşıyan akışkan bir ritim yaratmaktadır. Sarıkavak'ın (2005) ifade ettiği gibi, tasarımda öğelerin düzenli tekrarı bir hareket algısı oluşturur; bu durum "K'thon" karakterinin su altındaki akışkan hareket kabiliyetini görsel olarak sembolize etmektedir. Oran-orantı açısından ise, insansı gövde

yapısının abartılı uzunluktaki kollar ve çoklu göz yapısıyla birleştirilmesi, karakterin uzaylı kimliğini güçlendirirken, taşıdığı zıpkın gibi ekipmanların ölçeğiyle de fiziksel tutarlılık korunmuştur. Sonuç olarak bu karakter tasarımı, yapay zekanın sunduğu detay zenginliğini, klasik tasarım prensiplerinin disipliniyle birleştirerek bir karakter konsepti ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Yapay zeka algoritmaları aracılığıyla gerçekleştirilen 3B karakter tasarım süreçlerini, görsel iletişim tasarımının temel ilkeleri ve estetik değerleri ekseninde irdeleyen bu araştırma, teknolojinin tasarım disiplini üzerindeki dönüştürücü gücünü ve bu dönüşümün kavramsal sınırlarını somut verilerle ortaya koymuştur. Çalışmanın temel odağını oluşturan 3B karakterlerin analiz edilmesi süreci, dijital tasarımın geleneksel yöntemlerle inşa edilen yapısının, algoritmik üretim biçimleriyle nasıl yeniden tanımlandığını göstermektedir. Görsel iletişim tasarımının vazgeçilmez unsurları olan denge, oran-orantı, hiyerarşi, vurgu ve bütünlük gibi prensipler, yapay zeka tarafından üretilen çıktılarda matematiksel doğrulukla karşımıza çıkmaktadır. Özellikle derin öğrenme modellerinin, büyük veri setlerinden süzdüğü görsel tecrübeyi karakter anatomisi üzerinde uygulamadaki başarısı, dijital karakterlerin görsel performansını daha önce görülmemiş bir hıza ve teknik yetkinliğe ulaştırmıştır. Bu noktada ulaşılan en temel sonuçlardan biri, yapay zekanın bir araç olmanın ötesine geçerek, tasarımın estetik dilini şekillendiren bir üretim ortağı haline geldiğidir.

Görsel iletişim tasarımının denge ve oran-orantı ilkeleri bağlamında yapılan incelemeler, yapay zeka algoritmalarının özellikle simetri ve altın oran gibi evrensel estetik kuralları uygulama noktasında insan hassasiyetine yakın, hatta bazen onu aşan bir kusursuzluk sergilediğini kanıtlamıştır. Ancak bu kusursuzluk, beraberinde tasarımın ruhunu oluşturan bilinçli kusur veya karakteristik asimetri gibi insani dokunuşların eksikliğini de getirebilmektedir. Karakter tasarımlarında vurgu noktasının oluşturulması ve izleyicinin gözünün karakter üzerindeki belirli bir detaya odaklanması, geleneksel süreçlerde tasarımcının anlatı tercihiyle şekillenirken; yapay zeka süreçlerinde bu durumun daha çok rastlantısal veya istatistiksel yoğunlaşmalarla gerçekleştiği saptanmıştır. Bu bağlamda, görsel hiyerarşinin inşasında tasarımcının prompt mühendisliği aracılığıyla kurduğu denetim mekanizması, rastlantısal çıktının anlamlı bir iletişim nesnesine dönüşmesindeki en önemli eşiktir. Yapay zeka, teknik bir mükemmeliyet sunsa da, bu mükemmeliyetin bir hikaye anlatıcılığına evrilmesi ancak tasarımcının estetik müdahalesiyle mümkün olmaktadır.

Karakter tasarımlarının doku, ışık ve renk teorisi açısından analizi, yapay zekanın bütünlük ilkesini sağlama konusundaki üstün becerisini ortaya koymuştur. Algoritmaların renk paletleri arasındaki ton dengesini kurma, ışığın yüzeyle olan etkileşimini hesaplama ve karakterin içinde bulunduğu atmosferle uyumunu sağlama yeteneği, görsel performansın niteliğini arttırmaktadır. Özellikle RPG ve benzeri oyun türleri için üretilen karakterlerde, görsel derinliğin ve materyal kalitesinin (deri, metal, kumaş dokusu vb.) gerçeğe yakınlığı, dijital oyun ekosistemindeki kullanıcı deneyimini doğrudan olumlu yönde etkilemektedir. Fakat bu noktada karşımıza çıkan tekdüzeleşme riski, çalışmanın eleştirel bir diğer sonucudur. Yapay zekanın popüler veri setlerinden beslenmesi, zaman zaman karakter tasarımlarında birbirini tekrar eden arketiplerin oluşmasına ve özgünlük kaybına yol açabilmektedir. Görsel iletişimin en temel amaçlarından biri olan ayrışma ve farklılaşma ilkesi, algoritmik üretimin getirdiği bu estetik benzeşme tehdidi karşısında tasarımcının yaratıcı dehasına her zamankinden daha fazla ihtiyaç duymaktadır.

Araştırmanın sonuçları, tasarımcının mesleki kimliğinde yaşanan paradigma değişimini de çarpıcı bir biçimde özetlemektedir. Artık 3B karakter tasarımcısı, sadece poligonları yöneten veya fırça darbeleriyle doku oluşturan bir uygulayıcı değil; yapay zekanın sunduğu devasa olasılıklar evreni içerisinde doğru görsel kararları veren bir küratör veya karar verici pozisyonuna geçmiştir. Bu süreçte teknik becerinin yerini, görsel kültür birikimi, sanat tarihi bilgisi ve tasarım ilkelerini uygulama yetkinliği almaktadır. Yapay zeka ile üretilen bir karakterin, görsel iletişim tasarımı ilkeleri süzgecinden geçirilmeden bitmiş bir ürün olarak kabul edilmesi, tasarımın işlevsel ve estetik amaçlarından sapmasına neden olabilir. Bu nedenle, akademik ve sektörel düzlemde yapay zeka araçlarının kullanımına dair geliştirilecek olan metodolojilerin, mutlaka temel tasarım eğitiminin disiplinli çerçevesiyle harmanlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma, dijital sanatın ve tasarımın geleceğine dair umut verici bir projeksiyon sunmaktadır. Yapay zeka, tasarım ilkelerini yok sayan bir yıkıcı güç değil, aksine bu ilkelerin uygulama alanlarını genişleten ve hızlandıran bir işlev görmektedir. Tasarımın estetik performansını artıran bu teknolojik ivme, insan yaratıcılığının kavramsal derinliği ile birleştiğinde, dijital karakter tasarımı alanında yeni bir çağın kapılarını

aralamaktadır. Gelecek çalışmaların, bu algoritmik üretim süreçlerinin etik boyutları ve telif hakları gibi hukuki zeminlerinin yanı sıra, kullanıcı üzerindeki psikolojik etkileri ve semiyotik yansımaları üzerine yoğunlaşması, alanın akademik derinliğini daha da zenginleştirecektir. Bu çalışma, yapay zekanın sunduğu görsel zenginliğin ancak tasarım disiplininin sarsılmaz ilkeleriyle yönetildiğinde gerçek bir iletişim değerine dönüşebileceğini akademik bir kesinlikle kanıtlamaktadır. Tasarımcı ve yapay zeka arasındaki bu simbiyotik ilişki, geleceğin dijital dünyasında estetik standartların yeniden belirlenmesinde en temel belirleyici faktör olmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye*. University of California Press.

Becer, E. (1999). *İletişim ve Grafik Tasarım*.Ankara: Dost.

Boden, M. A. (2016). *AI: Its nature and future*. Oxford University Press.

Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). *Generative adversarial nets. Advances in neural information processing systems*, 27.

Gu, J., Trevithick, A., Lin, K. E., Nguyen-Phuoc, T. H., Palazzo, J., Ramamoorthi, R., & Luan, F. (2023). *Instant3D: Fast Text-to-3D with Sparse-View Dot-Product Attention*. arXiv preprint arXiv:2311.06214.

Jain, A., Mildenhall, B., Barron, J. T., Abbeel, P., & Poole, B. (2022). *Zero-shot text-to-3D objective synthesis.* arXiv preprint arXiv:2111.12551.

Karahisar, T. (2020). *Dijital Oyun Tasarımında Karakter Tasarım Süreci ve Görsel Analizi.* Sanat ve Tasarım Dergisi, (25), 112-130.

Park, Y. (2012). *Interactive Multimedia Design and Production Course Grade.* University of Texas.

Philip B. (1989). *Type & Image-The Language of Graphic Design.* Newyork: John Wiley&Sons.

Peng, X. B., Abbeel, P., Levine, S., & van de Panne, M. (2018). *DeepMimic: Example-guided deep reinforcement learning of physics-based character skills*. ACM Transactions on Graphics (TOG), 37(4), 1-14.

Poole, B., Jain, A., Barron, J. T., & Mildenhall, B. (2022). *DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion*. arXiv preprint arXiv:2209.14988.

Hertzmann, A. (2018). *Can computers create art?.* Arts, 7(2), 18.

Lauer, D. A., & Pentak, S. (2011). *Design basics* (8th ed.). Cengage Learning.

Lupton, E., & Phillips, J. C. (2015). *Graphic design: The new basics*. Princeton Architectural Press.

Manovich, L. (2018). *AI Aesthetics*. Island Press.

Tıraş, H. (2023). *Yapay Zekâ ve Sanat: Üretken Algoritmaların Görsel Sanatlar Üzerindeki Etkisi.* Dijital Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi, 4(1), 15-32.

Uçar, T. F. (2019). *Görsel İletişim ve Grafik Tasarım*. İstanbul: İnkılâp Kitabevi.

Vaughan, W. (2012). *Digital Modeling*. New Riders.

Ward, A. (2020). *Game Character Strategy: 2D Design to 3D Content*. CRC Press.

Williams, K. (2017). *The PBR Guide: A Handbook for Physically Based Rendering*. Allegorithmic.

Williams, R. (2008). *The Non-Designer's Design Book: Design and Typographic Principles for the Visual Novices.* Berkeley/California: Pearson Education.

E-DEVLET SİSTEMLERİNDE GÜVENLİK: TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA UYGULAMALAR

Selahattin ÖZDEMİR

Samsun University, Department of Software, Samsun-Türkiye, (Responsible Author) ORCID: 0000-0002-0603-7408

Dr. Öğr. Üyesi Özgür TONKAL

Asst. Prof., Samsun University, Department of Software, Samsun-Türkiye, ORCID: 0000-0001-7219-9053

ÖZET

Kamu hizmetlerinin hızla dijitalleşmesi, E-devlet sistemlerini modern kamu yönetiminin temel bir unsuru haline getirmiş ve güvenlikleri konusunda kritik endişeleri gündeme getirmiştir. Mevcut literatür ağırlıklı olarak teknik güvenlik önlemleri, altyapı dayanıklılığı ve siber tehditleri ele alırken, bu güvenlik çerçevelerini şekillendiren yönetişim boyutlarını genellikle göz ardı etmektedir. Bu çalışma, E-devlet güvenliğini yalnızca teknik bir zorluk olarak değil, devlet kapasitesi ve dijital yönetişim modellerinin bir fonksiyonu olarak yeniden kavramsallaştırmaktadır. Niteliksel ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla, araştırma, farklı yönetişim yapılarını ve dijital olgunluk seviyelerini temsil eden ABD, Almanya, Estonya ve Japonya'nın E-devlet güvenlik uygulamalarıyla birlikte Türkiye'nin E-devlet güvenlik uygulamalarını incelemektedir. Analiz dört temel boyut etrafında yapılandırılmıştır: güvenlik yaklaşımı (reaktif vs. önleyici), kimlik doğrulama mekanizmaları, veri yönetimi ve altyapı güvenliği ve yönetişim yapıları. Bulgular, Türkiye modelinin güçlü bir merkezileşme, sağlam kimlik doğrulama sistemleri ve veri egemenliğine belirgin bir odaklanma ile karakterize edildiğini göstermektedir. Bu özellikler operasyonel verimliliği ve hızlı olay müdahalesini artırırken, sistem ağırlıklı olarak reaktif ve devlet merkezli kalmakta, şeffaflık ve kullanıcı merkezli güvenlik uygulamaları sınırlı kalmaktadır. Buna karşılık, Estonya gibi ülkeler, dayanıklılığı ve vatandaş güvenini teşvik eden önleyici, şeffaf ve dağıtılmış güvenlik modellerinin etkinliğini göstermektedir. Bu çalışma, E-devlet güvenliğini bir yönetişim perspektifi içinde ele alarak literatüre katkıda bulunmaktadır. Türkiye için önleyici güvenlik stratejilerinin benimsenmesi, şeffaflığın artırılması, hibrit mimari modellerin benimsenmesi ve çok paydaşlı yönetişim mekanizmalarının uygulanması da dahil olmak üzere politika önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler— E-Devlet Güvenliği, Siber Güvenlik Yönetişimi, Dijital Yönetişim, Veri Egemenliği, Kimlik Doğrulama Mekanizmaları, Karşılaştırmalı Analiz.

SECURITY IN E-GOVERNMENT SYSTEMS: PRACTICES IN TURKEY AND WORLDWIDE

ABSTRACT

The rapid digitalization of public services has positioned e-government systems as a core pillar of modern public administration, raising critical concerns regarding their security. The existing literature predominantly addresses technical safeguards, infrastructure resilience, and cyber threats, often overlooking the governance dimensions that shape these security frameworks. This study reconceptualizes e-government security as a function of state capacity and digital governance models rather than solely a technical challenge. Using a qualitative and comparative approach, the research examines Türkiye’s e-government security practices alongside those of the United States, Germany, Estonia, and Japan, representing varying governance structures and levels of digital maturity. The analysis is structured around four key dimensions: security approach (reactive vs. preventive), authentication mechanisms, data management and infrastructure security, and governance structures. Findings indicate that strong centralization, robust authentication systems, and a pronounced focus on data sovereignty characterize Türkiye’s model. While these features enhance operational efficiency and rapid incident response, the system remains predominantly reactive and state-centric, with limited transparency and user-centric security practices. In contrast, countries such as Estonia demonstrate the effectiveness of preventive, transparent, and distributed security models that promote resilience and citizen trust. This study contributes to the literature by framing e-government security within a governance perspective. It provides policy recommendations for Türkiye, including adopting preventive security strategies,

increasing transparency, adopting hybrid architectural models, and implementing multi-stakeholder governance mechanisms.

Keywords— E-Government Security, Cybersecurity Governance, Digital Governance, Data Sovereignty, Authentication Mechanisms, Comparative Analysis.

GİRİŞ

Dijitalleşme ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte devletlerin kamu hizmetlerini sunma biçimleri değişikliğe girmiştir. Bilgi ve iletişim teknoloji alanındaki gelişmeler, sadece hizmet sunumunun teknik altyapısını değil; aynı zamanda devlet–vatandaş ilişkilerini, kamu işleyiş biçimini ve yönetişim anlayışını da yeniden şekillendirmiştir. Bu dönüşüm E-devlet sistemleri ile oluşmuştur. E-devlet, devletlerin vatandaşlarına ve işletmelere çeşitli hizmetleri elektronik ortamda sunarak, kamu hizmetlerinin etkinliğini, erişilebilirliğini ve şeffaflığını artıran dijital platformlardır (Şat, 2020). E-devlet sistemleri, kamu hizmetlerinin daha etkin, hızlı ve erişilebilir biçimde sunulmasını sağlarken; devletlerin geniş ölçekli kişisel ve kurumsal verileri dijital ortamda yönetmesini zorunlu kılmaktadır (Ahmed & Musa Ahmed, 2023). Bununla birlikte, kamu sektöründe dijital platformların hızla benimsenmesi, E-devlet sistemlerini bir dizi güvenlik tehdidine maruz bırakarak, yönetim süreçlerinin bütünlüğünü potansiyel olarak zayıflatmaktadır.

E-devlet sistemleri, güvenlik meselesini yalnızca teknik bir sorun olmaktan çıkararak kamu yönetimi ve ulusal güvenlik bağlamında stratejik bir tartışma alanına dönüştürmüştür (Bélanger & Carter, 2008). Nüfus kayıtları, adli veriler, sağlık bilgileri, sosyal güvenlik kayıtları ve finansal işlemler gibi verilerin dijital sistemler üzerinden yapılması, E-devlet altyapılarını siber tehditlere karşı kırılgan hâle getirmektedir. Bu nedenle E-devlet güvenliği, yalnızca sistemlerin korunması değil; devlet kapasitesinin sürdürülebilirliği, kamu hizmetlerine duyulan güven ve dijital egemenliğin sağlanması açısından da kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Literatürde E-devlet güvenliği, genellikle altyapı güvenliği, kimlik doğrulama mekanizmaları, şifreleme teknikleri ve siber saldırı türleri üzerinden ele alınmaktadır (Hassan, 2016). Ancak bu yaklaşım, güvenliği teknik önlemler ile sınırlamakta; güvenlik politikalarının arkasındaki yönetişim modelleri, kurumsal yapı ve devletin güvenlik anlayışı yeterince sorgulanmamaktadır. Bu nedenle E-devlet sistemlerinde güvenliğin nasıl tasarlandığı, yalnızca kullanılan teknolojilere değil; devletin merkeziyetçilik düzeyi, kurumlar arası koordinasyon kapasitesi ve güvenliğe ilgili stratejik önceliklerine bağlıdır.

Bu bölüm, E-devlet güvenliğini teknik önlemler yerine, güvenlik uygulamalarını devlet kapasitesi ve dijital yönetişim perspektifiyle birlikte değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda güvenlik yaklaşımı, altyapı güvenliği, kimlik doğrulama ve kurumsal yapılanma açısından Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Estonya ve Japonya gibi farklı yönetişim modellerine sahip ülkelerle karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Seçilen ülkeler, merkezi ve dağıtık sistemler, federatif yapılar ve dijital öncülük düzeyleri bakımından farklı güvenlik mimarileri sunmaları nedeniyle karşılaştırmalı analiz için anlamlı örnekler oluşturmaktadır.

Bu çalışma, E-devlet güvenliğini yalnızca "hangi önlemler uygulanmaktadır?" sorusu üzerinden değil; "bu önlemler hangi yönetişim anlayışının ürünüdür ve ne tür sonuçlar doğurmaktadır?" sorusu üzerinden özgün katkı sunmaktadır. Bu bağlamda çalışma, Türkiye'de E-devlet güvenliğinin daha çok olay sonrası müdahaleye dayalı, merkeziyetçi bir yapı içerisinde şekillendiğini; buna karşılık bazı ülkelerde önleyici, şeffaf ve kullanıcı denetimini önceleyen güvenlik modellerinin benimsendiğini ileri sürmektedir.

Bu çalışma kapsamında, seçilen ülkelerin E-devlet güvenlik politikaları; güvenlik yaklaşımı, kimlik doğrulama sistemleri, veri yönetimi ve kurumsal yapılanma kriterleri üzerinden karşılaştırılmaktadır. Literatür taramasına dayalı olarak geliştirilen bu analitik çerçeve, farklı güvenlik modellerinin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bölümün devamında, E-devlet sistemlerinde güvenliğin kavramsal ve yönetsel boyutları ele alınmakta; ardından Türkiye'de E-devlet sisteminin mevcut güvenlik uygulamaları incelenmektedir. Daha sonra Türkiye'nin güvenlik yaklaşımı, seçili ülkelerle karşılaştırmalı olarak analiz edilmekte; son bölümde ise elde edilen bulgular ışığında Türkiye'ye yönelik politika önerileri ve gelecekteki araştırma alanları tartışılmaktadır.

E-Devlet Güvenliği Kavramı

E-Devlet güvenliği, vatandaşların, kurumların ve şirketlerin dijital ortamdaki yoğun verilerinin; siber saldırılar, yetkisiz erişimler ve veri kayıplarına karşı korunmasını sağlayan hukuki, teknik ve idari tedbirler bütünüdür. Temel amacı, kişisel verilerin gizliliğini ve sistemin bütünlüğünü korumaktır (Efendioğlu, 2007). E-devlet uygulamalarının güvenliği, sadece teknik altyapının korunmasına indirilebilir bir mesele değildir. Kamu hizmetlerinin dijital ortamda sunulması, devletin idari kapasitesini, kurumsal koordinasyon yeteneğini ve vatandaşla kurduğu güven ilişkisini doğrudan etkileyen çok boyutlu bir yönetişim alanı yaratmaktadır. Bu nedenle E-devlet güvenliği, siber güvenliğin teknik kavramlarıyla birlikte; kamu yönetimi, devlet kapasitesi ve dijital yönetişim yaklaşımları çerçevesinde ele alınmalıdır (Council, 2014). Aydın (2022)'e göre, E-devlet sistemlerinin güvenliğini sağlamak için süreçlerin ve politikaların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi önemlidir (AYDIN, 2022). Bu tedbir, sistemlerin mevcut tehditlere karşı korunmasını sağlamak ve potansiyel zayıf noktaları tespit etmek için gereklidir.

Devlet Kapasitesi ve Dijital Güvenlik

Devlet kapasitesi, en genel anlamıyla kurumların, kamu ve özel sektörlerin yüksek hacimli bilgi alışverişinde bulunduğu heterojen bilgi sistemlerinin bir birleşimini ve hedeflerini belirleme, uygulama ve sürdürme yeteneğini ifade eder (Fukuyama, 2013). Devlet kapasitesi dijitalleşme ile birlikte, fiziksel ve bürokratik kaynaklara değil; dijital altyapı, veri yönetimi ve siber güvenlik yetkinliklerine bağlı hâle gelmiştir. Bu nedenle E-devlet güvenliği, devlet kapasitesinin dijital bir uzantısı olarak değerlendirilebilir. Kapasitesi yüksek devletler, E-devlet güvenliğini önleyici politikalar, bütünleşik veri yönetimi ve kurumsal koordinasyon mekanizmaları üzerinden oluştururken; kapasitesi sınırlı veya kurumsal bütünlüğü zayıf devletlerde güvenlik daha çok olay sonrası müdahale ve reaktif önlemler üzerinden şekillenmektedir (*Digital Dividends*, 2016). Bu fark, E-devlet güvenliğinin teknolojik alanda değil, kurumsal bir mesele olduğunu göstermektedir.

Dijital güvenlik, bireylerin toplumsal yaşamda karşılaştığı problemlerin dijital dünyaya yansımasıdır (Ribble, 2011). Bu nedenle dijital güvenlik yaklaşımı kişinin dijital platformlarda daha bilinçli ve dikkatli hareket etmesini öncelemektedir. Çevrimiçi dijital platformlarda dolaşırken güvenilir sayfalara yönelme ve kişisel bilgilerin korunması büyük bir öneme sahiptir.

Dijital Yönetişim ve Güvenlik Yaklaşımları

Yönetişim, E-devlet hizmeti uygulamasında kamu hizmeti sunumunun temel yönlerinden biridir. Dijital yönetişim, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak kamu hizmetlerinin tasarlandığı, yönetildiği, denetlendiği ve vatandaş etkileşimini şeffaf, katılımcı ve etkin hale getiren yönetişim modelidir (Özer, 2017). Bu dijital yönetişim anlayışının merkezinde E-devlet güvenliği yer alır. Güvenlik politikalarının özelliği; merkeziyetçilik, kurumlar arası veri paylaşımı, şeffaflık ve hesap verebilirlik mekanizmalarıyla ilişkilidir. Bu kapsamda iki temel güvenlik yaklaşımından söz edilebilir. Birinci yaklaşım, merkeziyetçi ve kontrol odaklı güvenlik yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda güvenlik, devlet merkezli bir veri sahipliği anlayışıyla ele alınır. Karar alma süreçleri merkezi otoriteye bağlıdır ve kullanıcı denetimleri kısıtlıdır. İkinci yaklaşım ise dağıtık, önleyici ve şeffaf güvenlik yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda veri paylaşımı kontrollü biçimde dağıtık olarak gerçekleştirilir. Denetim, kullanıcıların veri erişimleri üzerinde belirli düzeyde olup, güvenlik önlemleri ise sistemin tasarım aşamasına entegre edilir.

E-devlet güvenliğinin hangi modele daha yakın olduğunu teknik bakımından değil, devletin yönetişim anlayışı ve kurumsal kültürüyle belirlenmektedir.

Güvenlik, Güven ve Dijital Devlet

E-devlet sistemlerinin teknik olarak güvenli olmaları değil, aynı zamanda vatandaşlar tarafından güvenilir olarak algılamalarına bağlıdır. Bu bağlamda güvenlik, sistemlerin teknik olarak korunmasını ifade ederken; güven, vatandaşların bu sistemlere duyduğu inancı ve kabul düzeyini ifade etmektedir. Güvenli bir sistem, şeffaflık ve hesap verebilirlik mekanizmaları güçlü ise vatandaş nezdinde yeterli güven oluşmuş demektir. Bu kapsamda E-devlet güvenliği, sistemlerin dış tehditlere karşı korunması değil; vatandaşların kişisel verilerinin

nasıl işlendiği, kimler tarafından erişilebildiği ve hangi denetim mekanizmalarının devrede olduğu sorularını da içermelidir. Dijital devlet, dünya genelindeki devletlerin misyonlarını benimseme biçiminde temel bir değişimi temsil eder. Dijital devlet kapsamında güvenlik, kamu otoritesinin meşruiyetini ve vatandaş-devlet ilişkisinin sürdürülebilirliğini etkileyen temel bir unsurdur.

Türkiye'de kişisel verilerin korunmasına ilişkin temel düzenleme Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) iken, Avrupa Birliği'nde ise Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) (Voigt & von dem Bussche, 2017) tarafından düzenlenmektedir. Bu iki düzenleme, kişisel verilerin korunmasını amaçlamakla birlikte, veri yönetişimi ve güvenlik politikaları açısından farklılıklar bulunmaktadır. GDPR, veri işleme süreçlerinde şeffaflık, hesap verebilirlik ve kullanıcı kontrolü ilkelerini güçlü biçimde vurgulaması ile birlikte bireyler, verilerinin hangi kurumlar tarafından işlendiğini öğrenme, verilerin düzeltilmesini talep etme, verilerin silinmesini isteme ve veri taşınabilirliği talep etme gibi geniş haklara sahiptir. KVKK ise temel veri koruma prensiplerini benimsemekle birlikte, uygulamada kamu kurumlarının veri işleme yetkileri daha geniş tutulmuştur. Bu durum, kamu yönetimi açısından operasyonel esneklik sağlamakla birlikte, vatandaşların veri üzerindeki denetim mekanizmaları sınırlı kalmaktadır (Evren, 2023). Bu da E-devlet güvenliği açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. GDPR sistemlerinde güvenlik yaklaşımı teknik bir mesele değil, kullanıcı merkezli veri yönetişimi ile birlikte ele alınmaktadır. KVKK'de güvenlik yaklaşımı daha çok devlet merkezli veri kontrolü yaklaşımıyla şekillenmektedir. Bu nedenle Türkiye'de E-devlet güvenliğinin geliştirilmesi, teknik güvenlik önlemleri ile birlikte veri erişim şeffaflığı ve kullanıcı denetimi mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Karşılaştırmalı Analiz İçin Teorik Çerçeve

Bu çalışmada kullanılan karşılaştırmalı analiz, E-devlet güvenliğinin "hangi teknolojiler kullanılmaktadır?" sorusu yerine; "bu teknolojiler hangi yönetişim ve kapasite anlayışının ürünüdür?" sorusu üzerinden değerlendirilmektedir. Farklı ülkelerin benimsediği güvenlik mimarileri, devletin kurumsal yapısı, dijitalleşme stratejileri ve güvenlik algısıyla birlikte ele alındığında, E-devlet güvenliğinin neden tek tip bir modelle açıklanamayacağı anlaşılmaktadır (ENISA., 2012).

Kuramsal çerçeve, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde Türkiye'nin E-devlet güvenlik yaklaşımını seçili ülkelerle karşılaştırmalı olarak analiz etmekte; güvenlik uygulamalarını yalnızca teknik olarak değil; yönetişim temelli bir değerlendirme sunmaktadır.

Analitik Çerçevenin Oluşturulması

Analitik çerçeve, karşılaştırmalı analizde incelenecek ülkelerin E-devlet güvenlik yaklaşımlarını sistematik, tutarlı ve ölçülebilir bir yapı içinde değerlendirmeyi mümkün kılan kavramsal ve metodolojik bir araçtır (Heeks, 2005). Bu çalışmada E-devlet güvenliği, teknik araçlar yerine yönetişim, kurumsal yapı ve devlet kapasitesi boyutlarıyla birlikte ele alınmıştır. Temel amaç, farklı ülkelerdeki E-devlet güvenlik modellerini ortak değişkenler üzerinden karşılaştırabilir hale getirmektir. Bu doğrultuda analiz, güvenlik yaklaşımı, kimlik doğrulama, veri yönetimi ve kurumsal yapı gibi temel kriterler üzerinde yapılandırılmıştır. Bu kriterler ile sistemlerin reaktif mi yoksa önleyici mi olduğunu, kullanıcıların sisteme erişim yöntemlerini, veri mimarisi ve koruma yöntemlerini, güvenlikten sorumlu kurumlar ve koordinasyon mekanizmalarını belirlemektir.

Analitik çerçevenin ortak kavramların kullanılması, aynı kriter üzerinden değerlendirilmesi ve nitel verilerin yapılandırılması gibi özellikleri, farklı ülkelerin doğrudan karşılaştırılabilmesini sağlamasıdır. Bu yaklaşım, ülkeler arası farklılıkların rastlantısal değil, sistematik olarak ortaya konulmasına olanak tanır.

Analitik çerçevenin yönetişim sorunu olarak devletin merkeziyetçilik düzeyi, kurumlar arası koordinasyon, veri sahipliği anlayışı ve şeffaflık ve hesap verebilirlik mekanizmaları temel bileşenleri olarak değerlendirilir.

Güvenlik Yaklaşımlarının Sınıflandırılması

Güvenlik yaklaşımları reaktif güvenlik ve önleyici güvenlik olarak iki temel kategoriye ayrılmaktadır.

Reaktif Güvenlik Yaklaşımı : Bu yaklaşım sistemde bir güvenlik ihlali, saldırı veya zafiyet meydana geldikten sonra devreye giren bir modeldir. Bu yaklaşımda temel özelliği olay sonrası müdahale ve güvenlik tehditlerin

gerçekleşmeden önce önlenemez olmasıdır. Güvenlik, siber olaylara müdahale ekipleri, Log analizi ve olay yönetim sistemleri üzerinden sağlanır. Reaktif yaklaşımın avantajı, hızlı müdahale kapasitesi ve operasyonel esnekliktir. Ancak dezavantajı, güvenliğin olay gerçekleştikten sonra devreye girmesi nedeniyle potansiyel zararların tamamen önlenememesidir.

Önleyici Güvenlik Yaklaşımı : Güvenliği sistem tasarımının erken aşamalarına entegre eden ve tehditler ortaya çıkmadan önce riskleri minimize etmeyi amaçlayan bir modeldir. Temel özellikleri;

- Güvenlik sistemin tasarımına entegre edilir (security by design).
- Riskler önceden analiz edilir ve minimize edilir.
- Sürekli izleme ve öngörü mekanizmaları kullanılır.
- Zero Trust gibi modern mimarilerle uyumludur.

Sınıflandırma, ülkelerin güvenlik stratejileri daha net kategorize edilmesi, farklı yönetişim modelleri ile güvenlik yaklaşımları ilişkilendirilmesi, Türkiye'nin mevcut modelinin hangi kategoriye yakın olduğu belirlenmesi ve politika önerileri daha somut ve hedefe yönelik hale olması karşılaştırmalı analiz açısından katkı sağlar.

YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın yöntemsel yaklaşımını ve karşılaştırmalı analizde analitik çerçeveyi açıklamaktadır. E-devlet güvenliği, çok boyutlu bir araştırma alanı olması nedeniyle teknik verilerle değil; yönetişim, kurumsal yapı ve devlet kapasitesi bağlamında ele alınmayı gerektirmektedir. Bu doğrultuda çalışma, nitel ve karşılaştırmalı bir analiz yaklaşımına dayanmaktadır.

Araştırma Modeli

Çalışma, seçilen ülkeler arasında nitel karşılaştırmalı analiz yaklaşımı çerçevesinde tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, ülkelerin E-devlet güvenlik uygulamalarını tek tek tasvir etmekten ziyade, bu uygulamaların hangi yönetişim anlayışı ve güvenlik yaklaşımı içinde şekillendiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Böylece ülkeler arası farklılıkları nicel olarak sıralamak değil; güvenlik mimarilerinin yapısal ve yönetsel dinamikleri analiz etmektir.

Bu nedenle çalışma, vaka karşılaştırmasına dayalı nitel bir tasarım benimsemekte; E-devlet güvenliğini teknik, kurumsal ve yönetişim boyutlarıyla birlikte ele almaktadır.

Ülke Seçimi ve Karşılaştırmanın Gerekçesi

Çalışmada incelenen ülkeler, farklı yönetişim modellerini temsil etmektedir. Bu ülkeler; Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Estonya ve Japonya'dır. Bu ülkelerin seçimi, belirli analitik ölçütlere dayalıdır. Seçilen bu ülkeler;

- Farklı yönetişim modellerini (merkeziyetçi, federatif, dağıtık) temsil etmeleri,
- E-devlet uygulamalarında belirli dijital olgunluk seviyelerine sahip olmaları,
- Siber güvenliği ulusal güvenlik stratejileri içinde farklı biçimlerde konumlandırmaları,
- Uluslararası literatürde E-devlet ve dijital devlet alanında sıklıkla referans verilen örnekler olmaları nedeniyle karşılaştırma için anlamlı bir zemin sunmaktadır.

ABD ve Almanya federatif yönetim yapılarıyla dağıtık güvenlik mimarilerine örnek oluştururken, Estonya dijital devlet uygulamalarında öncü bir model olarak referans gösterilmektedir. Japonya ise merkezi kimlik temelli dijitalleşme modeliyle farklı bir güvenlik yaklaşımını temsil etmektedir. Bu farklılık, E-devlet güvenliğinin tek bir "ideal model" üzerinden değil, ülkelere özgü kurumsal ve yönetsel bağlamlar içinde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Wu, 2014). Güney Kore, Singapur, Birleşik krallık ve Norveç gibi

diğer ülkeler de dijital devlet alanında ileri düzeyde uygulamalara sahip olmakla birlikte, bu çalışmada analitik çeşitliliği korumak amacıyla farklı yönetişim modellerini temsil eden ülkeler tercih edilmiştir.

Veri Kaynakları ve Literatür Taraması

E-devlet güvenliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, bilgi teknolojilerinin kamu yönetiminde giderek daha önemli bir rol oynamasıyla birlikte geniş bir literatür oluşturmuştur. Bu çalışmalar kapsamında, E-devlet ve güvenliği ile ilgili çok yönlü bir perspektif sunmaktadır. Akademik veri tabanının "E-devlet", "siber terör", "güvenlik", "Türkiye ve Dünya genelinde E-devlet sistemindeki güvenlik" ile ilgili yapılan uygulamalar araştırılmış ve incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, ağırlıklı olarak yakın dönem yılları arasındaki akademik literatür, ulusal strateji belgeleri ve uluslararası raporlara dayanmaktadır. Bu kapsamda;

- Ulusal ve uluslararası akademik literatür,
- Resmî devlet belgeleri ve strateji dokümanları,
- Uluslararası kuruluşların (Birleşmiş Milletler, OECD, Dünya Bankası, Avrupa Birliği) yayımladığı raporlar,
- Ülkelerin resmî E-devlet portalları ve siber güvenlik kurumlarına ait dokümanlar incelenmiştir.

Akademik veri tabanında yapılan literatür taraması, genellikle E-devlet güvenliği alanındaki teknik çalışmalar ile birlikte dijital yönetişim, devlet kapasitesi ve kamu yönetimini de kapsayacak şekilde yapılmıştır. Böylece güvenlik uygulamalarının yalnızca "nasıl" değil, "neden" bu şekilde kurgulandığı analiz edilebilmiştir. E-devlet güvenliği ve siber güvenlik politikaları hızla değiştiği için, analiz kapsamında son döneme ait önemli gelişmeler ve veri ihlalleri dikkate alınmıştır. Özellikle kamu kurumlarına yapılan siber saldırıların artması, birçok ülkede güvenliğin yeniden gözden geçirilmesine yol açmıştır.

Analitik Kriterler

Karşılaştırmalı analiz, dört temel analitik kriter üzerinden yürütülmüştür.

Güvenlik Yaklaşımı : Önleyici/reaktif güvenlik anlayışı ve merkeziyetçi/dağıtık güvenlik modeli,

Kimlik Doğrulama ve Erişim Kontrolü : Kullanılan kimlik doğrulama yöntemleri ile çok faktörlü doğrulama ve kullanıcı denetimi,

Veri Yönetimi ve Altyapı Güvenliği : Veri sahipliği ve paylaşım modeli ile merkezi veya dağıtık veri mimarileri,

Kurumsal Yapı ve Yönetişim Mekanizmaları : Güvenlikten sorumlu kurumlar ile kurumlar arası koordinasyon ve denetim mekanizmaları,

Bu kriterler, E-devlet güvenliğinin yalnızca teknik değil, yönetsel ve kurumsal boyutlarını da görünür kılmayı amaçlamaktadır.

Araştırma Sınırlılıkları

Analiz sürecinde her ülke, belirlenen kriterler doğrultusunda ayrı ayrı incelenmiş; ardından elde edilen bulgular karşılaştırmalı bir çerçevede değerlendirilmiştir. Bu süreçte amaç, ülkeleri "başarılı" veya "başarısız" şeklinde sınıflandırmak değil; güvenlik uygulamalarının hangi yapısal koşullar altında şekillendiğini ortaya koymaktır. Bu çalışmada, Türkiye'de mevcut E-devlet güvenlik uygulamaları karşılaştırmalı çerçeve içinde konumlandırılarak, güçlü yönler ve gelişime açık alanlar yönetişim perspektifiyle tartışılmıştır.

Çalışma, ağırlıklı olarak ikincil veri kaynaklarına dayandığı için, uygulamaya ilişkin mikro düzeyde teknik ayrıntılar sınırlı ölçüde ele alınabilmiştir. Ayrıca ülkeler arası güvenlik uygulamalarının hızla değişen bir alan olması, analizlerin belirli bir zaman dilimiyle sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, çalışmanın amacı teknik performans ölçümü değil; yönetişim ve güvenlik anlayışlarının karşılaştırmalı analizi olduğu için bu sınırlılıkların çalışmanın temel katkısını zayıflatmadığı değerlendirilmektedir.

BULGULAR

E-devlet sistemleri; yüksek hassasiyetli verileri barındırdığı için devletler siber güvenliği ulusal güvenlik politikasının temel unsurlarından biri olarak konumlandırmaktadır. Bu nedenle birçok ülke, E-devlet güvenliğini güçlendirmek için teknik, organizasyonel ve hukuki düzeyde kapsamlı mekanizmalar geliştirmiştir. Uluslararası ölçekte incelendiğinde E-devlet güvenliğinin ulusal stratejiler, teknik standartlar ve kurumsal yapılanmalar tarafından şekillendirildiği görülmektedir. ABD, Almanya, Japonya ve Estonya gibi ülkeler E-devlet güvenliği konusunda öncü uygulamalara sahiptir. ABD, Almanya, Estonya ve Japonya özelinde E-devlet uygulamalarının kimlik doğrulama hizmetleri, güvenlik yaklaşımı, kurumsal yapılanma, veri yönetimi ve altyapı güvenliği ile ilgili çalışmalarla desteklenmiş Tablo 1'de karşılaştırmalı analizi açıklanmıştır. E-devlet güvenliğinin ülkeler arasında yalnızca kullanılan teknolojiler bakımından değil; güvenliğin nasıl kavramsallaştırıldığı ve hangi yönetişim anlayışı içinde uygulandığı bakımından da önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bölümde, söz konusu Tablo 1, çalışmada belirlenen analitik kriterler çerçevesinde yorumlanmaktadır.

Güvenlik Yaklaşımı: Önleyici ve Reaktif Modeller

Tablo 1'e baktığımızda, ülkeler arasında belirgin bir önleyici–reaktif güvenlik ayrımı dikkat çekmektedir. Estonya ve kısmen Almanya, güvenliği sistem tasarımının ayrılmaz bir parçası olarak ele alan önleyici güvenlik yaklaşımına daha yakın konumlanmaktadır. Bu ülkelerde güvenlik, saldırılara yanıt vermek değil; veri bütünlüğü, erişim denetimi ve şeffaflık mekanizmalarıyla birlikte sürekli işleyen bir yapı olarak kurgulanmıştır. Estonya'nın X-Road platformuna, dağıtık veri değişimi ve erişim kayıtlarının vatandaş tarafından görüntülenebilmesi nedeniyle literatürde "kullanıcı merkezli güvenlik" modeli olarak da adlandırılır (Vassil, 2016). Dağıtık mimari ve erişim loğlarının vatandaş tarafından görülmesi şeffaflık üretir.

ABD ve Japonya örnekleri ise karma bir yapı sergilemektedir. ABD'de güvenlik, federal düzeyde standartlar ve sürekli izleme mekanizmalarıyla güçlendirilmiş olsa da dağınık mimari nedeniyle bütüncül bir kullanıcı deneyimi sunmakta zorlanmaktadır. Japonya'da ise güvenlik yaklaşımı daha kontrollü ve merkezi olmakla birlikte, dijital hizmetlerin kapsamı ve kullanım yoğunluğu sınırlı kaldığı için güvenlik önlemleri daha kapalı bir yapı içinde işlemektedir. ABD ve Japonya gibi ülkelerde kamu ağlarının giderek Zero Trust (sıfır güven) mimarisi (Rose ve ark., 2020) doğrultusunda yeniden yapılandırıldığı görülmektedir. ABD'de federal kamu ağlarında Zero Trust mimarisine geçiş özellikle NIST Zero Trust Architecture rehberi ile hız kazanmıştır. Benzer şekilde Japonya da dijital hükümet stratejisi kapsamında kamu sistemlerinde Zero Trust yaklaşımını benimsemeye başlamıştır (Katagiri, 2022). Bu dönüşüm özellikle federatif veya dağıtık yönetim yapılarına sahip ülkelerde ağ güvenliğini artırmayı amaçlamaktadır.

Türkiye'de ise güvenlik yaklaşımının daha çok olay sonrası müdahaleye dayalı bir çerçevede şekillendiği görülmektedir. Merkezi E-devlet Kapısı, güçlü kimlik doğrulama mekanizmaları sunmakla birlikte, güvenliğin merkezi denetim ve kontrol üzerinden sağlandığını göstermektedir. Bu durum, hızlı müdahale ve idari kontrol açısından avantaj sağlarken, Zero Trust mimarisine (Rose ve ark., 2020) geçiş sürecinde bazı teknik zorluklar ile karşılanmaktadır. Örneğin merkezi ağ mimarilerinde mikro-segmentasyon uygulamak daha karmaşık hale gelebilir. Mikro-segmentasyon, ağın küçük güvenlik bölgelerine ayrılmasını ve her bölgenin ayrı güvenlik politikalarıyla yönetilmesini gerektirir (Basta ve ark., 2021). Türkiye'deki merkezi entegrasyon, kurumlar arası veri erişiminin merkezi platformlar üzerinden gerçekleşmesine dayanmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de Zero Trust mimarisine geçişin teknik bir dönüşüm değil, ağ mimarisinin tasarlanmasını gerektiren kurumsal bir dönüşüm olduğu söylenebilir. Bu dönüşüm sürecinde hibrit bir model benimsenmesi mümkündür. Merkezi veri egemenliği korunurken, kurumlar arası veri erişimleri mikro-segmentasyon, kimlik doğrulama ve risk temelli erişim kontrolü ile desteklenebilir. Bu yaklaşım, Türkiye'nin mevcut merkezi yapısını korurken daha önleyici ve dirençli bir siber güvenlik mimarisine geçişi mümkün kılabilir.

Tablo 1. Seçilen Ülkeler Arası Karşılaştırmalı Analiz

Ülke	Kimlik Doğrulama Hizmetleri	Güvenlik Yaklaşımı	Veri Yönetimi ve Altyapı Güvenliği	Kurumsal Yapılanma
Türkiye	-E-devlet kapısı -T.C. Kimlik No + şifre -e-İmza -Mobil imza -Banka entegrasyonu -Tek kullanımlık şifre (OTP)	-Merkeziyetçi model -Merkezi entegrasyon -SOME (Siber Olaylara Müdahale Ekipleri) yapılanması güçlü -Giderek risk-temelli yaklaşıma geçiş -Kurum içi, halka sınırlı	- E-devlet kapısı (TÜRKSAT) merkezli yapı - MERNİS (Merkezi Nüfus İdaresi Sistemi) - KamuNet (Kamu Kurumlar Arası Kapalı Ağ) - Ulusal veri merkezleri (yurt içi barındırma) - Kamu SM (Kamu Sertifikasyon Merkezi) - Kamu Bulutu (henüz sınırlı ve kontrollü)	-Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi koordinasyonu -BTK -USOM yapısı
ABD	-Çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) -Federatif kimlik sistemleri -FIDO2 tabanlı çözümler -Login.gov -PIV/CAC kartları	-Erişim kontrolü / kimlik doğrulama rejimleri -Olay müdahale ekipleri ve sürekli izleme -Federal/Dağıtık model -Risk-temelli ve önleyici -Zero Trust dönüşümü -Sürekli izleme	-Federal bulut (FedRAMP) - Federal güvenlik standartları (NIST) -Siber güvenlik çerçevesi (CSF) -Ağ trafiği izleme ve saldırı tespiti (IDS/IPS) -Sunucusuz güvenlik izleme (SIEM) -Ağ mikro-segmentasyonu	-Sertifikalı bilgi sistemleri denetçisi (CISA) - Federal güvenlik standartları (NIST) -Federal bilgi güvenliği modernizasyon yasası (FISMA) -Yönetim ve bütçe ofisi (OMB) -Federal-ajans bazlı dağıtık yapı
Almanya	-Çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) -Federatif kimlik sistemleri -eID (Personalausweis) -eIDAS uyumlu çözümler - NFC destekli kimlik doğrulama	-Güçlü veri koruma ve hukuki düzenlemeler -E-kimlik ve çok faktörlü kimlik doğrulama -Federal-eyalet koordinasyonu -Federal/Dağıtık Model -Güçlü veri koruma hukuku -Önleyici ve düzenleyici odaklı	-Federal bilgi güvenliği ofisi (BSI) -Dijital Kimlik (eID) -Kimlik Doğrulama -Federal veri merkezleri Ağ güvenliği sertifikasyon rejimi -Kritik altyapıları (KRITIS) koruma	-Federal bilgi güvenliği ofisi (BSI) -Eyalet-federal koordinasyonu
Japonya	-Merkezi Kimlik Tabanlı -Çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) -My Number sistemi -IC kart -Biyometrik doğrulama	-Merkezi kimlik temelli güvenlik -Kontrollü genişleme	-e-GOV portalı -Sıfır Güven Mimarisi -Hükümet bulutu -Yerel ağ izolasyonu	-Merkezi dijital ajans modeli. -Ulusal Siber Güvenlik Olaylarına Hazırlık ve Strateji Merkezi (NISC)
Estonya	-PKI tabanlı dijital kimlik -Dijital imza -Ulusal eID kartı -Mobile-ID -Smart-ID	-Güvenlik-tasarım entegrasyonu -Dağıtık ve önleyici model -Şeffaf erişim	-X-Road dağıtık veri değişim altyapısı -Blockchain (KSI) ile veri bütünlüğü -Merkezi veri depolama yok -Uçtan uca şifreleme -log şeffaflığı	-Bütüncül dijital devlet modeli -Ekonomi ve İletişim Bakanlığı -Estonya Bilgi Sistemleri Kurumu (RIA) -Yüksek koordinasyon

Türkiye'de siber güvenlik politikaları Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı tarafından belirlenmektedir. Bu belgelerde kritik altyapıların korunması, ulusal siber olaylara müdahale kapasitesinin artırılması ve kamu kurumlarında siber güvenlik farkındalığının geliştirilmesi temel hedefler arasında yer almaktadır. Bu stratejik belgeler incelendiğinde Türkiye'nin siber güvenlik yaklaşımının giderek reaktif güvenlik modelinden risk temelli ve önleyici güvenlik modeline doğru dönüştüğü görülmektedir. Özellikle SOME (Siber Olaylara Müdahale Ekipleri) yapısının oluşturulması ve USOM koordinasyon mekanizmasının kurulması, siber olaylara hızlı müdahale kapasitesini önemli ölçüde artırmıştır (BTK., 2023). Bununla birlikte mevcut stratejiler büyük ölçüde olay müdahalesi ve altyapı güvenliği üzerine odaklanmaktadır. Güvenliğin sistem tasarımının başlangıç aşamasına entegre edilmesini ifade eden "security by design" yaklaşımı henüz kamu sistemlerinde sınırlı düzeyde uygulanmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin ulusal siber güvenlik stratejileri ile çalışmada önerilen önleyici güvenlik yaklaşımı arasında kısmi bir uyum bulunmakla birlikte, bu yaklaşımın kurumsal sistem tasarımlarına daha güçlü biçimde entegre edilmesi gerekmektedir

Kimlik Doğrulama ve Erişim Kontrolü

Şekil 1'de Türkiye'de E-devlet sistemine erişim sürecinde kullanılan kimlik doğrulama mekanizmalarının genel mimarisi gösterilmektedir. Süreç, kullanıcının E-devlet Kapısı portalına erişimi ile başlamaktadır. Kullanıcı bu aşamada T.C. kimlik numarası ve parola ile giriş yapabileceği gibi e-imza, mobil imza veya banka kimlik doğrulama sistemi gibi alternatif yöntemleri de kullanmakta, bu yapı büyük ölçüde devlet merkezli bir kimlik yönetimi anlayışına dayanmaktadır (YILDIZ, 2013). Kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreçleri, sistem kaynaklarına yönelik gerekli kısıtlamayı uygular ve bu genellikle erişim kontrolü olarak adlandırılır. Kullanıcı kimlik doğrulaması, sistemin kullanım durumuna bağlı olarak tek faktörlü kimlik doğrulama (SFA), iki faktörlü kimlik doğrulama (2FA) veya çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) ile uygulanabilir. Güvenlik açısından kritik veya yüksek düzeyde kısıtlanmış hizmetler, çok faktörlü kimlik doğrulamayı gerektirebilir. Kimlik doğrulama süreci tamamlandıktan sonra sistem, kullanıcı kimliğini merkezi kimlik doğrulama altyapısı üzerinden doğrulamaktadır. Bu doğrulama işlemi MERNİS veri tabanı ve ilgili kimlik sertifikasyon sistemleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Doğrulama sonrasında kullanıcı ilgili kamu hizmetlerine erişim sağlayabilmektedir. Bu mimari, merkezi kimlik doğrulama altyapısı sayesinde yüksek güvenlik ve hızlı erişim sağlamaktadır. Ancak veri erişimlerinin kullanıcı tarafından izlenebilmesi veya denetlenebilmesi gibi şeffaflık mekanizmaları sınırlı düzeyde bulunmaktadır.

Şekil 1. Kimlik Doğrulama Erişim Kontrolü

Estonya, dijital yönetişim uygulamalarından elektronik ulusal kimlik (e-ID) teknolojisi kullanmaktadır. Elektronik ulusal kimlik (e-ID), vatandaşların e-hizmetlere erişimini kolaylaştırır ve cep telefonlarını güvenli dijital kimlik aracı olarak kullanmasını sağlar. Estonya'da dijital kimlik sistemi, yalnızca erişim sağlama aracı değil; aynı zamanda kullanıcıya veri erişimlerini izleme ve denetleme imkânı sunan bir güvenlik mekanizmasıdır. Bu durum, güvenliği sadece devletin sağladığı bir hizmet olmaktan çıkararak, vatandaşın da aktif bir güvenlik aktörü hâline gelmesini sağlamaktadır. Bu nedenle Türkiye de teknik çeşitlilik bakımından güçlü olarak değerlendirilirken Estonya kullanıcı-denetim entegrasyonu bakımından ileri düzeydedir.

ABD ve Almanya'da çok faktörlü kimlik doğrulama (MFA) sistemi yaygın olmakla birlikte, federatif yapı olduğundan kimlik yönetimi farklı düzeylerde ve kurumlar arasında parçalı bir görünüm sergilemektedir. Bu durum, güçlü doğrulamaya rağmen, yönetişim açısından bütünleşik bir yapı oluşturmayı güçleştirmektedir.

Veri Yönetimi ve Altyapı Güvenliği

Veri yönetimi bakımından Tablo 1, merkezi ve dağıtık yapılar arasındaki temel farkları ortaya koymaktadır. Türkiye'de ulusal veri merkezleri ve yurt içi barındırma politikaları, veri egemenliği ve kontrol açısından güçlü bir çerçeve sunmaktadır. Ancak bu yapı, veri paylaşımında esnekliğin sınırlı olmasına ve kurumlar arası entegrasyonun büyük ölçüde merkezi sistemlere bağımlı kalmasına neden olmaktadır. Türkiye'nin E-devlet altyapısı ise büyük ölçüde merkezi entegrasyon modeline dayanmaktadır. MERNİS, E-devlet Kapısı ve KamuNet gibi sistemler, kamu kurumları arasında veri paylaşımını merkezi bir mimari üzerinden gerçekleştirmektedir.

Estonya, X-Road altyapısı ve dağıtık veri mimarisi, merkezi veri sisteminden ziyade kontrollü veri paylaşımını esas almaktadır. Bu durum, veri güvenliğini artırırken, sistemin tek bir noktadan çökmesini engelleyen yapısal bir dayanıklılık sağlamaktadır. Bundan dolayı merkezi veri modeli idari kontrol sağlar; dağıtık model riski azaltır. E-devlet güvenliği için kullanılan teknolojilerden biri de blockchain tabanlı veri doğrulama sistemleridir. Özellikle Estonya'nın dijital devlet altyapısında kullanılan KSI Blockchain teknolojisi, kamu verilerinin bütünlüğünü ve gizliliğini doğrulanabilir biçimde korumayı amaçlamaktadır (Semenzin ve ark., 2022). KSI blockchain sistemi, verilerin kriptografik hash değerlerinin blok zincirine kaydedilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu sayede veri kayıtlarının değiştirilmesi veya manipüle edilmesi durumunda sistem anında tespit edebilmektedir. Böylece kamu veri tabanlarının bütünlüğü merkezi otoriteye bağımlı olmadan doğrulanabilir hale gelmektedir. Bu yaklaşım, kamu verilerinin güvenilirliğini artırırken, merkezi veri depolarına olan güven bağımlılığını da azaltmaktadır (Kshetri, 2017).

Türkiye açısından blockchain teknik ve yönetsel olarak iki farklı boyutta değerlendirilir. Teknik olarak blockchain; Tapu ve mülkiyet kayıtları, akademik diplomalar, sağlık kayıtlarının bütünlüğü, kamu ihale verileri, dijital arşiv sistemleri gibi alanlarda kullanılabilir. Bu uygulamalar, veri manipülasyonuna karşı güçlü bir güvenlik katmanı oluşturabilir. Yönetsel olarak blockchain, kamu yönetimi entegrasyonunda bazı sorunlar oluşmaktadır. Türkiye'de E-devlet sistemlerinin güçlü merkezi kontrol yapısı ile blockchain teknolojisinin dağıtık bir veri mimarisi oluşturmak yerine, veri bütünlüğünü doğrulayan yardımcı bir güvenlik katmanı olarak kullanılması daha uygulanabilir bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

ABD ve Almanya'da veri yönetimi federal, eyalet ve yerel düzeyde dağılmıştır. Bu durum güvenlik standartlarının uygulanmasında kurumlar arası farklılıklar doğurmaktadır. Japonya'da ise veri yönetimi daha merkezi ve kapalı bir yapıdadır. Bu durum güvenlik açısından kontrol avantajı sağlarken, dijital hizmetlerin yaygınlaşmasını sınırlayan bir etki yaratmaktadır.

Kurumsal Yapı ve Yönetişim Mekanizmaları

Kurumsal yapı bakımından Tablo 1, güvenliğin hangi aktörler tarafından ve nasıl yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. Türkiye'de E-devlet güvenliği, merkezi kurumlar ve devlet kontrolü altında yürütülmektedir. Bu durum, karar alma süreçlerini hızlandırır ve şeffaflık ile çok paydaşlı yönetişim açısından sınırlandırır.

Türkiye'de E-devlet güvenliğinin daha dağıtık ve kullanıcı merkezli bir yönetişim modeline doğru geliştirilmesi sürecinde bürokratik hiyerarşi ve veri sahipliği kültürü ile kurumsal kapasite farklılığı gibi engeller ortaya çıkabilir (Mishra & R, 2025). Bürokratik hiyerarşi ve veri sahipliği kültürü bakımından kamu kurumlarında veriler, kurumsal yetki alanında olduğundan veri paylaşımı bazen sınırlı kalabilmektedir. Kurumsal kapasite farklılığı, kamu kurumlarının siber güvenlik altyapısına ve teknik uzmanlığa sahip olmaması, güvenlik politikalarının uygulanmasını zorlaştırabilir. Bu sebeple E-devlet güvenliğinde yönetişim reformların başarılı olabilmesi için teknik yatırımlar değil, kurumsal koordinasyon mekanizmalarının güçlendirilmesi ve kamu kurumlarında veri yönetişimi kültürünün geliştirilmesi gerekmektedir.

Almanya'da kurumsal yapı olarak Federal bilgi güvenliği ofisi (BSI) kullanılır. ABD'de ise Sertifikalı Bilgi Sistemleri Denetçisi (CISA) ve Federal Güvenlik Standartları (NIST) kurumsal yapılar kullanılır. Almanya ve ABD'de güvenlikten sorumlu kurumlar federal/dağıtık yapı, çok katmanlı güçlü koordinasyon ve işbirliğine dayalı çok paydaşlı bir yapıdır. Dağıtık yapı koordinasyon zorlukları yaratabilir. Bu durum, koordinasyon maliyetleri artırır. Estonya'da kullanılan Estonya Bilgi Sistemleri Kurumu (RIA), yüksek katılıma ve entegre sistemine sahip dijital yapı olup, E-devlet güvenliğinin daha bütüncül ve şeffaf biçimde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Japonya'da Ulusal Siber Güvenlik Olaylarına Hazırlık ve Strateji Merkezi (NISC) kurumsal hibrit yapısı, merkezi koordinasyon ve yüksek katılımcılık birlikteliği ile yürütülür.

Türkiye açısından bakıldığında, ulusal siber güvenlik kapasitesinin artırılmasına yönelik önemli kurumsal ve politika adımları atıldığı görülmektedir. Ulusal Siber Olaylara Müdahale Merkezi (USOM) koordinasyon yapısının güçlendirilmesi, SOME ağının genişletilmesi ve kamu kurumlarında siber güvenlik farkındalığına yönelik programların yaygınlaştırılması, güvenliği artırmaya yönelik politika gelişmeleri arasında yer almaktadır. Son yıllarda farklı kurumlara yönelik veri ihlali iddiaları ve dijital güvenlik tartışmaları, E-devlet güvenliğinin teknik kapasite değil, şeffaflık ve veri yönetişimi açısından da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Genel olarak Tablo 1'in analitik çerçeveyle birlikte değerlendirilmesi, E-devlet güvenliğinin tek tip bir teknik çözümle açıklanamayacağını göstermektedir. Güvenlik yaklaşımları, ülkelerin yönetişim anlayışı, devlet kapasitesi ve dijitalleşme stratejileriyle doğrudan ilişkilidir. Sonuç olarak gelişmiş ülkelerde, çok paydaşlı ve katılımcı yönetişim mekanizmalarına doğru kaymaktadır. Türkiye merkezi yapısını korurken, özel sektör ve sivil toplum katılımını artırması, politika etkinliğini ve sürdürülebilirliğini güçlendirecektir.

TÜRKİYE'NİN E-DEVLET GÜVENLİK MODELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye'nin E-devlet güvenlik mimarisi, güçlü merkezi kontrol ve kimlik doğrulama mekanizmaları ile ulusal veri güvenliği vurgusu üzerine inşa edilmiştir. Bu yapı, güvenliğin nasıl kurgulandığı ve hangi yönetişim anlayışıyla işletildiği bakımından belirli avantajlar ve sınırlılıklar barındırmaktadır. Bu bölümde, Türkiye'nin E-devlet güvenliği, karşılaştırmalı analizden elde edilen bulgular doğrultusunda güçlü ve zayıf yönleriyle değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme, Türkiye'nin E-devlet güvenliğinin teknik kapasite açısından değil, güvenliğin nasıl bir yönetişim anlayışı içinde üretildiği sorusu üzerinden ele almaktadır.

Güçlü Yönler

Türkiye'nin E-devlet güvenlik yaklaşımının en belirgin güçlü yönü, merkeziyetçi yapı ile sağlanan idari kontrol ve hızlı müdahale kapasitesidir (Vlastou-Dimopoulou, 2019). E-devlet kapısı merkezi yapı mimarisi, kimlik doğrulama, erişim kontrolü ve hizmet sunumunda standartlaşmayı mümkün kılmaktadır. Bu durum, sistemler arası uyumsuzluk riskini azaltmakta ve güvenlik politikalarının tek merkezden uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

Bir diğer önemli güçlü yön, kimlik doğrulama mekanizmalarının yaygın biçimde kullanılmasıdır. T.C. Kimlik Numarası, e-imza, mobil imza ve banka entegrasyonu gibi yöntemlerin birlikte sunulması, kimlik doğrulama sürecinde teknik güvenliği güçlendirmektedir. Bu çeşitlilik, E-devlet hizmetlerinin geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından benimsenmesine yol açmıştır.

Türkiye'nin ulusal veri merkezleri veri egemenliği ve ulusal güvenlik açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Kritik kamu verilerinin ülke sınırları içinde tutulması, dış bağımlılığı azaltmakta ve devletin veri yönetimi üzerinde denetim kurmasını mümkün kılmaktadır (Taylor, 2020). Bu yaklaşım, özellikle ulusal güvenlik ve kritik altyapıların korunması bağlamında güçlü bir çerçeve oluşturmaktadır.

Türkiye'de E-devlet sistemlerinin kullanım oranı, güvenlik uygulamalarının teknik olarak değil, operasyonel olarak da sürdürülebilir. Kullanıcı sayısının yüksek olması kimlik doğrulama ve erişim kontrol mekanizmalarının çalıştığını ve idari kapasitenin belirli bir seviye ulaştığını ortaya koymaktadır.

Zayıf Yönler

Türkiye'nin E-devlet güvenlik yaklaşımındaki en temel zayıflık, merkezi yapının tek noktada olması ile güvenliğin büyük ölçüde olay sonrası müdahaleye dayalı reaktif bir anlayış çerçevesinde kurgulanmış olmasıdır (KUTLU, 2018). Güçlü merkezi kontrol, saldırı ve ihlallere yanıt verse de güvenliğin sistem tasarımının erken aşamalarına entegre edilmesini sınırlamaktadır.

Bir diğer önemli zayıflık, kullanıcı kaynaklı güvenlik açıkları ile şeffaflık ve bağımsızlık denetim eksikliğidir. Türkiye'de vatandaşlar, kişisel verilerine kimlerin ne zaman eriştiği konusunda doğrudan bilgi sahibi olamamaktadır. Bu durum, teknik olarak güvenli sistemlerin vatandaş nezdinde güven üretme kapasitesini sınırlamakta; güvenliğin devlet merkezli bir kontrol mekanizması olarak algılanmasına yol açmaktadır.

Merkeziyetçi mimari, kurumsal koordinasyon açısından avantaj sağlarken, esneklik ve ölçeklenebilirlik bakımından risk oluşturmaktadır. Kurumlar arası veri paylaşımı merkezi platformlara bağlı olduğundan, sistemde oluşabilecek zafiyetin geniş ölçekli etkilere yol açma riski bulunmaktadır. Bu durum, dağıtık ve modüler mimarilere kıyasla yapısal dayanıklılığı azaltabilmektedir.

Genel olarak Türkiye'nin E-devlet güvenlik yaklaşımı, yüksek kontrol ve operasyonel etkinlik sunan merkezi bir model olarak öne çıkmaktadır. Bu güvenlik yaklaşımı, teknik ve idari boyutlarıyla güçlü olmakla birlikte, çok paydaşlı yönetişim anlayışından sınırlı ölçüde yararlanmaktadır. Kamu, özel sektör ve sivil toplumun güvenlik politikalarına katılım sınırlı olduğundan toplumsal meşruiyetinin zayıflamasına yol açabilmektedir. Ancak bu durum, uzun vadede sürdürülebilir ve güven üretici bir dijital devlet yapısı için önleyici, şeffaf ve kullanıcı odaklı güvenlik yaklaşımlarıyla desteklenmediği sürece sınırlı kalma riski taşımaktadır.

ÖNERİLER VE DEĞERLENDİRME

Türkiye'nin E-devlet güvenlik yapısı, güçlü merkezi kontrol ve yaygın kimlik doğrulama altyapısı sayesinde yüksek operasyonel kapasiteye sahiptir. Karşılaştırmalı analiz tablosunda, bu kapasitenin uzun vadeli, güven üretici ve sürdürülebilir bir dijital devlet yapısına dönüşebilmesi için belirli politika alanlarında yapısal dönüşüme ihtiyaç vardır. Bu politika önerileri, E-devlet güvenliğini teknik olarak sınırlamayan; güvenliği yönetişimsel bir dönüşüm alanı olarak ele alan analitik çerçevenin doğrudan bir çıktısıdır.

Önleyici Güvenlik Mimarisi

Türkiye'de E-devlet güvenliği genellikle olay sonrası müdahaleye dayalı bir anlayışla yürütülmektedir. Bu durum, kısa süreli kriz yönetimi açısından etkilidir ancak sistemin tasarım aşamasında risklerin azaltılmasını sınırlamaktadır. Bu nedenle güvenlik politikalarının, saldırılara yanıt verme değil, riskleri öngören ve sistem tasarımına entegre edilen bir çerçevede yeniden yapılandırılması gerekir (Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity, Version 1.1, 2018).

Reaktif güvenlik yaklaşımından "security by design" güvenlik mimarisine geçiş, başlangıç aşamasında belirli maliyetler bulunmaktadır (Anderson, 2008). Bu maliyetler; teknolojik altyapı yatırımları, insan kaynağı ve kurumsal dönüşüm maliyetleri açısından değerlendirilir. Teknolojik altyapı yatırımları; Güvenli yazılım geliştirme süreçleri, güvenlik testleri, kimlik doğrulama sistemleri ve bulut güvenliği altyapısıdır. İnsan kaynakları; Siber güvenlik uzmanları, yazılım geliştirme uzmanı ve veri yönetişimi uzmanlarıdır. Kurumsal dönüşüm maliyetleri ise eğitim programları, kurumlar arası koordinasyon ve yeni güvenlik standartlarının uygulanmasıdır. Ancak bu uzun vadede veri ihlallerinin önlenmesi ve sistem güvenliğinin artırılması açısından maliyetleri dengeleyebilmektedir.

Bu bağlamda, E-devlet sistemlerinde güvenlik gereksinimleri yazılım geliştirme yaşam döngüsünün erken aşamalarına dâhil edilmeli; risk analizleri, sızma testleri ve güvenlik etki değerlendirmeleri uygulamalar hâline getirilmelidir. Böylece güvenlik, sistemin kurucu bileşeni hâline getirilebilir.

Şeffaflık ve Kullanıcı Odaklı Güvenlik

Karşılaştırmalı analiz, Türkiye'de güvenlik önlemlerinin güçlü olmasına karşın, kullanıcı denetimi ve şeffaflık mekanizmalarının zayıf kaldığını göstermektedir. Bu durum vatandaşların kişisel verileri hakkında bilgi sahibi olmamaları, güvenliğin vatandaş nezdinde algılanmasını zayıflatmaktadır.

Bu nedenle E-devlet sistemlerinde, kullanıcıların kendi verilerine yönelik erişim kayıtlarını görüntüleyebilecekleri şeffaf arayüzler geliştirilmelidir. Bu yaklaşım, güvenliği devletin sağladığı bir kontrol mekanizması olmaktan çıkararak, vatandaşın da aktif bir güvenlik paydaşı hâline gelmesini sağlayacaktır. Bu dönüşüm, dijital devletin meşruiyetini ve vatandaş-devlet arasındaki güven ilişkisini güçlendirecektir.

Hibrit (Merkezi-Dağıtık) Mimari Önerisi

Türkiye'nin merkezi E-devlet yapısı, standartlaşma ve idari kontrol açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak bu yapı, zafiyetlere yol açma riskini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle mevcut merkezi yapıyı, dağıtık ve modüler mimari unsurların sisteme entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu dağıtık altyapılar, kontrollü veri paylaşımı, daha esnek ve dayanıklı hâle getirebilir. Bu hibrit yaklaşım, hem veri hedeflerini koruyacak hem de sistemin teknik ve yönetsel kırılganlıklarını azaltacaktır.

Çok Paydaşlı Yönetişim Modeli

Çalışmanın ortaya koyduğu diğer önemli bulgu, Türkiye'de E-devlet güvenliğinin genellikle kapalı ve devlet merkezli bir uzmanlık alanı olarak şekillendiğidir. Oysa E-devlet güvenliği, teknik olduğu kadar toplumsal ve yönetsel bir konudur. Bu nedenle politika tasarım süreçlerinde akademi, özel sektör ve sivil toplumun daha sistematik biçimde sürece dâhil edilmesi gerekir.

Çok paydaşlı danışma mekanizmaları, güvenlik politikalarının teknik açıdan değil, etik, hukuki ve toplumsal etkileri bakımından da değerlendirilmesini mümkün kılacaktır (Mueller, 2010). Bu durum, güvenlik politikalarının toplumsal kabulünü ve uzun vadeli sürdürülebilirliğini artıracaktır.

Genel olarak bu politika önerileri, Türkiye'nin mevcut E-devlet güvenlik kapasitesini zayıflatmayı değil; güçlü yönlerini koruyarak daha önleyici, şeffaf ve güven üretici bir dijital devlet yapısına dönüşmesini amaçlamaktadır. Bu dönüşüm, teknik bir modernizasyonun ilerisinde, E-devlet güvenliğinin yönetişim üzerinde düşünülmesini gerektirir.

SONUÇ

Bu bölümde E-devlet sistemlerinde güvenlik, teknik önlemler ve altyapı çözümleri çerçevesinde değil; devlet kapasitesi, dijital yönetişim ve güvenlik anlayışı bağlamında ele alınmıştır. Türkiye'nin E-devlet güvenlik yaklaşımı, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Estonya ve Japonya örnekleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmiş; güvenlik uygulamalarının ülkelerin kurumsal yapıları ve yönetişim modelleriyle doğrudan ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, E-devlet güvenliğinin tek tip bir teknik modelle açıklanamayacağını; aksine, her ülkenin idari kapasitesi ve güvenlik algısı doğrultusunda şekillenen çok boyutlu bir politika alanı olduğunu göstermektedir.

Analiz sonuçları, Türkiye'nin E-devlet güvenlik mimarisinin güçlü bir merkezi kontrol, yaygın kimlik doğrulama mekanizmaları ve ulusal veri egemenliği anlayışı üzerine kurulu olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yapı, operasyonel etkinlik ve hızlı müdahale kapasitesi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Özellikle yüksek kullanıcı ölçeğinde kesintisiz hizmet sunulabilmesi, mevcut güvenlik altyapısının idari ve teknik açıdan belirli bir olgunluk düzeyine ulaştığını göstermektedir. Ancak karşılaştırmalı değerlendirme, bu merkeziyetçi yapının uzun sürede önleyici, şeffaf ve güven üretici bir dijital devlet modeli oluşturma konusunda sınırlılıklar barındırdığını da ortaya çıkarmıştır.

Çalışmanın temel bulgularından biri, Türkiye'de E-devlet güvenliğinin ağırlıklı olarak reaktif bir güvenlik anlayışı çerçevesinde şekillenmiş olmasıdır. Güvenlik politikalarının genellikle olay sonrası müdahaleye odaklanması, sistem tasarım aşamasında risklerin azaltılmasını ve önleyici güvenlik mimarilerinin geliştirilmesini sınırlamaktadır. Ayrıca kullanıcıların kişisel verileri üzerindeki denetim ve şeffaflık mekanizmalarının sınırlı olması, teknik olarak güvenli sistemlerin vatandaş nezdinde yeterli güven üretmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum, E-devlet güvenliğinin yalnızca teknik bir mesele değil; aynı zamanda meşruiyet ve güven ilişkisiyle doğrudan bağlantılı bir yönetişim alanı olduğunu göstermektedir.

Karşılaştırmalı analiz, ABD ve Almanya, standartlaşma ve düzenleyici güç bakımından kurumsal derinliğe sahiptir. Japonya, merkezi kimlik altyapısını temel alan kontrollü bir güvenlik yaklaşımı izlemektedir. Estonya gibi ülkelerde benimsenen dağıtık ve kullanıcı odaklı güvenlik modellerinin, güvenliği yalnızca devlet kontrolü üzerinden değil, şeffaflık ve vatandaş katılımı yoluyla güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Türkiye, güçlü merkezi yapısına rağmen bu tür yönetişim temelli güvenlik yaklaşımlarından sınırlı ölçüde yararlanmaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'nin E-devlet güvenliğinde mevcut güçlü yönlerini koruyarak; reaktif yaklaşımdan önleyici güvenlik mimarisine geçiş, kullanıcı odaklı şeffaflık mekanizmalarının geliştirilmesi, merkezi yapıyı destekleyen dağıtık unsurların entegrasyonu ve çok paydaşlı dijital güvenlik yönetişimin güçlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu öneriler, teknik modernizasyonun ötesinde, E-devlet güvenliğinin yönetişim temelli yeniden düşünülmesini zorunlu kılmaktadır.

Son olarak bu çalışma, E-devlet güvenliğini teknik bir altyapı sorunu olarak ele alan yaklaşımların ötesine geçerek, güvenliğin devlet kapasitesi ve dijital yönetişimle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Türkiye örneği üzerinden yapılan analiz, E-devlet güvenliğinin yalnızca "nasıl korunuyor?" sorusuyla değil, "hangi güvenlik anlayışıyla ve hangi yönetişim modeli içinde korunuyor?" sorusuyla ele alınmasının akademik ve politik açıdan daha anlamlı sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede çalışma, hem akademik literatüre kavramsal bir katkı sunmakta hem de politika yapıcılar için yönetişim temelli bir değerlendirme zemini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Ahmed, M. M., & Musa Ahmed, A. (2023). Citizens' Data Protection in E-government System. *International Journal of Innovative Computing*, *13*(2), 1–9. https://doi.org/10.11113/ijic.v13n2.389

Anderson, Ross. (2008). *Security engineering : a guide to building dependable distributed systems*. Wiley Pub.

AYDIN, Ö. (2022). Bilgisayar Sistemlerinde Güvenlik ve Gizlilik. *Efe Akademi Yayınları*.

Basta, N., Ikram, M., Kaafar, M. A., & Walker, A. (2021). *Towards a Zero-Trust Micro-segmentation Network Security Strategy: An Evaluation Framework*. https://doi.org/10.1109/NOMS54207.2022.9789888

Bélanger, F., & Carter, L. (2008). Trust and risk in e-government adoption. *The Journal of Strategic Information Systems*, *17*(2), 165–176. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2007.12.002

BTK. (2023). *Türkiye Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı*.

Council, O. E. C. D. (2014). *Recommendation of the Council on Digital Government Strategies. Adopted by the OECD Council on*, *15*.

Digital dividends. (2016). The World Bank.

Efendioğlu, Ö. G. A. , & S. Ö. G. E. (2007). E-DEVLET UYGULAMALARINDA BİLGİ VE PAYLAŞIM GÜVENLİĞİ. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 219–236.

ENISA. (2012). National Cyber Security Strategies: Practical Guide on Development and Execution. *Technical Report*.

Evren, A. G. (2023). Comparative analysis of the European Union and Turkish personal data protection laws: basic principles, legal grounds, and rights of data subjects. *Kişisel Verileri Koruma Dergisi*, 5(2), 39–64.

Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity, Version 1.1. (2018). https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.04162018

Fukuyama, F. (2013). What Is Governance? *Governance*, *26*(3), 347–368. https://doi.org/10.1111/gove.12035

Hassan, R. G. , & K. O. O. (2016). E-Government-an information security perspective. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 1–9.

Heeks, R. (2005). *Implementing and managing eGovernment: an international text.*

Katagiri, N. (2022). Assessing Japan's cybersecurity policy: change and continuity from 2017 to 2020. *Journal of Cyber Policy*, *7*(1), 38–54. https://doi.org/10.1080/23738871.2022.2033805

Kshetri, N. (2017). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, *41*(10), 1027–1038. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.09.003

KUTLU, Ö. (2018). Türkiye'de E-Devlet Uygulamalarında Güvenlik Risklerinin Analizi. *Journal of Turkish Studies*, *13*(Volume 13 Issue 21), 129–156. https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.13874

Mishra, P., & R, G. (2025). Securing e-governance against shadow attacks with blockchain technology. *Scientific Reports*, *15*(1), 42306. https://doi.org/10.1038/s41598-025-26326-0

Mueller, Milton. (2010). *Networks and states : the global politics of Internet governance*. MIT Press.

Özer, M. A. (2017). YÖNETİŞİMDEN DİJİTAL YÖNETİŞİME: PARADİGMA DEĞİŞİMİNİN TEKNOLOJİK BOYUTU. *Hak Iş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 457–479.

Ribble, M. , & B. G. D. (2011). Digital citizenship in schools. Washington. *DC: International Society for Technology in Education*.

Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., & Connelly, S. (2020). *Zero Trust Architecture*. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-207

Şat, N. (2020). KAVRAM OLARAK E-DEVLET. *The Journal of Academic Social Sciences*, *102*(102), 97–128. https://doi.org/10.29228/ASOS.41488

Semenzin, S., Rozas, D., & Hassan, S. (2022). Blockchain-based application at a governmental level: disruption or illusion? The case of Estonia. *Policy and Society*, *41*(3), 386–401. https://doi.org/10.1093/polsoc/puac014

Taylor, R. D. (2020). "Data localization": The internet in the balance. *Telecommunications Policy*, *44*(8), 102003. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102003

Vassil, K. (2016). Digital Dividends: Estonian e-government ecosystem: Foundation, applications, outcomes. *World Development Report Background Paper*.

Vlastou-Dimopoulou, F. (2019). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). In *Research Handbook on the European Union and International Organizations (pp. 316-337)*. Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781786438935.00024

Voigt, P., & von dem Bussche, A. (2017). *The EU General Data Protection Regulation (GDPR)*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57959-7

Wu, Y. (2014). Protecting personal data in E-government: A cross-country study. *Government Information Quarterly*, *31*(1), 150–159. https://doi.org/10.1016/j.giq.2013.07.003

YILDIZ, M. (2013). Kamu Politikası: Kuram ve Uygulama. *Adres Yayınları*.