Full Text Proceedings Book / Tam Metin Bildiri Kitabı

EDITORS / EDİTÖRLER

Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ - Prof. Dr. Selçuk BALI
Assoc. Prof. Dr. Gökben BAYRAMOĞLU
Dr. Nida PALABIYIK - Mr. Sharjeel YOUSAF

Planet, People, and Peace
In the Age of Artificial Intelligence

Full Text Proceedings Book / Tam Metin Bildiri Kitabı

EDITORS / EDİTÖRLER

Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ

Prof. Dr. Selçuk BALI

Assoc. Prof. Dr. Gökben BAYRAMOĞLU

Dr. Nida PALABIYIK

Mr. Sharjeel YOUSAF

October 16–18, 2025

Hosted by The University of Faisalabad – Faisalabad, Pakistan

Planet, People, and Peace In the Age of Artificial Intelligence

October 16–18, 2025
Hosted by The University of Faisalabad – Faisalabad, Pakistan

Academic Studies Publishing / Akademik Çalışmalar Yayınevi
Printing, publishing and sales rights of this book belong to Academic Studies Publishing All rights reserved. The entire book, chapter / chapters cannot be reproduced, distributed, printed and kept in computer environment by electronic, optical, mechanical or other means without permission of Academic Studies Publishing. All responsibility for the articles published in this book belongs to the author(s)

Editors	Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ Prof. Dr. Selçuk BALI Assoc. Prof. Dr. Gökben BAYRAMOĞLU Dr. Nida PALABIYIK Mr. Sharjeel YOUSAF
Design	İlknur HERSEK SARI
1st Edition	DECEMBER 2025
E - ISBN	978-625-96515-4-5
Address	Birlik Neighborhood, 391th Street, No: 17, Apartment: 1, Çankaya / Ankara / Türkiye
Web	https://academicianstudies.com/
E-mail	academicianstudies@gmail.com

Full Text Proceedings Book / Tam Metin Bildiri Kitabı

Editors

Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ

Prof. Dr. Selçuk BALI

Assoc. Prof. Dr. Gökben BAYRAMOĞLU

Dr. Nida PALABIYIK

Mr. Sharjeel YOUSAF

Planet, People, and Peace
In the Age of Artificial Intelligence

October 16–18, 2025
Hosted by The University of Faisalabad – Faisalabad, Pakistan

PREFACE

Dear Scholars and Researchers,

Since 2021, the Academic Studies Group has consistently organized two international conferences each year—one hosted in Türkiye and one abroad—demonstrating its steady commitment to supporting scientific production. The growing number of participating countries and researchers, along with the expansion of interdisciplinary contributions, clearly indicates the increasing academic impact of our events. This positive momentum has been further strengthened through collaborations with our international partner institutions.

One of the notable outcomes of these collaborations is the **10th Academic Studies Congress (ASC-2025/Fall)**, held on 16–18 October 2025 in a hybrid format under the host institution, The University of Faisalabad. Organized jointly by the Academic Studies Group and The University of Faisalabad, the congress brought together researchers from various continents within a shared scientific platform, in line with the mutual goal of fostering interdisciplinary exchange and enhancing international academic cooperation.

This congress welcomed the participation of academics and practitioners from numerous countries, including **India, Pakistan, Turkiye, Uzbekistan, Indonesia, Saint Lucia, Kyrgyzstan, China, Germany, Malaysia, the United Kingdom, the Turkish Republic of Northern Cyprus, the United States, and Australia.** In total, **362 scholars from 14 different countries** presented their papers, **122 of whom were from Turkiye**, representing approximately **33.7%** of all presentations. The contributions of researchers from diverse continents and cultural backgrounds clearly demonstrate the **strong international character** of the congress and significantly enhance interdisciplinary interaction, knowledge sharing, and global academic collaboration. This broad international participation has further strengthened the congress's scientific diversity and its capacity for interdisciplinary engagement.

Discussions held throughout the congress clearly showed that the theme **"Planet, People, and Peace in the Age of Artificial Intelligence"** cannot be viewed merely as a technological innovation agenda. The presentations demonstrated that digital transformation must be examined as a multidimensional phenomenon encompassing economic, social, environmental, and administrative domains. A shared academic understanding emerged that artificial intelligence and data-driven technologies are reshaping a broad spectrum of structures—from production and consumption patterns to public policy, labor markets, healthcare, education, and environmental sustainability.

Within this scope, the congress hosted extensive academic discussions across **11 sub-themes**, including:

- Digital Transformation and AI-Based Management Practices**,**
- Digitalization of Healthcare Services and Biotechnological Innovations**,**
- Sustainable Agriculture, Food Security, and Energy Systems**,**
- Social Justice, Equality, Governance, and Human Rights**,**
- Poverty Alleviation and the Future of Social Safety Nets**,**
- Digital Inequalities and Development Policies for Emerging Economies**,**
- New Technologies in Education, Digital Pedagogies, and Knowledge Communities

One of the most striking conclusions to emerge from these discussions is that the age of artificial intelligence is not merely a process of efficiency enhancement; rather, it constitutes a transformative turning point directly linked to human-centered ethical dilemmas, global inequalities, environmental vulnerabilities, and the future of peacebuilding. The contributions highlighted that AI-driven transformation must be addressed not only as a technical innovation process but also as a complex phenomenon reshaping the social fabric, economic structures, and environmental resilience of societies. In this regard, the congress provided a shared platform for assessing both the opportunities and risks of artificial intelligence through an interdisciplinary lens.

An important element enhancing the scientific depth of our congress was the contribution of our invited speakers. Distinguished scholars from different disciplines offered contemporary analyses within their areas of expertise:

- **Assoc. Prof. Dr. Murat Cihangir** — *Batman University* **"***The Future of the Political-Economic System in the Age of Global Uncertainty***"**
- **Prof. Dr. Ufuk Karadavut** — *Karabük University, Faculty of Medicine* **"***The Most Common Fatal Diseases"*
- **Dr. Saddam Hussain** — *Confucius Institute, University of Agriculture Faisalabad (UAF)* **"***Insights on Agri-Innovations for Climate Resilience and Sustainability"*
- **Prof. Dr. Himmet Karadal** — *Bolu Abant* İzzet *Baysal University "Developing the Entrepreneurship Ecosystem"*
- **Prof. Dr. Ashfaq Ahmad Chattha** — *Ghazi University* **"***Digital and Climate-Smart Pathways for Sustainable Food and Energy Systems in Pakistan: Time to Act"*

These contributions provided contemporary research insights and policy implications across different fields, significantly enriching the scientific depth of the congress.

ÖNSÖZ

Değerli Bilim İnsanları **ve Araştırmacılar,**

2021 yılından bu yana biri yurt içinde, biri yurt dışında olmak üzere her yıl iki uluslararası kongre düzenleyen Akademik Çalışmalar Grubu, bilimsel üretimi destekleme konusundaki kararlılığını istikrarlı biçimde sürdürmektedir. Kongrelerimize katılan ülke ve katılımcı sayısındaki artış ile disiplinler arası genişleme, etkinliklerimizin akademik etkisinin her yıl daha da arttığının açık bir göstergesidir. Bu ivme, yurt dışındaki ortak kurumlarımızla yürütülen iş birlikleri sayesinde daha da güçlenmektedir.

Bu iş birliklerinin başarılı örneklerinden biri olan **X. Akademik Çalışmalar Kongresi (ASC-2025/Güz)**, 16–18 Ekim 2025 tarihlerinde The University of Faisalabad ev sahipliğinde hibrit formatta gerçekleştirilmiştir. Akademik Çalışmalar Grubu ve The University of Faisalabad'ın disiplinler arası etkileşimi teşvik etme ve uluslararası akademik iş birliğini kurumsal bir çerçevede geliştirme hedefi doğrultusunda düzenlenen bu kongre, farklı kıtalardan çok sayıda araştırmacıyı ortak bir bilimsel platformda buluşturmuştur.

Bu kongreye **Hindistan, Pakistan, Türkiye, Özbekistan, Endonezya, Saint Lucia, Kırgızistan, Çin, Almanya, Malezya, Birleşik Krallık, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya** başta olmak üzere pek çok ülkeden akademisyen ve uygulayıcı katılım sağlamıştır. Toplam **14 farklı ülkeden 362 akademisyen** bildiri sunmuş olup, bunların **122'si Türkiye'den** katılmıştır. Bu sayı toplam sunumların yaklaşık **%33,7'sine** karşılık gelmektedir. Farklı kıtalardan ve geniş bir kültürel çeşitlilikten gelen bilim insanlarının katkıları, kongrenin **uluslararası niteliğini güçlü bir biçimde ortaya koymakta**; disiplinler arası etkileşimi, bilgi paylaşımını ve küresel akademik işbirliklerini önemli ölçüde güçlendirmektedir. Bu geniş uluslararası katılım, kongrenin bilimsel çeşitliliğini ve disiplinler arası etkileşim kapasitesini daha da artırmıştır.

Kongrede yürütülen tartışmalar, **"Yapay Zekâ Çağında Gezegen, İnsanlar ve Barış"** temasının dijitalleşmenin yalnızca teknolojik bir yenilik süreci olarak görülemeyeceğini açık biçimde ortaya koymuştur. Sunulan çalışmalar, dijital dönüşümün ekonomik, toplumsal, çevresel ve yönetsel boyutlarıyla ele alınması gereken çok katmanlı bir olgu olduğunu göstermiştir. Yapay zekâ ve veri temelli teknolojilerin; üretim ve tüketim modellerinden kamu politikalarına, iş gücü piyasalarından sağlık, eğitim ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarına kadar pek çok yapıyı yeniden şekillendirdiği yönünde ortak bir akademik kanaat oluşmuştur.

Bu kapsamda kongrede;

- Dijital dönüşüm ve yapay zekâ temelli yönetim uygulamaları,
- Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi ve biyoteknolojik yenilikler,
- Sürdürülebilir tarım, gıda güvenliği ve enerji sistemleri,
- Sosyal adalet, eşitlik, yönetişim ve insan hakları,
- Yoksullukla mücadele ve sosyal güvenlik ağlarının geleceği,
- Dijital eşitsizlikler ve gelişmekte olan ülkeler için kalkınma politikaları,
- Eğitimde yeni teknolojiler, dijital pedagojiler ve bilgi toplulukları dâhil olmak üzere **11 alt tema** üzerinden kapsamlı akademik tartışmalar yürütülmüştür.

Kongrede ortaya çıkan en çarpıcı saptamalardan biri, yapay zekâ çağının basit bir verimlilik artışı süreci değil; insan-merkezli etik ikilemleri, küresel eşitsizlikleri, çevresel kırılganlıkları ve barış inşasının geleceğini doğrudan belirleyen dönüştürücü bir kırılma alanı olduğudur. Sunulan çalışmalar, bu dönüşümün yalnızca teknik bir inovasyon süreci olarak değil; toplumların sosyal dokusunu, ekonomik yapısını ve çevresel sürdürülebilirlik kapasitesini yeniden tanımlayan çok katmanlı bir olgu olarak ele alınması gerektiğini göstermiştir. Bu bağlamda kongre, yapay zekânın hem fırsatlarını hem de risklerini disiplinler arası bir bakışla ele alarak ortak bir değerlendirme zemini oluşturmuştur.

Kongremizin bilimsel niteliğini artıran önemli unsurlardan biri de davetli konuşmacılarımızın katkılarıdır. Farklı disiplinlerden değerli akademisyenler, kendi uzmanlık alanlarına ilişkin güncel değerlendirmeler sunmuştur:

- **Doç. Dr. Murat Cihangir** *Batman University "The Future of the Political-Economic System in the Age of Global Uncertainty"*
- **Prof. Dr. Ufuk Karadavut** *KarabükUniversity,Faculty of Medicine "The Most Common Fatal Diseases"*
- **Dr. Saddam Hussain** *Confucius Institute, University of Agriculture Faisalabad (UAF) "Insights on Agri-Innovations for Climate Resilience and Sustainability"*
- **Prof. Dr. Himmet Karadal** *Bolu Abant* İzzet *Baysal University "Developing the Entrepreneurship Ecosystem"*
- **Prof. Dr. Ashfaq Ahmad Chattha** *Ghazi University "Digital and Climate-Smart Pathways for Sustainable Food and Energy Systems in Pakistan: Time to Act"*

Bu konuşmalar, farklı disiplinlere ait güncel araştırma yönelimlerini ve politik yansımalarını akademik bir çerçevede ortaya koyarak kongrenin bilimsel derinliğine önemli katkı sağlamıştır.

HONORARY BOARD

Title	Name Surname	Institution	Country
Mr.	Muhammad Haider Amin	Chairman, Board of Governors (BOG)	Pakistan
Dr.	Muhammad Hamza Amin	Vice Chairman, BOG	Pakistan
Dr.	Zahida Maqbool	Registrar	Pakistan
Prof. Dr.	Murat Koç	Rector, Çağ University	Türkiye

ORGANIZING BOARD

Title	Name Surname	Institution	Country
Prof. Dr.	Abdullah Soysal	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Türkiye
Prof. Dr.	Asghar Ali	University of Agriculture (UAF)	Pakistan
Prof. Dr.	Azizbek Egamberdiev	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Frederic Bontango Kweme	School of Public Health, University of Kalemie	Democratic Republic of Congo
Prof. Dr.	Hasan Bozgeyikli	Selçuk University	Türkiye
Prof. Dr.	İrfan Tosuncuoğlu	Karabük University	Türkiye
Prof. Dr.	Majid Hussain	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Manzura Yunusova	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Muhammad Ashfaq	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Mustafa Kocaoğlu	Necmettin Erbakan University	Türkiye
Prof. Dr.	Neriman Aral	Ankara University	Türkiye
Prof. Dr.	Selçuk Bal	Selçuk University	Türkiye
Prof. Dr.	Selçuk Korucuk	Giresun University	Türkiye
Prof. Dr.	Serpil Ağcakaya	Süleyman Demirel University	Türkiye
Prof. Dr.	Ufuk Karadavut	Karabük University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Azamat Maksüdünov	Kyrgyz – Turkish Manas University	Kyrgyzstan
Assoc. Prof. Dr.	Gökben Bayramoğlu	Hitit University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Murat Çiğır	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nur Muhammet Çelik	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Osman Yılmaz	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Saadet Sağtaş Tutkunca	Çağ University	Türkiye
Dr.	Ahmet Erkasap	İstanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Ali Kasta	Lubumbashi Bilim ve Teknoloji University	Democratic Republic of Congo
Dr.	Ayyibe Özer Koçak	İstanbul Beykent University	Türkiye
Dr.	Bahar Aksoy	Akdeniz University	Türkiye
Dr.	Edanur Tar Bolacalı	Kırşehir Ahi Evran University	Türkiye
Dr.	Gülay Karacıl	Mustafa Kemal University	Türkiye
Dr.	İsmail Koç	Sakarya Uygulamalı Bilimler University	Türkiye
Dr.	Meerbek Kudaibergenov	Seoul National University of Science and Technology	South Korea
Dr.	Nida Palabıyık	Yozgat Bozok University	Türkiye

Dr.	Sajjad Ahmad Baig	National Textile University (NTU)	Pakistan
Dr.	Sharofiddin Xoshimjonov	Kokand University Andijan Branch	Uzbekistan
Dr.	Sema Yıldırım	Selçuk University	Türkiye
Dr.	Talha Turhan	Erciyes University	Türkiye
Dr.	Tuğçe Metin	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Türkiye

SCIENCE BOARD

Title	Name Surname	Institution	Country
Prof. Dr.	Abdul Ghafoor	University of Agriculture	Pakistan
Prof. Dr.	Abdul Wahid	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Abdullah Soysal	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Türkiye
Prof. Dr.	Ali Bilgili	Ankara University	Türkiye
Prof. Dr.	Azizbek Egamberdiev	Andijan State University	Türkiye
Prof. Dr.	Bakhodir Ganiev	Ferghana State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Dustin Van Der Haar	University of Johannesburg	South Africa Republic
Prof. Dr.	Fatih Gürbüz	Bayburt University	Türkiye
Prof. Dr.	Ferit Gürbüz	Kırklareli University	Türkiye
Prof. Dr.	Frederic Bontango Kweme	University of Kalemie	DR Congo
Prof. Dr.	Gülnar Nurbetova	H.A.Yesevi Uluslararası Türk-Kazak University	Kazakhistan
Prof. Dr.	Hasan Bozgeyikli	Selçuk University	Türkiye
Prof. Dr.	Heiko Kleve	Witten/Herdecke University	Germany
Prof. Dr.	Irfan Ahmad Baig	Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture Multan	Pakistan
Prof. Dr.	İrfan Tosuncuoglu	Karabük University,	Türkiye
Prof. Dr.	Jakub Szczerbowski	University of Łódź	Poland
Prof. Dr.	K. Arzu Baloğlu	Istanbul Medipol University	Türkiye
Prof. Dr.	Kadir Ardıç	Kyrgyzstan-Türkiye Manas University	Kyrgyzstan
Prof. Dr.	Mamadou Abdoulaye Konte	University Gaston Berger	Senegal
Prof. Dr.	Manzura Yunusova	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Matloob Ahmad	University of Agriculture (UAF)	Pakistan
Prof. Dr.	Mbodja Mougoue	Wayne State University	United States
Prof. Dr.	Mert Uydacı	Marmara University	Türkiye
Prof. Dr.	Mieczyslaw W. Socha	Warsaw University	Poland
Prof. Dr.	Muhammad Ashfaq	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Muhammad Ashiq	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Mustafa Kocaoğlu	Necmettin Erbakan University	Türkiye
Prof. Dr.	Nailah Riaz	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Nasiba Naralieva	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Neriman ARAL	Ankara University	Türkiye

Prof. Dr.	Özge Ercoşkun	Gazi University	Türkiye
Prof. Dr.	Özgür Karcıoğlu		Türkiye
Prof. Dr.	Rimma Zamilova	Namangan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Rosa Indellicato	Aldo Moro University of Bari	Poland
Prof. Dr.	Saba Tariq	University of Agriculture (UAF)	Pakistan
Prof. Dr.	Sabiha Kılıç	Hitit University	Türkiye
Prof. Dr.	Savaş Dilibal	Istanbul Gedik University	Türkiye
Prof. Dr.	Sedat Maden	Bayburt University	Türkiye
Prof. Dr.	Selçuk Balı	Selçuk University	Türkiye
Prof. Dr.	Selçuk Korucuk	Giresun University	Türkiye
Prof. Dr.	Serpil Ağcakaya	Süleyman Demirel University	Türkiye
Prof. Dr.	Shodmon Khayitov	Bukhara State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Shokhidakxon Sodikova	International Islam Academy of Uzbekistan	Uzbekistan
Prof. Dr.	Shokir Gafforov	Samarkand State Medical İnstitute	Uzbekistan
Prof. Dr.	Sinan Aytekin	Balıkesir University İibf	Türkiye
Prof. Dr.	Siri Terjesen	Florida Atlantic University	United States
Prof. Dr.	Suranga Silva	University of Colombo	Sri Lanka
Prof. Dr.	Süreyya Karsu	Bolu Abant İzzet Baysal University	Türkiye
Prof. Dr.	Şakir Dinçşahin	Istanbul Gedik University	Türkiye
Prof. Dr.	Tahira Iqbal	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Tanzeela Khalid	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Terekhin Vyacheslav	Southern Federal University	Russia
Prof. Dr.	Ufuk Karadavut	Karabük University	Türkiye
Prof. Dr.	Vaidas Lukosius	Tennessee State University	United States
Prof. Dr.	Vecihi Aksakal	Bayburt University	Türkiye
Prof. Dr.	Yassa Yoniene Pierre	Agora American International University of Delaware In Us	Democratic Republic of Congo
Prof. Dr.	Yavuz Taşkıran	İstanbul Rumeli University	Türkiye
Prof. Dr.	Yu-Feng Lee	New Mexico State University	United States
Prof. Dr.	Yulduz Ergasheva	Karshi State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Zabiraş Adilbekova	H.A.Yesevi Uluslararası Türk-Kazak University	Kazakhistan
Prof. Dr.	Zahir Ahmad Zahir	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Assoc. Prof. Dr.	Alper Bahadır Dalmış	Türk Hava Kurumu University	Türkiye

Assoc. Prof. Dr.	Anbalagan Krishnan	Wawasan Open University	Malaysia
Assoc. Prof. Dr.	Asaf Tolga Ülgen	Şırnak University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Aslı Maden	Bayburt University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Ayşe Asiltürk	Trabzon Üniversity	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Ayşe Meriç Yazıcı	İstanbul Gelişim University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Ayşegül Ayyıldız Asil	Hakkari University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Ayşegül Kanbak	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Azamat Maksüdünov	Kırgızistan – Türkiye Manas University	Kyrgyzstan
Assoc. Prof. Dr.	Aziz Öztürk	Selçuk University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Bekir Çelik	Nuh Naci Yazgan University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Bülent Bayraktar	Bayburt University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Cihat Kartal	Kırıkkale University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Derya Yayman	Akdeniz University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Dilafruz Eshbekova	Jizakh State Pedagogical Institute	Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr.	Duygu Talih Akkaya	Yalova University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Ece Kuzulu	İzmir Demokrasi University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Egemen Sulukan	Istanbul Gedik University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Elanur Adar Yazar	Artvin Çoruh University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Fatih Çağatay Baz	Osmaniye Korkut Ata University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Filiz Demir	Karamanoğlu Mehmetbey University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Fouzi Boukhazanı	Faculty of Medicine of Algiers	Algeria
Assoc. Prof. Dr.	Gelanda Shkurtaj	Epoka University	Albania
Assoc. Prof. Dr.	Gökben Bayramoğlu	Hitit University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Gülbeniz Akduman	Fatih Sultan Mehmet Vakıf University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Gülsün Karacay	Çukurova Universitesi	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Güray Alpar	Jeopolitik Öngörü Enstitüsü	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Hakan Emre Ziyagil	Niğde Ömer Halisdemir University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Hülya Er	Bolu Abant İzzet Baysal University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	İsmail Yabanova	Manisa Celal Bayar University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Kadir Gökoğlan	Dicle University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Katia Zhivkova Mihailova	University of National And World Eco	Bulgaria
Assoc. Prof. Dr.	Lale Cona	Gümüşhane University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Makbule Hürmet Çetinel	Uşak University	Türkiye

Assoc. Prof. Dr.	Mehmet Akkaş	Kahramanmaraş İstiklal University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Mehmet Akkaş	Kastamonu University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Mehmet Kaplan	Isparta Uygulamalı Bilimler University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Mehtap Demir	Kırklareli University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Melike Yavaş Çelik	Gaziantep University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Merdin Danışmaz	Kırşehir Ahi Evran University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Mesut Öztırak	İstanbul Medipol University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Metin Çalık	Kütahya Dumlupınar University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Murat Akkaya	Beykent University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Murat Bolelli	Altınbaş University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Murat Cihangir	Batman Üniversity	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Mücahit Çayın	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Münevver Bayar	Sosyal Güvenlik Kurumu	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nazile Abdullazade	Azerbaycan Devlet Pedagoji University	Azerbaycan
Assoc. Prof. Dr.	Nevin Karabıyık Yerden	Marmara University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nur Çağlar Çetinkaya	Çankırı Karatekin University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nuran Varışlı	Sosyal Güvenlik Kurumu	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nurcan Çetiner	Karamanoglu Mehmetbey University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nurcan Yücel	Fırat University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nurettin Akçakale	Bolu Abant İzzet Baysal University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Nuri Muhammet Çelik	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Osman Yılmaz	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Özel Sebetci	Adnan Menderes University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Öznur Büyükturan	Kırşehir Ahi Evran University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Reşat Arıca	Batman University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Saadet Sağtaş Tutkunca	Çağ University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Salman Bashir Memon	Shah Abdul Latif University	Pakistan
Assoc. Prof. Dr.	Saykal Cunuşova	Kyrgyz National University	Kyrgyzstan
Assoc. Prof. Dr.	Semih Serkant Aktuğ	Siirt University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Serdar Çakan	Bolu Abant İzzet Baysal	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Sibel Aydoğan	Marmara University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Taleh Halilov	Nahcivan Devlet University	Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr.	Temurbek Ametov	Nukus State Pedagogical İnstitute	Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr.	Toğrul Halilov	Azerbaycan Bilimler Akademisi	Türkiye

Assoc. Prof. Dr.	Ts. Norhayati Zakuan	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Assoc. Prof. Dr.	Turhan Moç	Iğdır University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Umid Bekimmetov	Khorezm Ma'mun Academy	Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr.	Ümran Şengül	Çanakkale Onsekiz Mart University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Vahap Önen	İstanbul Topkapı University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Volkan Temizkan	Karabük University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Yunus Emre Tansü	Gaziantep University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Yunus Zengin	Kafkas University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Zeynep Aydoğan	Atatürk University	Türkiye
Assoc. Prof. Dr.	Zeynep Köse	Hasan Kalyoncu University	Türkiye
Dr.	Abdullah ELMAS	Siirt University	Türkiye
Dr.	Abdullah Ferit Erol	Batman University	Türkiye
Dr.	Abida Bano	University of Peshawar	Pakistan
Dr.	Ahmet Erkasap	İstanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Alper Polat	Bingöl University	Türkiye
Dr.	Amir Razzaq	Huanggang Normal University	China
Dr.	Arjeta Hallunovi	Aleksandër Moisiu University of Durrës	Algeria
Dr.	Asghar Ali	University of Agriculture Faisalabad	Pakistan
Dr.	Aslan Aydoğdu	Sivas Bilim Ve Teknoloji University	Türkiye
Dr.	Aybige Özer Koçak	İstanbul Beykent University	Türkiye
Dr.	Aydın Bağdat	Sakarya Uygulamalı Bilimler University	Türkiye
Dr.	Ayla Taşkıran	İstanbul Rumeli UniversityD	Türkiye
Dr.	Ayman Hayajneh	Yarmouk University	Jordan
Dr.	Ayşegül Turan	Kirşehir Ahi Evran University	Türkiye
Dr.	Aytaç Uğur Yerden	İstanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Azmirul Ashaari	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Bahar Aksoy	Akdeniz University	Türkiye
Dr.	Bahattin Erden	Atatürk University	Türkiye
Dr.	Bahodir Bayhonov	Tashkent State University of Economics	Uzbekistan
Dr.	Bekir Halhallı	Girne University	Türkiye
Dr.	Bukhtawer Nasir	Government College University Lahore	Pakistan
Dr.	Burak Sayar	Bitlis Eren University	Türkiye
Dr.	Che Zawiyah Che Hasan	Politeknik Premier Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah	Malaysia
Dr.	Cumali Yaşar	Çanakkale Onsekiz Mart University	Türkiye

Dr.	Çağlar Akar	Okan University	Türkiye
Dr.	Diana Chalil	Universitas Sumatera Utara	Indonesia
Dr.	Doruk Ayberkin	Bayburt University	Türkiye
Dr.	Doruk Gürkan	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Dragana Radıcıc	University of Lincoln	England
Dr.	Edanur Tar Bolacalı	Kırşehir Ahi Evran University	Türkiye
Dr.	Emine Arslan Kılıçoğlu	KTO Karatay University	Türkiye
Dr.	Ergül Söylemezoğlu	Çanakkale Onsekiz Mart University	Türkiye
Dr.	Esma Ebru Şentürk	Hitit University	Türkiye
Dr.	Esra Cebeci Mazlum	Selçuk University	Türkiye
Dr.	Esra İşbilen Duru	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Evren Dağlarlı	Istanbul Technical University	Türkiye
Dr.	F. Enda Tolon	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Faramarz Taghilou	Tebriz University	İran
Dr.	Fuat Ferit Yazar	Tokat Gaziosmanpaşa University	Türkiye
Dr.	Gökçe Sinem Erbuğa	Dokuz Eylül University	Türkiye
Dr.	Gönül Gül	Çankırı Karatekin University	Türkiye
Dr.	Günes Topcu	Çanakkale Onsekiz Mart University	Türkiye
Dr.	Güray Karacıl	Mustafa Kemal University	Türkiye
Dr.	Hacı Ahmet Çakır	Muğla Sıtkı Koçman University	Türkiye
Dr.	Halil Mesut Baylak	Milli Eğitim Bakanlığı	Türkiye
Dr.	Halime Suvay Eker	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Halit Kırıktaş	Siirt University	Türkiye
Dr.	Hasan Saltuk Durak	Düzce University	Türkiye
Dr.	Hatice Genç Kavas	Sivas Cumhuriyet University	Türkiye
Dr.	Havin öner		Türkiye
Dr.	Havva Değirmenci Tarakcı	Hitit University	Türkiye
Dr.	Hayriye Nur Başyazıcıoğlu	Erciyes University	Türkiye
Dr.	Hilal Erkol	İzmit Lisesi, Meb	Türkiye
Dr.	Ildiko Laki	Milton Friedman University	Poland
Dr.	Iqbol Karimjonov	Andizhan State University	Uzbekistan
Dr.	Işılay Bilgiç	Okan University	Türkiye
Dr.	Iwona Florek	Alcide De Gasperi University of Euroregional Economy	Poland
Dr.	İlker Ibrahim Avşar	Osmaniye Korkut Ata University	Türkiye

Dr.	İlknur Tüfekçi	Hitit University	Türkiye
Dr.	İsmail Koç	Sakarya Uygulamalı Bilimler University	Türkiye
Dr.	İsmail Özdemir	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Javaria Nasir	Mns University of Agriculture Multan	Pakistan
Dr.	Jennifer Ward-Batts	Pomona College in Claremont	United States
Dr.	Joanna Hernik	West Pomeranian University of Technology	Poland
Dr.	Kamil Sarpkaya	Karabük University	Türkiye
Dr.	Kerem Kaptangil	Sinop University	Türkiye
Dr.	Khurshidbek Khodjamberdiev	Andizhan State University	Uzbekistan
Dr.	Kıyalbek Dıykanov	Kyrgyzstan-Türkiye Manas University	Kyrgyzstan
Dr.	Kübra Mert Mahan	Recep Tayyip Erdoğan University	Türkiye
Dr.	Leyla Çimen	Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji University	Türkiye
Dr.	Logaiswari Indiran	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Masood Azeem	University of New England	Australia
Dr.	Mazilah Abdullah	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Meerbek Kudaibergenov	Seoul National University of Science And Technology	South Korea
Dr.	Mehmet Günlük	Muğla Sıtkı Koçman University	Türkiye
Dr.	Mehmet Nurettin Alabay	Abdullah Gül University	Türkiye
Dr.	Mehmet Ölmez	İnönü University	Türkiye
Dr.	Mehmet Semih Özkan	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Mehmet Tatoğlu	Recep Tayyip Erdoğan University	Türkiye
Dr.	Melike Aver	Fırat University	Türkiye
Dr.	Meltem Arat	Dokuz Eylül University	Türkiye
Dr.	Meltem Özbay	Çağ University	Türkiye
Dr.	Meri Taksi Deveciyan	İstanbul Kültür University	Türkiye
Dr.	Mohsen Abbaszadeh Marzbali	University of Mazandaran	İran
Dr.	Muhammad Sohail Amjad Makhdum	Government College University Faisalabad	Pakistan
Dr.	Muhammed Ali Aytaç	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Muhammed Fatih Cevher	Munzur University	Türkiye
Dr.	Murat Başal	İstanbul Gelisim University	Türkiye

Dr.	Murat Keskin	Afyon Kocatepe University	Türkiye
Dr.	Mustafa Demirkol	Tekirdağ Namık Kemal University	Türkiye
Dr.	Mustafa Yağımlı	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Mücahit Ege	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Nazlı Pehlivan Yirci	Hitit University	Türkiye
Dr.	Nida Palabıyık	Yozgat Bozok University	Türkiye
Dr.	Nilüfer Çelikkol	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Nurjan Abishev	International University of Tourism and Hospitality	Kazakhistan
Dr.	Ong Tze Ching	Politeknik Kuching Sarawak	Malaysia
Dr.	Onur Köktürk	Çankırı Karatekin University	Türkiye
Dr.	Osman Yılmazcan	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Ozan Ateş	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Özcan Karatay	Alanya Alaaddin Keykubat University	Türkiye
Dr.	Özgür Yurtsever	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Özlem Şenlik	Kırşehir Ahi Evran University	Türkiye
Dr.	Öznur Nalçınkaya	Ankara Hacı Bayram Veli University	Türkiye
Dr.	Ranpise Suvarna Dnyandeo	Pes B.Ed.College,Shivajinagar,Pune	India
Dr.	Richard Culas	Charles Stuart University	Australia
Dr.	Rizwan Ullah	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Dr.	Rustamjon Mullajonov	Andizhan State University	Uzbekistan
Dr.	Sajjad Ahmad Baig	National Textile University	Pakistan
Dr.	Same-ur Rehman	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Dr.	Sami Rm Musallam	International University of Sarajevo	Bosnia And Herzegovina
Dr.	Sami Ullah	Mns-University of Agriculture, Multan	Pakistan
Dr.	Sarah Holz	Humboldt-Universität zu Berlin	Germany
Dr.	Seda Muti Tabanlı	Bağımsız araştırmacı	Türkiye
Dr.	Sefa Sezer		Türkiye
Dr.	Selin Bahçalı	Çanakkale Onsekiz Mart University	Türkiye
Dr.	Sema Yıldırım	Selçuk University	Türkiye
Dr.	Semih Sezgin	Sinop University	Türkiye
Dr.	Sena Altın	Kayseri University	Türkiye
Dr.	Serkan Derici	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University	Türkiye
Dr.	Siti Suraya Abd Razak	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia

Dr.	Siti Zaleha Omain	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Suat Okay	Batman University	Türkiye
Dr.	Sultan Sarı	Ostim Teknik University	Türkiye
Dr.	Şerife Kuzgun	Kırklareli University	Türkiye
Dr.	Talha Turhan	Erciyes University	Türkiye
Dr.	Teh Zaharah Yaacob	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Tuğba İmadoğlu Kalkan	Kapadokya University	Türkiye
Dr.	Umar Haiyat Abdul Kohar	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia
Dr.	Umar Ijaz Ahmed	Mns University of Agriculture Multan	Pakistan
Dr.	Umut Ercan	Batman University	Türkiye
Dr.	Utku Canci Matur	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Ülkü Hayriye İnci	Karabük University	Türkiye
Dr.	Ümit Bozoklu	Istanbul Gedik University	Türkiye
Dr.	Ümmühan Akbay	Piri Reis University	Türkiye
Dr.	Üstün Yüksel	Erciyes University	Türkiye
Dr.	Yasin Şeşen	Niğde Ömer Halisdemir University	Türkiye
Dr.	Zafer Gündüz	Sivas Cumhuriyet University	Türkiye
Dr.	Zekeriya Çalışkan	İnönü University	Türkiye
Dr.	Zubair Mustafa	University of Swabi	Pakistan
Dr.	Zuraidah Sulaiman	Universiti Teknologi Malaysia	Malaysia

ADVISORY BOARD

Title	Name Surname	Institution	Country
Prof. Dr.	Azizbek Egamberdiev	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Diana Chalil	Universitas Sumatera Utara	Indonesia
Prof. Dr.	Dustin Van Der Haar	University of Johannesburg	South Africa Republic
Prof. Dr.	Fariz Ahmadov	Karabakh University	Azerbaijan
Dr.	Ghulame Rubbaniy	University of the West of England	UK.
Prof. Dr.	Gökhan Özer	Kyrgyz – Turkish Manas University	Kyrgyzstan
Prof. Dr.	Hasan Bozgeyikli	Selçuk University	Turkey
Prof. Dr.	Irfan Ahmad Baig	Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture Multan	Pakistan
Prof. Dr.	Kamran Munir	University of the West of England	UK.
Prof. Dr.	Manzura Yunusova	Andijan State University	Uzbekistan
Prof. Dr.	Matloob Ahmad	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Mithat Derik	Selçuk University	Turkey
Prof. Dr.	Muhammad Ashfaq	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Mustafa Kan	Ahi Evran University	Turkey
Prof. Dr.	Mustafa Kocaoğlu	Necmettin Erbakan University	Turkey
Prof. Dr.	Saba Tariq	University of Agriculture (UAF)	Pakistan
Prof. Dr.	Sabiha Kılıç	Hitit University	Turkey
Prof. Dr.	Serpil Ağcakaya	Süleyman Demirel University	Turkey
Prof. Dr.	Tanzeela Khalid	The University of Faisalabad (TUF)	Pakistan
Prof. Dr.	Ufuk Karadavut	Karabük University	Turkey
Prof. Dr.	Zeki Bayramoğlu	Selçuk University	Turkey

PARTICIPANTS LIST

Name	Institution
Abdul Gafoor	University of Agriculture Faisalabad
Abdul Salam	The University of Faisalabad
Abdullah Ferit Erol	Batman University
Abdullah Hammad	The University of Faisalabad, Pakistan
Abdulloh Mo'minov	Qo'qon Universiteti Andijon Filiali
Abid Aziz	PTCL
Adalet Kötemen	
Adnan Adeel	University of Agriculture Faisalabad
Afeera Fatima	University of Agriculture, Faisalabad
Ahmad Bilal	The University of Lahore
Ahmet Alp ÖZBALCI	Samsun University
Ahmet Aydın	İstanbul Nişantaşı University
Ahmet Özkiraz	Tokat Gaziosmanpaşa University
Akhilesh Kumar Chaursiya	Sri Jai Narayan Mishr PG College, Lucknow
Ali Asgar	University of Agriculture, Faisalabad
Ali Eren Balıkel	Istanbul Kent University
Ali Hassan	The University of Faisalabad
Ali Rokhman	Jenderal Soedirman University
Alina Idrees	The University of Faisalabad
Ameilia Siregar	University Sumatera Utara
Amna Yousaf	University of Agriculture Faisalabad
Ananda Majumdar	North Central Theological Seminary, Kennedy University of Saint Lucia
Anisa Riaz	University of Agriculture Faisalabad
Aqeela Saghir	University of Agriculture Faisalabad
Aqsa Munawar	University of Agriculture Faisalabad
Arif Gull	Islamia University, Bahawalpur
Arslan Ali	The University of Faisalabad
Asaf Ülgen	Şırnak University
Asgar Ali	University of Agriculture Faisalabad
Ashfaq Ahmad	Ghazi University
Asia Khan	The Islamia University of Bahawalpur

Asma Firdous	International Maarif School, Islamabad
Aybige Özer Koçak	İstanbul Beykent University
Ayesha Sadiqa	GCUF
Ayesha Batool	University of Agriculture Faisalabad
Ayesha Ghulam Muhammad	CSS Aspirant
Ayesha Rouf	University of Agriculture Faisalabad
Ayesha Tahir	Ghazi University
Ayesha Sadiqa	BS-Bioinformatics (GCUF), CSS Aspirant
Ayfer Kılıç	Vocational School of Health Services, Malatya Turgut Ozal University,
Ayhan Ünal	Selçuk University
Ayşe Bozgeyikli	Necmettin Erbakan University
Ayşe Meriç Yazıcı	İstanbul Gelişim University
Azamat Maksudunov	Kyrgyz-Turkish Manas University
Azhar Abbas	University of Agriculture, Faisalabad
Azhar Iqbal	MNS Agricultural University
Banu Özbucak Albar	Zonguldak Bülent Ecevit University
Bayram Kayantaş	Batman University
Bayram Köse	İzmir Bakırçay University
Betül Ertoy Sarıışık	Ankara Hacı Bayram Veli University
Betül Karabudak	Karabuk University
Bilsen Bilgili	Kocaeli University
Birsel Tepebaşı	İstanbul Nişantaşı University
Burhan Ahmad	University of Agriculture Faisalabad
Burhan Bahadır	Tarım ve Orman Bakanlığı
Bushra Qaisrani	Ghazi University
Bushra Rasheed	The Islamia University of Bahawalpur
Caner Yazıcıoğlu	Istanbul Topkapı University
Ceyda Mülayim	İzmir Bakırçay University
Ceylan Kardas	Batman University
Cuma Sönmezsoy	Batman University
Debin Zhang	College of Public Administration, Huazhong Agricultural University
Derya Çelik	Gelişim University
Diana Lee	Politeknik Sultan Azlan Shah
Dilara Kaymaz	

Duygu Toplu Yaşlıoğlu	Istanbul University
Eldar Asanov	National Archaeological Center of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Elena Khanzadyan	Management Development Institute of Singapore in Tashkent
Elif Kara	Sakarya University
Elif Miray Kasap	İnönü University
Elyor Valitov	Fergana Medical Institute of Public Health
Eman Azam	The University of Faisalabad
Ercan Tutar	Istanbul Kent University
Esra Akay	Bozok University
Faisal Karim Memon	Government Boys Primary School Panjmoro, Matiari, Sindh.
Faizal Abdul Razak	Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
Farah Naz	The University of Faisalabad
Farhana Gul	The University of Swabi
Farhana Nosheen	GC University Faisalabad
Farkhanda Anjum	University of Agricultural Faisalabad
Farrukh Shahzad	Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture
Fasiha Batool	The University of Faisalabad
Fatih Ölçekciler	Istinye University
Fatima Gulzar	Ghazi University
Fatima Zahid	The University of Faisalabad
Fikret Işık	Alanya Alaaddin Keykubat University
Furkan Doğan	Fırat University
Gamze Özbayrak	İstanbul University-Cerrahpaşa
Gizem Ölçekciler	Istinye University
Gökben Bayramoğlu	Hitit University
Gökhan Türköz	Turkish Gendarmerie General Command
Gulfam Hasan	University of Agriculture, Faisalabad
Gulsanam Rakhimova	The Uzbekistan State of World Languages University
Gulsum Akarsu	Ondokuz Mayıs University
Gümrah Can Başdağ	Kilis 7 Aralık University
Gürcan Yıldırım	Abant İzzet Baysal University
H. Buluthan Çetintaş	Necmettin Erbakan University
Habiba Amjad	University of Agriculture Faisalabad
Hafeeza Noor	University of Agriculture Faisalabad

Hafiz Hassan Amjad	The University of Faisalabad
Hafiz Sharjeel Ahmad Doultana	Karachi Institute of Medical Sciences, CMH Malir, Karachi.
Hafsa Imran	The University of Faisalabad
Hafsa Naeem	University of Agriculture Faisalabad
Hakan Emre Ziyagil	Niğde Ömer Halisdemir University
Hakan Özkan	Çukurova University
Hamdi Ayyıldız	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Hammad Badar	University of Agriculture, Faisalabad
Hasan Zulfiqar	University of Agriculture Faisalabad
Hasan Bozgeyikli	Selçuk University
Hasan Zulfiqar	University of Agriculture Faisalabad
Hasan Zulfiqar	University of Agriculture, Faisalabad
Haseeb Raza	Muhammad Nawaz Sharif University of Agriculture, Multan
Hasret Kaya	Karadeniz Teknik University
Hatice Elmas	Institute of Pathology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf UKE-and (ARCN
Hatice Elmas	Germany and Vocational School of Health Services, Malatya Turgut Ozal University
Herman Nordiadi Abd Wahab	Politeknik Kuching Sarawak
Hibba Aamir	The University of Faisalabad
Hira Safdar	Price Control & Commodities Management Department, Government of Punjab
Hira Shafqat	The University of Faisalabad
Hudda Javaid Azeemi	The University of Faisalabad
Ibrar Ahmad	The University of Faisalabad
Idris Arslan	Zonguldak Bülent Ecevit University
Ijaz Ashraf	University of Agricultural Faisalabad
Ijaz Ashraf	University of Agriculture Faisalabad
Imtiaz Khan	National Business School, The University of Faisalabad
Irfan Ahmed Baig	MNS University of Agriculture Multan
Izhar Ul Haq	University of Agriculture Faisalabad
İbrahim Arslanoğlu	Karadeniz Teknik University
İbrahim Yıldız	Siirt University
İlkay Karadavut	Bolu Abant İzzet Baysal
İlknur Tanrıverdi	Bursa Technical University

İsmail Hakkı Altaş	Ostim Teknik University
İsmail Koç	Sakarya Uygulamalı Bilimler University
İzzettin Kayapınar	Batman University
Javaria Tabassam	University of Agriculture Faisalabad
Jawad Anwar	Price Control & Commodities Management Department, Government of Punjab
Kamaldin Yunusov	Andijan State University
Kanwal Asghar Awan	University of Agricultural Faisalabad
Katsiaryna Hurbik	The University of Faisalabad
Kevser Gündüz	Tokat Gaziosmanpaşa University
Khadija Syed	Muhammad Nawaz Shreef University of Agriculture Multan,
Khadija Tariq	The University of Faisalabad
Khazra Noor	University of Agriculture
Komal Azhar	University of Agriculture, Faisalabad
Laiba Azmat	University of Agriculture, Faisalabad
Laraib Manzoor	The University of Faisalabad
Levent Sumer	Bogazici University
Leyla Bahar	Mersin University
M. Amjed Iqbal	University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
M. R. Ramesh	Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam
Madiha Naz	University of Agriculture, Faisalabad
Mahmut Karakaya	
Mahnoor Shahid	BSCS National Textile University
Majid Hussain	The University of Faisalabad
Malaika Tariq	The University of Faisalabad
Malaika Shahid	The University of Faisalabad
Mam Sidra	The University of Faisalabad
Mamoona Javed	The University of Faisalabad
Manzuraxon Yunusova	Andijan State University
Mariam Naeem	The University of Faisalabad
Maryam Bibi	Government College University Faisalabad
Maryam Liaqat	The University of Faisalabad
Maryam Math	The University of Faisalabad
Maryam Rajput	Sindh Agriculture University
Maryam Saleem	The University of Faisalabad

Meenakshi Murugappan	University of Nottingham Malaysia
Mehmet Alper Gökçe	Çukurova University
Mehmet Ferhat Çelik	Selçuk University
Mehmet Kızıltaş	Istanbul Beykent University
Mehmet Murat Şahin	Karabük University
Mehmet Tunçer	Karadeniz Teknik University
Mehriniso Kurbanova	Transport University, Dep. of Economy, Tashkent.
Melda Medine Sunay	Bursa Teknik University
Melike Biçici	Çukurova University
Memona Nasir	University of Agriculture, Faisalabad
Menşure Şahin	Karabuk University
Mert Uysal	Karabuk University
Merve Gül Koçakoğlu	Konya Teknik University
Mihriban Taş	Çukurova University
Mishal Anwar	University of Agriculture
Miss Sidra	The University of Faisalabad
Mohd Shazzany	Politeknik Kuching Sarawak
Mohsın Raza	MNS University of Agriculture Multan
Mr. Aasheesh Kumar	CMP Degree College University of Allahabad
Mubashir Mehdi	Muhammad Nawaz Sharif University of Agriculture Multan
Mubashira Ali Khushi	The University of Faisalabad
Mubbashra Habib	The University of Faisalabad
Muhammad Ashfaq	The University of Faisalabad
Muhammad Nazam	University of Agriculture, Faisalabad
Muhammad Zubair	The University of Faisalabad
Muhammad Ahmad	The University of Faisalabad
Muhammad Ali Shaikh	Sindh Agriculture University
Muhammad Ashfaq	The University of Faisalabad Pakistan
Muhammad Aslam	Ghazi University
Muhammad Awais Rashid	The University of Faisalabad
Muhammad Fahad	The University of Faisalabad
Muhammad Faizan	The University of Faisalabad
Muhammad Farooq	
Muhammad Iftikhar	University of Agriculture Faisalabad

Muhammad Imran Majeed	The University of Faisalabad
Muhammad Javed Sheikh	Sindh Agriculture University
Muhammad Khalid Bashir	The University of Agriculture Faisalabad
Muhammad Khan	The University of Faisalabad
Muhammad Mahmood	Virtual University of Pakistan
Muhammad Nadeem	The Islamia University of Bahawalpur Pakistan
Muhammad Nafees	The University of Faisalabad
Muhammad Qadeer Ashraf	University of Agriculture Faisalabad
Muhammad Qusyairie	Politeknik Kuching Sarawak
Muhammad Rafay Muzamil	University of Agriculture Faisalabad
Muhammad Rauf	University of Agriculture, Faisalabad
Muhammad Rehmat	Fauji Fresh n Freeze
Muhammad Rizwan	National Business School, The University of Faisalabad
Muhammad Rizwan Ullah	The University of Faisalabad, Pakistan
Muhammad Rizwan Ur Rehman	The University of Faisalabad
Muhammad Sajjad Khan	Ghazi University
Muhammad Salman Waseem	University of Agriculture Faisalabad
Muhammet Kerem Güneş	Batman University
Munaza Sehrish	Price Control & Commodities Management Department, Government ofPunjab
Muneeb Hussain	University of Salford, England
Murat Atılgan	Batman University
Murat Cihangir	Batman University
Musa Yavuz Alptekin	Journalism and Mass Communication University
Mustafa Güler	Selçuk University
Mustafa Şeker	Near East University
Mutlu Ekinci	Batman University
Muxriddin Eshbekov	Termiz State University of Engineering and Agrotechnologies
Muzaffer Bimay	Batman University
Mücahit Çayın	Batman University
Natasha Sheikh	University of Wah
Naveed Anjum	The University of Faisalabad
Naveed Babar	Quetta Institute of Medical Sciences
Nazia Tabasam	University of Agriculture Faisalabad
Nazlı Nalcı Arıbaş	İnönü University

Necati Emre Şahin	Karabuk University
Neşe Karçık	
Nevriye Gökçe Şenses	Selçuk University
Nida Palabıyık	Yozgat Bozok University
Nimra Anjum	The University of Faisalabad
Nisar Ahmad	University of Sargodha, Pakistan
Noor Amer	The University of Faisalabad
Nosheen Mirza	Ghazi University
Noureen Hameed	The University of Faisalabad
Nuran Öztürk Başpınar	Anadolu University
Nurul Nisa Mohd Nasir	Politeknik Kuching Sarawak
Oğuzhan Aytar	Karamanoğlu Mehmetbey University
Okan Koç	Balıkesir University
Orkun Şen	Anadolu University
Osman Yılmaz	Batman University
Ömer Büyükbaş	KSÜ
Ömer Miraç Yaman	İstanbul University-Cerrahpaşa
Özge Yalçıner Ercoşkun	Gazi University
Özgür Özkan	YMM
Özkan Çıtak	Akdeniz University
Pınar Çömez	Duzce University
Qaim Ddin Bahalkani	Sindh Agriculture University
Qaisar Abbas	University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Qamar Ali	Virtual University of Pakistan
Qamar Ul Islam	University of Agriculture, Faisalabad
Qurat Ul Ain Memon	Sindh Agriculture University
Qaswar Abbas	Ghazi University
Rabia Arshad	The University of Faisalabad
Radika Subramaniam	Politeknik Sultan Idris Shah
Rahman Illahi	University of Agriculture Faisalabad
Rai Aqdas Hayat	University of Agriculture Faisalabad
Rajendra Adhikari	University of Queensland
Rana Muhammad Amir	University of Agriculture Faisalabad
Raza Ullah	University of Agriculture Faisalabad
Recep Koç	

Riffut Jabeen	Ghazi University,
Rimsha Shahid	The University of Faisalabad
Rohail Jibran	The University of Faisalabad
Rose Faida Ahmad Zabidi	Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
Rukiye Saydam Şaşı	Kocaeli University
Sabiha Kılıç	Hitit University
Saddam Hussain	University of Agriculture Faisalabad
Sadia Razzaq	The University of Faisalabad
Sadullah Özer	Batman University
Saeed Rahman	Ghazi University
Safa Iftikhar	The University of Faisalabad
Saira Khanam	University of Agriculture, Faisalabad
Saira Majeed	Ghazi University
Salman Waseem	The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
Sami Ullah	University of Agriculture Faisalabad
Samiullah Khan	The University of Swabi
Samra Subhani	The University of Faisalabad, Saleem Campus Faisalabad
Samreen Memon	Sindh Agriculture University
Sana Maqbool	The University of Faisalabad
Sana Riasat	University of Agriculture, Fasialabad
Sana Saleem	University of Agriculture, Faisalabad
Sangeeta	Education Department CMP Degree College University of Allahabad
Sania Liaqat	University of Agriculture Faisalabad
Sanjina Naeem	University of Agriculture, Faisalabad
Saodat Yuldasheva	Tashkent State Transport University, Department of Economy
Sara Amber	University of Agriculture Faisalabad
Sara Nayyab	University of Agriculture, Faisalabad
Saria Jabeen	The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
Saria Jabeen	University of Agriculture, FSD
Seçil Ergül	İstanbul Beykent University
Seda Bulut	İstanbul Beykent University
Selahattin Avşaroğlu	Necmettin Erbakan University
Selçuk Balı	Selçuk University
Sema Yıldırım	Selcuk University

Semih Aktuğ	Siirt University
Serpil Ağcakaya	Süleyman Demirel University
Sevim Döndü Kara Öztürk	Çukurova University
Seyma Bozkurt Uzan	Beykent University
Shabana Arif	University of Agriculture Faisalabad
Shabnum Amanat	(The University of Faisalabad)
Shagufta Rasheed	Price Control & Commodities Management Department, Government ofPunjab
Shagufta Rasheed	University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
Shakeel Saeed	Virtual University of Pakistan
Shama Mushtaq	University of Agriculture Faisalabad
Shama Naz Manzoor Huss	University of Agriculture Faisalabad
Shameem Chalil	Koneru Lakshmaiah Education Foundation, Vijayawada, Andhra Pradesh
Shanza Gull	Ghazi University
Sharjeel Saleem	Ghazi University Dera Ghazi Khan
Sharofiddin Xoshimjonov	Andijan State University
Sherzodxon Qudratxo'ja	Journalism and Mass Communication University
Shikha Rai	Deen Dayal Upadhyay Gorakhpur University
Sidra Bibi	University of Agriculture Faisalabad
Sidra Firdous	University of Agriculture Faisalabad
Sidra Ghulam Muhammad	The University of Faisalabad
Sidra Naeem	The University of Faisalabad
Sinan Şentürk	Süleyman Demirel University
Sinem Şahin	Hacettepe University
Sobia Maqsood	The University of Faisalabad
Sohail Mansha	National Business School, The University of Faisalabad
Suleyman Kose	Izmir Katip Celebi University
Syed Ali	Beaconhouse International College
Şeyma Toy	Karabuk University
Şule Çetintaş	Necmettin Erbakan University
Tahira Sadaf	University of Agriculture, Faisalabad
Tahreem Nawaz	The University of Faisalabad
Talha Turhan	Erciyes University
Tansuluu Usenalieva	Kyrgyz-Turkish Manas University
Tariq Jamil	The University of Faisalabad

Tayyab Zeeshan Shahid	University of Agriculture Faisalabad
To'lanboy Artikov	Andijan State University
Tuba Bıyıkbeyi Başdağ	Kilis 7 Aralik University
Tuğçe Metin	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Ufuk Karadavut	Karabük University
Usman Ali	The University of Faisalabad
Ümit Erdem	Kırıkkkale University
Üstün Yüksel	Academician Studies Group
Vahap Önen	İstanbul Topkapı University
Wajeeha Nawaz	The University of Faisalabad
Wakeel Rehman	MNS University of Agriculture Multan
Wardah Naqvi	University of Agriculture Faisalabad
Wareesha Naeem	The University of Faisalabad
Wisha Raza	University of Agriculture, Faisalabad
Yasin Çağlar Kaya	Karadeniz Teknik University
Yavuz Elitok	Batman University
Yawar Abbas	University of Agriculture Faisalabad
Yulduzoy Toxirjonova	Kokand University Andijan Branch
Zaeema Farooq	University of Agriculture Faisalabad
Zafar Iqbal	The University of Faisalabad
Zahra Zafar	University of Agriculture Faisalabad
Zain Ali	Çukurova University
Zainab Bibi	University of Agriculture Faisalabad
Zainab Fatima	University of Agriculture Faisalabad
Zaki Rauf	NIFSAT University of Agriculture Faisalabad
Zarnab Rouf	The University of Faisalabad
Zeynep Görgülü	Selçuk University
Zia Ud Din	Univesity of Houston

CONTENTS - İÇİNDEKİLER

PREFACE VII

ÖNSÖZ IX

HONORARY BOARD XI

ORGANIZING BOARD XII

SCIENCE BOARD XIV

ADVISORY BOARD XXIII

PARTICIPANTS LIST XXIV

THE INTEGRATION OF THE TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION INTO DIGITAL TRANSFORMATION 1

Muzaffer Bimay

ALTYAPI VERİMLİLİĞİ İÇİN GÜNEY AFRİKA CUMHURİYETİ'NDE SINIFLAMA YOLUYLA BIR METROPOLİTENLEŞME ANALİZİ 13

Mehmet Çağrı Kızıltaş

PREPARING YOUNG PEOPLE FOR UNCERTAINTY: CAREER AGILITY 25

Ayhan Ünal & Hasan Bozgeyikli

TOPLUMSAL DAYANIŞMA VE ÜÇÜNCÜ KUŞAK HAKLAR BAĞLAMINDA BARIŞIN SOSYOLOJİK TEMELLERİ 33

Talha Turhan

ÇALIŞAN ANNELERİN ÖZ ŞEFKAT VE EBEVEYN TÜKENMİŞLİĞİ DÜZEYLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ 45

Nevriye Gökçe Şenses & Mustafa Güler

DEVELOPMENT OF FREEZIT EDUCATION CARD AS A TEACHING ASSIST IN HVAC EDUCATION 51

Muhammad Iqmal Qusyairie Bin Mazlan & Mohd Shazzany Bin Kerni & Mohd Fazrullah Bin Zakaria

AGEING AND INCOME INEQUALITY 59

Gülsüm Akarsu

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED TYRE PATCHING TOOL TO ENHANCE EFFICIENCY AND SAFETY IN VEHICLE MAINTENANCE 67

Herman Nordiadi Abd Wahab & Nurul Nisa Mohd Nasir

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED NEWS PORTAL SYSTEM FOR EFFICIENT DIGITAL CONTENT MANAGEMENT 75

Nurul Nisa Mohd Nasir & Herman Nordiadi Abd Wahab

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WEB BASED LAUNDRY BOOKING SYSTEM FOR ENHANCED OPERATIONAL EFFICIENCY: A CASE STUDY OF POLIKU LAUNDRY 83

Nurul Nisa Mohd Nasir & Herman Nordiadi Abd Wahab

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTION FLUID PUMP FOR AUTOMOTIVE WORKSHOPS 89

Herman Nordiadi Abd Wahab & Nurul Nisa Mohd Nasir

TURİZMDE ÜRETKEN YAPAY ZEKANIN İKİLİ DOĞASI: DEĞERİN BİRLİKTE YARATIMI VE YIKIMINA YÖNELİK BÜTÜNSEL BİR YAKLAŞIM 97

Birsel Tepebaşı & Bilsen Bilgili

VOLUMETRIC INSIGHTS INTO THE AMYGDALA ACROSS MAJOR PSYCHIATRIC DISORDERS 111

Menşure Şahin & Necati Emre Şahin & Şeyma Toy

VERİ ODAKLI GASTRONOMİ SİSTEMLERİ: YAPAY ZEKÂNIN YÖRESEL MUTFAK MİRASININ KORUNMASI VE TOPLUMSAL BÜTÜNLEŞMEYE ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME 117

Rukiye Saydam Şaşı & Bilsen Bilgili

YÜZYILIMIZDA SAĞLIK SEKTÖRÜNÜN DİNAMİKLERİNDEN BİRİ: EKSOZOMLARIN TANI VE TEDAVİDE YERİ 127

Leyla Bahar

DİJİTAL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA ZOOM YORGUNLUĞU: PSİKOSOSYAL ETKİLER VE ÖNLEMLER 135

Esra Akay

HİSTOPATOLOJİK TANIDA YAPAY ZEKÂ: 21. YÜZYILIN YENİ ASİSTANI 143

Leyla Bahar

DIGGING THEIR OWN GRAVE? EXPLORING TRADITIONAL ENTREPRENEURS' DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AWARENESS 149

Oğuzhan Aytar & Adalet Kötemen

A COMPARISON OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP AND FOUNDATION VOLUNTEERING FROM A SOCIAL VALUE PERSPECTIVE 157

Oğuzhan Aytar

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN STRESLE BAŞA ÇIKMA BECERİSİNİ GELİŞTİRMEDE BDT, ACT VE MİNDFULNESS'IN ROLÜ: BİR DERLEME 163

Merve Gül Koçakoğlu & Mustafa Güler

AN OVERVIEW OF AUTOMOTIVE DEMAND FORECASTING METHODS 171

İlknur Tanriverdi

21. YÜZYILDA SAĞLIK SEKTÖRÜNDE FİZYOTERAPİ UYGULAMALARI: TELEREHABİLİTASYONUN YÜKSELEN ROLÜ 179

Mert Uysal

21. YÜZYILDA YAŞLANAN NÜFUS: SAĞLIKLI VE AKTİF YAŞLANMA 191

Mert Uysal

COMPARATIVE ANALYSIS OF THALAMIC NUCLEI VOLUME ALTERATIONS IN SELECTED NEUROPSYCHIATRIC DISORDERS 207

Menşure Şahin & Necati Emre Şahin & Şeyma Toy

EARLY DIAGNOSIS AND STAGING OF LIVER CIRRHOSIS: THE USE OF MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING ALGORITHMS 213

Betül Karabudak

MULTI-OMIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ASSISTED APPROACHES FOR EARLY DIAGNOSIS OF LUNG CANCER 221

Betül Karabudak & Hacı Mehmet Kayılı

YÜKSEKÖĞRETİMDE DİJİTALLEŞEN DANIŞMANLIK: SANAL OFİS VE ASİSTAN UYGULAMALARININ DENEYİMSEL İNCELEMESİ 231

Nuran Öztürk Başpınar & Orkun Şen

AGEING AND INCOME INEQUALITY 249

Gülsüm Akarsu

THE ROLE OF WORKING LIFE IN LIFE SATISFACTION: A LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS OF THE 2024 SURVEY 257

Zeynep Görgülü & Hasan Bozgeyikli

KÜRESEL PAZARDA ORTA ASYA'DA BÖLGESEL STRATEJİK İŞ BİRLİĞİNİN SAĞLANMASINA YÖNELİK BİLİMSEL-YENİLİKÇİ YAKLAŞIM 267

Kamaldin Abzaloviç Yunusov & Roziya Jahongirovna Shakhobiddinova

A COMPREHENSIVE QUANTUM CHEMICAL STUDY OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: GEOMETRY, ELECTRONIC PROPERTIES, AND REACTIVITY DESCRIPTORS 275

Asaf Tolga Ülgen & Ümit Erdem & Gürcan Yıldırım

DFT AND HF INVESTIGATIONS OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: STRUCTURAL, SPECTROSCOPIC AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSES 291

Asaf Tolga Ülgen & Ümit Erdem & Gürcan Yıldırım

NATURAL DISASTERS, UNCERTAINTY AND ECONOMIC BEHAVIORS: INSIGHTS FROM THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES 317

Tuğçe Metin

YEŞİL TAHVİLLERİN GELİŞMİŞ ÜLKELERİN FİNANSAL PİYASALARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ 325

Abdullah Ferit Erol & Mutlu Ekinci

FACTORS INFLUENCING THE USE OF CHATGPT IN MALAYSIAN POLYTECHNIC COMMUNICATIVE ENGLISH CLASSROOMS: STUDENTS' PERSPECTIVES 341

Radika Subramaniam

ASSESSMENT OF COLEOPTILE LENGTH AND SEMINAL ROOT ANGLE IN SOME TETRAPLOID WHEATS AT SEEDLING STAGE.....359

Ali Zain & Melike Biçici & Mihriban Taş & Mehmet Alper Gökçe & Hakan Özkan

KORUNGA (ONOBRYCHIS VICIIFOLIA) BİTKİSİNİN TARIMSAL, GENETİK VE YAPAY ZEKÂ AÇISINDAN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA KULLANILMA POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 367

Sevim Döndü Kara Öztürk

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA İKİNCİ ÜRÜN OLARAK YETİŞTİRİLEN SOYA (GLYCINE MAX L.) HATLARININ TOHUM ÖZELLİKLERİ VE VERİM İLE İLİŞKİLERİ 379

Mihriban Taş & Ali Zain & Mehmet Alper Gökçe & Melike Biçici & Hakan Özkan

MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARINDA KULLANICI DENEYİMİ: E-NABIZ ÜZERİNE BİR İÇERİK ANALİZİ 393

Fikret Işık

HAYATIMIZDAKİ FİTOTERAPİ 411

Mehmet Murat Şahin & Ufuk Karadavut & Sitem Merve Şahin

YAPAY ZEKADA ETİK DÖNÜM NOKTASI: İNSAN ONURU VE DİJİTAL BARIŞ 427

Sabiha Kılıç

KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: TEORİK BİR DEĞERLENDİRME 453

Mehmet Ferhat Çelik & Selçuk Balı

KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ AMPİRİK UYGULAMA 449

Mehmet Ferhat Çelik & Selçuk Balı

MOBİL BANKACILIKTA DİJİTAL SESLİ ASİSTAN HİZMET KALİTESİ, DENEYSEL BİR KARŞILAŞTIRMA 459

Özkan Çıtak

SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI EKSENİNDE KÜRESEL KALKINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİN GELECEĞİ 493

Sinan Şentürk & Serpil Ağcakaya

WHY FARMERS ARE NOT INTERESTED IN IPM ADOPTION IN THE SINDH PROVINCE OF PAKISTAN? 483

Qaim din Bahalkani & Muhammad Javed Sheikh & Qurat Ul Ain Memon & Maryam Rajput & Muhammad Ali Shaikh & Samreen Memon & Faisal Karim Memon

THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) INTO SELF-TRAINING: PEDAGOGICAL EFFECTIVENESS 495

Rakhimova Gulsanam Ashirbekovna

SES VE GÖRÜNTÜ ANALİZİ KULLANILARAK ÇALGI ÖĞRENİMİNDE YAPAY ZEKA REHBERLİĞİ 503

Hakan Emre Ziyagil

APPLICATION OF TRANSIT SEARCH AND GOLDEN JACKAL OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY SETTINGS IN POWER GRIDS 509

İbrahim Arslanoğlu & İsmail Hakkı Altaş

KADINLARDA SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE DİJİTAL GİRİŞİMCİLİK: KADINA YÖNELİK ŞİDDETLE MÜCADELEDE TEKNOLOJİ TABANLI UYGULAMALAR 525

Okan Koç

KADIN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE DİJİTAL FARKINDALIK VE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞI İLİŞKİSİ: DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN BİR ANALİZ ..537

Okan Koç

SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI EKSENİNDE KÜRESEL KALKINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİN GELECEĞİ 545

Sinan Şentürk & Serpil Ağcakaya

SAĞLIK OKURYAZARLIĞI NEDEN ÖNEMLİ 557

Ufuk Karadavut & Mehmet Murat Şahin & İlkay Bedia Karadavut

X. ASC CONGRESS PROGRAM.....563

https://doi.org/10.71284/asc.202521

THE INTEGRATION OF THE TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION INTO DIGITAL TRANSFORMATION

Muzaffer Bimay[1]

Abstract

In recent years, the rapid pace of digital transformation has significantly increased the use of innovative technologies within public administration, encouraging the development of new approaches based on information and communication technologies to ensure the efficient and effective provision of public services. The Turkish public administration has been profoundly affected by this transformation and has adopted practices that enhance the accessibility, transparency, and efficiency of public services. Over the past few decades, the growing role of data analytics, automation, and innovation in decision-making processes, along with the widespread use of e-government platforms, has enabled faster, safer, and more centralized service delivery while reducing paperwork and bureaucratic procedures. This shift has contributed not only to greater citizen satisfaction but also to the development of a more participatory, transparent, and accountable governance model. Nonetheless, structural challenges such as digital inequality, limited access, and concerns regarding data protection persist. Moreover, emerging technologies, including the Internet of Things, artificial intelligence, and blockchain, introduce new security risks affecting both the public and private sectors. Crucially, the resistance of traditional administrative paradigms has sparked debates concerning whether public administration should adopt a more rational-pragmatic model or a more democratic-populist approach. This study examines the adaptation of the Turkish public administration to global digital transformation, focusing on the opportunities and risks associated with advanced technologies. Based on an extensive literature review consisting of primary and secondary sources, the study places particular emphasis on e-government practices. The findings indicate that digital transformation in Turkish public administration is inevitable; however, its sustainability requires updated legal frameworks, education, ethical standards, and robust cybersecurity measures.

Keywords: Digital transformation, public administration, governance, institutional adaptation, institutional change

[1] Assoc. Prof., Batman University, Faculty of Economics and Administrative Sciences Department of Political Science and Public Administration, muzaffer.bimay@batman.edu.tr, https://doi.org/0000-0002-6742-2852

INTRODUCTION

The comprehensive technological transformation experienced today affects not only the private sector but also public administration systems across the world. Public organizations have been updating their legal frameworks and developing new public policies in order to adapt to this transformation. In this process, while ethical standards are being established to minimize the societal risks associated with technological developments, extensive measures are also being taken to counter cybersecurity threats. The level and pace of digital transformation vary not only across different countries but also across regions within the same country. This process has notably accelerated over the last fifty years with the influence of New Public Management (NPM) paradigms. Advancements in digital Technologies, particularly those facilitating communication and service delivery, have spread globally due to the combined effects of globalization and the evolving governance logic that emerged with NPM (Dunleavy et al., 2006). During the COVID-19 pandemic, the use of information and communication technologies (ICTs) intensified as public services were increasingly delivered through online platforms without physical contact. Governments also developed digital policies and adopted measures to encourage citizens to use ICTs effectively.

Over the past twenty years, Türkiye has made significant progress in the field of ICTs and has adopted a governance approach that evolved from NPM to network governance, thereby providing technology in a citizen-focused way (Layne & Lee, 2001). As part of the European Union's digital harmonization plan, innovative technology policies have allowed central and local governments to meet their social, cultural, economic, and political responsibilities through ongoing, citizen-centered service delivery (Çeliksoy & Akçay, 2024:447). Since the early 2000s, digital transformation, driven by e-government initiatives, has rapidly expanded across different areas. Digitalization has given citizens 24/7 access to services and the ability to participate electronically in public affairs, while from the government's perspective, it has supported continuous data collection, cost savings, transparency, increased productivity, and accountability (Ölmez, 2021).

This study aims to offer a holistic evaluation of the institutional, managerial, and political impacts of digital transformation in Turkish public administration. In this context, it seeks to answer the following key questions:

- How is Turkish public administration adapting to the transformation required by the digital age?
- In what ways are institutional structures and administrative culture being reshaped during the digital transformation process?
- What are the main policy challenges encountered throughout this process?

These questions guide the study's literature-based analysis and form the basis for the thematic classification of findings. The study examines Türkiye's adaptation to global digital transformation and evaluates the opportunities and threats this shift presents for the future of public administration. Relying on a comprehensive review of primary and secondary sources, the research primarily focuses on e-government practices. Within this descriptive and conceptual framework, a systematic review was conducted through an examination of both academic literature and online sources.

1. THE INSTITUTIONALIZATION OF DIGITAL GOVERNMENT IN TÜRKİYE AND THE ROLE OF THE E-GOVERNMENT PORTAL

The institutionalization of digital government infrastructure in Türkiye has accelerated since the mid-2000s, gaining a concrete structure with the development of integrated digital systems for public service delivery. In this process, the e-Government Gateway (e-Devlet Kapısı) has become the symbolic cornerstone of digital transformation. Providing citizens with online access to tax, social security, civil registry, education, health, and judicial services, the platform has strengthened the principles of efficiency, transparency, and

citizen orientation in public administration.

The e-Government Gateway is a platform designed to deliver public services securely, rapidly, and user-oriented through internet and mobile technologies. Work on the establishment of the Gateway began in line with the Council of Ministers decision issued on 20 April 2006 (Official Gazette No. 26145). The regulation (No. 2006/10316) granted legal authority for the creation, operation, and management of the e-Government Gateway, assigning responsibility to Türksat Inc. under the coordination of the Ministry of Transport. Türksat was granted full executive authority in this domain through the Prime Ministry Circular published on 10 August 2006 (Official Gazette No. 26255) (Yeşilbaş, 2011).

Subsequent developments, particularly during the COVID-19 pandemic, further demonstrated the essential role of digital public services. During this period, the e-Government Gateway facilitated uninterrupted service delivery in areas such as travel permits, vaccination appointments, and social assistance (Nalbantoğlu, 2021). Similarly, during the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes, the e-Government system played a vital role in ensuring accurate information flow and maintaining access to public services. After the transition to the Presidential Government System, the management of the e-Government Gateway was transferred to the Presidential Digital Transformation Office. As of 2025, the system hosts more than 65 million registered users and over 8,000 digital services, reflecting significant institutional expansion (turkiye.gov.tr, 2025-a). Table 1 below provides statistical indicators of the platform's development since its inception.

Table 1. Number of Institutions Providing Services from the e-Government Gateway (WEB) by Institution, 2021-2023

Year	Number of User's	Number of Logins	Number of Services	Number of Institutions
2008	6.990	5.747	22	9
2009	95.336	807.116	162	18
2010	1.955.675	17.289.174	238	25
2011	11.298.441	89.857.820	315	27
2012	13.907.677	83.941.661	547	67
2013	16.528.386	91.054.941	889	122
2014	20.188.415	138.433.395	1.067	149
2015	25.768.832	243.648.143	1.389	211
2016	31.106.390	403.967.280	1.742	291
2017	35.574.774	541.047.790	2.799	396
2018	41.135.228	1.025.098.254	4.131	492
2019	45.038.012	1.179.624.439	5.170	640
2020	52.112.191	2.305.790.643	5.450	722
2021	57.663.332	3.088.953.173	6.248	851
2022	61.743.325	3.565.695.577	6.754	942
2023	64.281.459	4.398.511.646	7.741	1.026
2024	66.753.526	4.233.872.467	8.309	1.080

Source: Türksat e-Government Gateway database, 2025

According to Table 1, the most notable trend between 2008 and 2024 is the continuous increase in the number of users. Indeed, Türkiye moved from 48th place to 27th place in the 2024 UN E-Government Development Index, ranking among the countries that demonstrated the highest rate of improvement. The number of services increased from 22 to 8,309, the number of users rose from 6,990 to 66,753,526, and the number of participating institutions grew from 9 to 1,080, demonstrating Türkiye's rapid integration into digital governance.

Table 2. Number of Institutions Providing Services from the e-Government Gateway (WEB) by Institution, 2021-2023

Year	Central Public Institution	University	Municipility	Water and Sewage Administration
2021	156	144	379	29
2022	165	176	397	30
2023	185	196	431	30

Source: Türksat e-Government Gateway database, 2025

Table 2 presents data on the number of institutions providing web-based services via the e-Government Gateway between 2021 and 2023. Local governments, particularly municipalities, including 30 metropolitan, 51 provincial, and 350 district municipalities, rank first among service providers.

Table 3. Number of Users by Registration Type to e-Government Gateway, 2021-2023

Year	Sms Password	Domestic Password Envelope	International Password Envelope	Mobile Signature	e-Signature	T.C. Identity Card	Internet Banking
2021	23.901.890	31.128.107	304.894	26.296	187.787	1.230	2.113.128
2022	27.624.490	31.305.693	358.334	26.245	187.540	1.442	2.239.581
2023	29.939.002	31.351.297	441.459	26.206	187.029	1.649	2.334.817

Source: Türksat e-Government Gateway database, 2025

In Table 3, the distribution of login methods used in the e-Government system between 2021 and 2023 is presented. According to the data, per capita e-Government password usage exceeds 35 logins; one in two individuals uses mobile signatures; one in five uses electronic signatures; and one in three logs in via internet banking.

Table 4. Number of Services Provided on the e-Government Gateway by Institution Type (Mobile-Web), 2021-2023

Year	Central Public Institution Mobil/Web	University Mobil/Web	Municipility Mobil/Web	Water and Sewage Administration Mobil/Web	Private Institution Mobil/Web
2021	785/1.195	100/242	2.004/2.580	111/195	337/479
2022	1.036/1.348	189/343	2.154/2.933	141/217	342/499
2023	1.108/1.428	238/411	2.434/3.353	192/229	506/720

Source: Türksat e-Government Gateway database, 2025

Similarly, Table 4 shows that local governments again dominate in mobile services delivered through the e-Government Gateway. Their prominence is attributed to their direct service-provision role to citizens.

Table 5. Top 10 Services and Usage Rates (2023)

Order	Institution Name	Service name	Usage Rate (%100)
1	Republıc of Türkiye Social Security Institution	SGK Registration and Service List / Workplace Title List	30,06
2	Republıc of Türkiye Social Security Institution	When can I retire under normal circumstances?	12,77
3	Republıc of Türkiye Ministry of Family and Social Services	Social Assistance Information Inquiry	12,15
4	The Revenue Administration	Tax Debt Inquiry and Payment	8,44
5	Post and Telegraph Organization	Inquiry and Account Transfer of Institutional Payments Made via Post and Telegraph Organization	7,59
6	The Union of Turkish Notaries	Vehicle Registered in My Name Inquiry (Natural Person)	6,55
7	Social Security Institution (SGK)	4A Pension Information	6,02
8	Republıc of Türkiye Ministry of Family and Social Services	Social Assistance Application Service	5,86
9	Republıc of Türkiye Mınıstry Of Justıce	Case File Inquiry	5,68
10	General Directorate of Land Registry and Cadastre of the Ministry	Title Deed Information Inquiry	4,88

Source: Türksat e-Government Gateway database, 2025

Table 5 displays public institutions ranked by their use of digital services. The Social Security Institution tops the list with 48.85%, primarily offering services related to employment records and retirement processes. It is followed by the Ministry of Family and Social Services (12.15%), with the Revenue Administration, Post and Telegraph Organization, and the Union of Turkish Notaries also playing significant roles.

Prior to the Presidential Government System, responsibilities related to e-government initiatives were distributed among several ministries and agencies, including the Ministry of Transport and Infrastructure, the Information and Communication Technologies Authority (ICTA), the Ministry of Development, the Ministry of Industry and Technology, TÜBİTAK, and the Turkish Standards Institution. The National E-Government Strategy and Action Plan (2016–2019) served as the most comprehensive institutional framework, focusing on ecosystem sustainability, digital transformation in services, participation, and transparency (Çelik, 2021). Digitalization efforts trace back to early 2000s Information Society Assemblies, where policies for transitioning to an information society were formulated and later systematized through the "Information Society Strategy and Action Plan." Key policy documents such as the Transportation and Communication Strategy (Target 2023), Smart Transportation Systems Strategy, National Cybersecurity Strategy, and Türkiye Software Strategy have further guided the digital transformation process (Duman & Aktel, 2021).

At the institutional level, digital systems have produced integrated solutions across numerous sectors. Key actors in digital transformation include the Presidential Digital Transformation Office, the Ministry of Industry and Technology, the Ministry of Transport and Infrastructure, the Ministry of Treasury and Finance, the Ministry of Trade, ICTA, the Central Bank of Türkiye, the Banking Regulation and Supervision Agency,

the Revenue Administration, the Capital Markets Board, the Council of Higher Education, Technology Development Zones, and the Union of Chambers and Commodity Exchanges (Presidency of Turkey, Presidency of Strategy and Budget (SBB), 2023). The Presidency's Communication Center (CİMER) enables citizens to exercise their rights to petition and access information electronically. The Ministry of Treasury and Finance has digitalized financial procedures through platforms such as e-Budget, KBS, SGB.net, and EKAP. The Ministry of Interior digitalized population services through MERNIS and KPS, introducing the e-ID system for secure authentication. The Ministry of Justice improved transparency and efficiency with the National Judiciary Informatics System (UYAP) and SEGBİS. The Ministry of Health integrated healthcare management through MHRS, e-Nabız, the Pharmaceutical Track and Trace System (İTS), and the Medical Device Tracking System (ÜTS). The Ministry of National Education strengthened digital infrastructure through e-School, EBA, and e-Yaygın. The Ministry of Trade digitalized commercial registry services through MERSİS, while the Ministry of Foreign Affairs facilitated consular procedures via the e-Consulate system. The TAKBİS system developed by the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change standardized land registry records and enhanced data integration. Infrastructure solutions such as KamuNet and the Electronic Document Management System (EBYS) ensure secure inter-institutional data sharing. Electronic signature integration has accelerated document flow, reduced bureaucratic procedures, and modernized archival management. At the local level, the e-Municipality Information System has enabled the unified management of administrative and financial processes, forming the backbone of digital governance. Currently, the system is used by 540 municipalities nationwide (turkiye.gov.tr, 2025-b).

In recent years, the participatory dimension of digital governance has also gained importance. Open-data platforms developed by metropolitan municipalities such as İstanbul, Ankara, and İzmir promote transparency and civic engagement by making public data accessible. These platforms contribute significantly to traffic management, environmental monitoring, energy efficiency, and disaster management.

2. INTEGRATION OF DIGITAL TRANSFORMATION INTO TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION: POLICY CHALLENGES AND GOVERNANCE DYNAMICS

Since the 1980s, the integration of computer and internet technologies across the world, and in Türkiye, has accelerated information exchange among institutions and states, leading to the emergence of the concept of e-government (Büke, 2002; Norris, 2010). As a result, e-government has become a fundamental governance paradigm with the potential to enhance efficiency, transparency, and citizen participation in public administration. Over the past two decades, Türkiye has made significant progress in digital government and has reached a notable position globally in terms of digital transformation. According to the United Nations E-Government Development Index (EGDI) 2024 results, Türkiye ranks 27th worldwide and is categorized among countries with "very high e-government development." This advancement demonstrates the rapid digitalization of public services and the expanding use of e-governance tools by citizens.

Multiple factors influence the integration of digital transformation processes. National policy documents, strategy papers, and action plans—most notably the "Digital Türkiye Roadmap: Türkiye's Industrial Revolution," published by the Ministry of Industry and Technology in 2018, define six core components of this roadmap (Presidency of Turkey, Presidency of Strategy and Budget (SBB), 2023):

- **Human:** Developing educational infrastructure and cultivating a qualified workforce
- **Technology:** Enhancing technological and innovation capacity
- **Infrastructure:** Strengthening data communication infrastructure
- **Suppliers:** Supporting national technology providers
- **Users:** Supporting the digital transformation of users

- **Governance:** Strengthening institutional governance

While Türkiye has achieved notable success in implementing these components within its e-government system, various obstacles remain in practice. These challenges are grouped into three main categories: structural and institutional barriers**,** budgetary and human-resource constraints, and governance issues stemming from central–local interactions**.**

2.1. Structural Barriers, Security Risks, and Inclusiveness Challenges in Digital Public Administration

Despite strategic objectives and policy frameworks supporting Türkiye's digital transformation, several structural, managerial, and legal challenges persist and hinder the sustainability of digital reforms. One of the most significant limitations concerns the establishment of an up-to-date and robust digital infrastructure capable of meeting public service requirements. High-speed internet, modern data centers, backup mechanisms, and sufficient storage capacity are essential components. However, the gradual obsolescence of existing infrastructure poses challenges for maintaining technological currency, making continuous upgrades critical to successful digital transformation (Özer & Yıldırım, 2023: 65).

Effective digital transformation requires seamless integration between legacy and modern systems. Over the years, public institutions have developed disparate information systems tailored to their specific needs, leading to complexity and interoperability issues. Therefore, data integration and standardization, ensuring consistency across formats, reliability, and accuracy, are vital for sustaining transformation (Uysal, 2020: 115).

Security vulnerabilities in outdated systems constitute another critical risk. Such shortcomings make public institutions more susceptible to cyberattacks, malware, and data breaches, undermining the credibility of digital public services (Sarıtürk, 2022: 557). Moreover, discussions on "digital mercantilism" (Yardımcı & Altıntaş, 2020) highlight the strategic nature of data security and the need for national protective measures. The inconsistencies observed in filtering mechanisms, access restrictions, and institutional internet limitations illustrate arbitrary regulatory approaches.

The increased processing of personal data, particularly health, financial, and sensitive personal information, has amplified concerns regarding data privacy and ethics. Cyberattacks targeting such data undermine citizens' trust in government institutions, exposing gaps in data protection policies (Ölmez, 2021: 13). The notion of "digital import substitution" proposed by Yardımcı and Altıntaş further indicates Türkiye's emergent position as a net exporter of data services, pointing to regulatory gaps that create economic and administrative risks.

Although the Presidential Digital Transformation Office (DDO) was established in 2018 to address these issues and strengthen central coordination, institutional resistance to information-sharing and fragmentation across ministries inhibits the formation of a holistic e-governance ecosystem. Therefore, sustainable digital governance necessitates not only technological investments but also improved inter-institutional coordination, knowledge-sharing cultures, and the strengthening of digital governance principles.

2.2. Digital Inequality as a Barrier to Transformation

Digital inequality remains one of the most significant barriers to inclusive digital governance. Socioeconomic disparities, differences in education levels, and regional infrastructure gaps prevent equitable access to digital services (Özen & Gürel, 2020). Low-income households struggle to access digital devices, while individuals with limited digital literacy face difficulties using digital public services effectively (Işıkçı, 2017). Internet infrastructure limitations and high connectivity costs further deepen the divide, particularly in underdeveloped regions (Tanrıverdi, 2021).

Although Türkiye has high internet penetration overall, disparities in digital competency between rural and urban areas persist. These inequalities were especially visible during the COVID-19 pandemic, when students

from rural areas with limited access to technological devices and connectivity were disproportionately disadvantaged (Ökten, 2024). Urban areas also experienced performance issues, as high population density generated increased network demand (Şentürk, 2021). As Liu (2021) notes, digital inequality restricts participation opportunities and limits social mobility in education.

Türkiye's Twelfth Development Plan (2024–2028) aims to reduce regional disparities in digital access by expanding broadband infrastructure and improving access to digital technologies across public services, including education and health (Presidency of Turkey, Presidency of Strategy and Budget (SBB), 2023).

2.3. Structural, Legal, and Institutional Constraints in Digital Public Governance

Despite comprehensive policy frameworks supporting Türkiye's e-government initiatives, current regulations often fail to keep pace with rapid technological developments. Excessive reliance on secondary regulations (e.g., directives and circulars) weakens institutional coherence and produces legal inconsistencies (Çaptuğ, 2021). Furthermore, several domains remain underregulated, such as machine-to-machine contracts, digital taxation, data protection, and incentives for digital entrepreneurship.

The complexity of existing incentive mechanisms limits their practical impact, while outdated tax and social security regulations inadequately address digital transactions, resulting in inconsistencies in digital revenue taxation.

A major institutional challenge lies in fragmented governance structures. No single authority oversees the IT sector comprehensively. Instead, responsibilities are distributed across multiple entities, including the Presidential Digital Transformation Office, the Information and Communication Technologies Authority (BTK), and various ministries. This fragmented structure weakens coordination and limits multi-stakeholder participation, particularly from civil society, academia, and the private sector.

Additionally, legacy information systems developed independently by institutions have created data silos, restricting interoperability and complicating integrated service delivery (Toy, 2021). Financial constraints further hinder progress; upgrading digital infrastructure, developing data centers, and maintaining large-scale IT projects require substantial resources that many institutions, especially small and medium-sized municipalities, lack (Özaltın & Ersoy, 2020).

Human capital shortages also remain a significant obstacle. The public sector struggles to compete with private-sector salaries and working conditions, particularly in fields such as cybersecurity, data analytics, and artificial intelligence. Limited digital literacy among citizens, especially older adults and individuals with disabilities, further reduces the inclusiveness of digital services (Ün, 2022). Institutional resistance to adopting digital culture adds an additional barrier to effective transformation (Çelik, 2023).

2.4. Central–Local Coordination and Governance Challenges

The success of e-government depends not only on central government strategies but also on the effectiveness of local governments in implementing and sustaining digital public services. Although Türkiye's digital transformation is highly centralized, metropolitan municipalities demonstrate increasing digital capacity, as reflected in Local Online Service Index (LOSI) results. However, significant disparities persist: while major cities offer advanced digital services, smaller municipalities often struggle with insufficient infrastructure, limited digital capacity, and a lack of specialized human resources (Güç, 2024).

Weak central–local coordination remains a critical governance challenge. Local governments often rely on central systems but lack the institutional capacity to develop customized local digital solutions or innovations. Problems in data sharing, standardization, and interoperability persist, hindering the integration of services across administrative levels. Yet local-level data are essential for designing and implementing effective national digital strategies.

To address these challenges, a multi-level governance approach is needed—one that strengthens coordination mechanisms, ensures transparent data management, promotes accountability, and reduces regional disparities. Integrating international digital governance standards into municipal operations and promoting inter-municipal partnerships can further enhance local digital capacity and support nationwide transformation.

CONCLUSION AND POLICY RECOMMENDATIONS

Türkiye's digital transformation is the result of a long-term process that began in the 1970s and gained momentum in the 2000s with e-transformation policies. Today, Türkiye ranks among the leading countries in digital public service availability, infrastructure development, and user penetration.

Despite major achievements such as 24/7 access to public services, enhanced citizen satisfaction, strengthened transparency and accountability, and cost savings, several challenges remain. These include institutional fragmentation, lack of data integration, digital inequality, outdated legislation, financial limitations, shortages of qualified personnel, and weak central–local coordination.

To address these challenges and ensure sustainable digital transformation, the following policy recommendations are proposed:

Institutional and Legal Reforms

- Establish a holistic national digital governance framework with measurable digital maturity indices and independent monitoring
- Regularly update legislation and improve data security standards
- Introduce binding ethical principles for AI applications

Strengthening Infrastructure and Interoperability

- Develop integrated data management systems ensuring full interoperability
- Modernize digital identity, records management, and authentication systems using blockchain-based solutions

Enhancing Human Capital

- Expand digital competencies training for public employees
- Provide digital leadership programs for senior and mid-level managers

Reducing Digital Inequality

- Implement targeted programs for disadvantaged groups
- Expand broadband access in rural areas
- Standardize accessible digital interfaces

Improving Local Government Capacity

- Support municipalities in developing digital infrastructures
- Foster multi-stakeholder governance and co-production of digital services

Advanced Technology Adaptation

- Integrate AI into strategic sectors such as healthcare, agriculture, and education
- Develop national frameworks for AI ethics, accountability, and transparency

Open Data and Civic Participation

- Open public data securely to citizens and developers
- Strengthen open-data platforms for transparency and innovation

In sum, Türkiye's digital state ecosystem represents not only the digitalization of public services but also the transformation of governance itself. Systems such as the e-Government Gateway, UYAP, MERSİS, e-Nabız, KamuNet, and e-Municipality have laid the foundation for a citizen-centered, transparent, accountable, and efficient public administration. Sustainable digital transformation will depend on strengthening institutional coordination, enhancing participatory governance, and cultivating a digital citizenship culture.

REFERENCES

Büke, A. (2002). *Bilişim çağında e-devlet ve e-Türkiye*. Aymar Yayıncılık.

Çaptuğ, M. (2021). Covid-19 salgınının kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi sürecine etkisi ve sonuçları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23*(2), 1309–1327. https://doi.org/10.33717/deuhfd.1001374

Çelik, D. (2023). Kamu yönetiminde dijital dönüşümde bir sorun alanı: Dijital kültüre yönelik direnç. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi, 5*(1), 69–86. https://doi.org/10.58307/kaytek.1308745

Çelik, Ş. Ç. (2021). Türkiye'de dijital devletin dönüşümünün kurumsal yapısı: QUO VADİS (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi örneği). In A. K. Çelebi & B. Kovancılar (Eds.), *Dijital devlet* (pp. 49–498). Gazi Kitabevi.

Çeliksoy, E., & Akça, A. (2024). Türkiye'de kamu yönetiminde yaşanan dijital dönüşüm süreci. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15*(2), 445–486. https://doi.org/10.54558/jiss.1426480

Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). New public management is dead—Long live digital-era governance. *Journal of Public Administration Research and Theory, 16*(3), 467–494. https://doi.org/10.1093/jopart/mui057

Duman, E., & Aktel, M. (2021). Türkiye'nin e-devlet kapısı (Dijital Türkiye Portalı). *Süleyman Demirel Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 11*(2), 613–641. https://doi.org/10.52273/sduhfd..957529

Güç, E. (2024). Kamu yönetiminde dijital dönüşüm bağlamında yerel yönetimler: Vatandaşa yakın merkeze uzak mı? *Urban 21 Journal, 2*(2), 113–129.

Işıkçı, Y. (2017). E-devlet uygulamalarının hukuk devletine etkisi: Yeni kamu işletmeciliği paradigması üzerinden bir değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22*(15), 1893–1913.

İris, M., & Akdemir, T. (2020). Kamu diplomasisinde dijital dönüşüm: Büyükelçilerin Twitter üzerinden gerçekleştirdikleri dijital diplomasi faaliyetlerinin incelenmesi. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology, 11*(42), 12–54. https://doi.org/10.5824/ajite.2020.03.001.x

Layne, K., & Lee, J. (2001). Developing fully functional e-government: A four-stage model. *Government Information Quarterly, 18*(2), 122–136.

Liu, J. (2021). Bridging digital divide amidst educational change for socially inclusive learning during the COVID-19 pandemic. *SAGE Open, 11*(1), 1–8. https://doi.org/10.1177/21582440211060810

Nalbantoğlu, C. B. (2021). COVID-19 sürecinin dijital dönüşüme etkileri. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences, 7*(4), 13–18.

Norris, D. F. (2010). E-government… not e-governance… not e-democracy—Not now! Not ever? In *Proceedings of the 4th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance* (pp. 339–346). ACM.

Ökten, M. (2024). Türkiye'de dijital dönüşümün eğitimdeki fırsat eşit(siz)liği üzerindeki etkileri. *Sosyolojik Bağlam Dergisi, 5*, 531–556. https://doi.org/10.52108/2757-5942.5.3.7

Ölmez, M. (2021). Türkiye'de kamu politikalarında dijital dönüşüm ve e-ticaret: Bir model önerisi. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi, 3*(1), 9–33.

Özaltın, O., & Ersoy, M. (2020). Kamu yönetiminde blokzincir kullanımı: D5 örneği. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 10*(2), 746–763. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.748379

Özen, A., & Gürel, F. N. (2020). Kamu denetiminde dijital dönüşüm: Dijital ikiz yöntemi. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi, 2*(1), 16–23.

Özer, M. A., & Yıldırım, S. (2023). Küreselleşmenin kamu hizmetine yansıması ve Türk kamu yönetimine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Türk Akademi Dergisi, 2*(1), 61–87.

Sarıtürk, M. (2022). Dijital dönüşüm döneminde kamu yönetimi ve dijital hükümet. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 42*, 555–603. https://doi.org/10.14520/adyusbd.1198232

Şentürk, O. (2021). Türkiye'de kamu iç denetim faaliyetlerinin dijital dönüşümüne yönelik uygulamalar. *TİDE*

Academia Research, 3(2), 157–186. https://doi.org/10.5824/tider.2021.157.186

Presidency of Turkey, Presidency of Strategy and Budget (2023). *On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028): Dijital gelişmelerin sosyoekonomik etkileri çalışma grubu raporu*. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Dijital-Gelismelerin-Sosyoekonomik-Etkileri-CG-Raporu_01082025.pdf

Tanrıverdi, A. (2021). Yapay zekânın kamu hizmetinin sunumuna etkileri. *Adalet Dergisi, 66*, 293–314.

Toy, G. (2021). Kamu hizmetlerinde bürokratik kültürden vatandaş odaklılığa dönüşüm. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi, 21*(2), 317–340. https://doi.org/10.11616/basbed.vi.849337

turkiye.gov.tr. (2025-a). *E-devlet kapısı hizmet istatistikleri*. https://www.turkiye.gov.tr/edevlet-istatistikleri

turkiye.gov.tr.(2025-b). *Yerel yönetimlerin sunduğu e-hizmetler*. https://www.turkiye.gov.tr/belediyeler

Türksat e-Government Gateway database (2025). *Türksat e-Devlet istatistikleri.* https://www.turkiye.gov.tr/edevlet-istatistikleri

Ün, L. (2022). Kamu hizmetinde yeni konsept: Akıllı kamu hizmeti. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6*(2), 415–440. https://doi.org/10.33399/biibfad.1130379

Uysal, Y. (2020). Klasik kamu yönetiminden yeni kamu işletmeciliği ve post-YKİ'ye kamu hizmetlerinin değişimi ve dönüşümü üzerine bir değerlendirme. *International Journal of Management and Administration, 4*(7), 112–155. https://doi.org/10.29064/ijma.680548

Yardımcı, G., & Altıntaş, A. (2020). Türkiye'nin dijitalleşme politikaları: Fırsatlar, tutarsızlıklar ve çözüm önerileri. *İktisat ve Toplum Dergisi, 14*, 5–12. https://www.researchgate.net/publication/340666156

Yeşilbaş, M. (2011). Türkiye'de elektronik devletin inşa süreci ve mevzuattaki görünümü. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1*(2), 1–23.

https://doi.org/10.71284/asc.202522

ALTYAPI VERİMLİLİĞİ İÇİN GÜNEY AFRİKA CUMHURİYETİ'NDE SINIFLAMA YOLUYLA BIR METROPOLİTENLEŞME ANALİZİ

AN ANALYSIS OF METROPOLIZATION VIA CLUSTERING IN REPUBLIC OF SOUTH AFRICA FOR INFRASTRUCTURAL EFFICIENCY

Mehmet Çağrı Kızıltaş[1]

Özet

Yüksek hız altyapısı ulusal kurulumun en önemli dinamiklerinden bir tanesidir. Kentlerin yüksek hız, yüksek konfor, yüksek standart ve yüksek kapasiteli bir şekilde birbirlerine bağlanmasında hayâti bir rolü bulunmaktadır. Turizm cazibesi açısından da önceliklidir. Metropolleşme; kentleşme, ulusallık ve kamusallık ile bağlantılıdır. Aynı zamanda ülkenin bölünmezliği açısından da önemli olmaktadır. Bölgesel birlikler de bölge düzeyli metropolitenleşmenin temelidir. Kentsel eğilimler ve metropol büyüme hızlarının anlaşılmasında çok disiplinli yaklaşımlar gereklidir. Yüksek hız ve yüksek kapasite mobilite sürdürülebilirlik ile bağlantılanmaktadır. Bu da kentler arası turizm ilişkilerini destekleyen sürdürülebilir ulaştırma politikalarının asli bir uzantısıdır. Bu makalede sınıflandırma istatistiksel yöntemlerinin kullanılması vasıtasıyla nüfus, yaşanabilirlik ve benzeri parametreleri dikkate almak suretiyle Güney Afrika Cumhuriyeti için bir sınıf bazlı analiz yürütülmüştür. Metropolitenleşme ortaya çıkan kentsel kümelenmeler arasındaki mesafeler de dikkate alınmak kaydıyla ortaya konulmuştur. Bu bağlamda sonuç ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sınıf analizi, kent, yüksek hız, turizm, ekonomi

Abstract

High-speed infrastructures are one of the most significant dynamics of national establishment currently. It has a crucial role that stands out between cities with high speed, high capacity, high standard and high comfort. It is also prior for tourism attractiveness. Metropolization is related with urbanization, nationality and publicity. It is significant for unity of the country. Regional unions are bases on metropolization on regional scale too. A multi-disciplinary approach is necessary for understanding the priority of urban trends and metropolization velocity. High speed and high capacity mobility is connected to sustainability. It is a primary extension of sustainable transportation policies that supports intercity tourism relations too. In this paper, a cluster-based analysis was conducted for Republic of South Africa by using population, liveabilities and similar parameters through cluster statistical methods. Metropolization were presented by taking into account the distances among emerging cluster cities, and results and suggestions were given in this context.

Keywords: Clustering analysis, urban, high speed, tourism, economy

[1]Asst.Prof., Istanbul Beykent University, cagrikiziltas@beykent.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9852-9428.

INTRODUCTION

Transportation is at the heart of development, attracting tourism, social activity, economic growth, and cultural relations. Transportation services increase the emphasis on tourism travel at city, regional, national, and international levels. Today, tourism is one of the main pillars of economic development for countries. Multi-sectoral improvement is a challenging issue, especially for developing countries. And the mentioned countries strengthen their core sectors such as construction, healthcare, tourism, heavy industry, infrastructure, energy, the military, or light industry. The driving force behind tourism is a well-developed transportation system. High-speed rail is an important asset, capacity, and opportunity for the tourism sector.

The Republic of South Africa is a large country established on vast lands from the southernmost tip of the African continent. It holds a highly strategic position, including the Cape of Good Hope, and is also central to the surrounding countries. With a land area of 1,219,912 km², the Republic of South Africa is the 24th largest country in the world in this regard. Its population is estimated to be 63.7 million. The country is also 24th in the world by population. The country is the 5th largest in Africa by population and the 9th largest by area. The country's border neighbors are Namibia, Botswana, Zimbabwe, Mozambique, and Eswatini. The country opens onto the Indian Ocean and the Atlantic Ocean. Its lands are fertile, with rich natural beauty and high ethnic diversity. It is the only developed country in the African continent and has a strong administrative, political, and economic culture. Due to its strategic location, identity, and history, it is a sensitive point in African integration. English, Afrikaans, Zulu, and Xhosa are the most common languages in the country. In this study, a historical analysis was conducted by listing prominent cities in the Republic of South Africa, taking into account neighboring countries. Within this framework, the listed cities were analyzed in the R studio program using relevant cluster statistical methods based on parameters such as population, economic size, development, and so on. Accordingly, the appropriate clustering method and number of clusters were finally determined, and the cluster of priority cities in the identified list was identified. The cities in this cluster were evaluated in terms of metropolitanization trends and high-speed systems, considering the distances between them, and recommendations were made regarding the Republic of South Africa's cluster infrastructure integration.

Figure 1. Big Urbans of South Africa

Source: Deposit Photos, 2025

The infrastructure development process is ongoing. Transport and traffic-related lean times show local similarities with other developed and developing countries. Demand and volumes for inter-city trips and mass transport are on quite high levels. Below on Figure 1 shows the regions of South Africa (Deposit Photos, 2025). In Figure 2 Republic of South Africa state map is presented (Deposit Photos Vectors, 2025). Figure 3 shows Republic Of South Africa Geographical Map (Europosters, 2025). Table 1 shows South Africa cities' populations (OECD, 2020).

Figure 2. South Africa Republic State Map

Source: Deposit Photos Vectors, 2025

Figure 3. Republic Of South Africa Geographical Map

Source: Europosters, 2025

Table 1. South Africa Cities Populations And Related Parameters

City	Livability	Population
Johannesburg	64	4430000
Sandton	62	222000
Cape Town	62	434000
Pretoria	61	742000
Durban	57	595000
Randburg	48	337000
Centurion	47	237000
Benoni	45	159000
Soweto	45	1270000
Paarl	43	112000
Springs	43	122000
Pietermaritzburg	41	619000
Brits	39	53500
Vereeniging	39	99000
Rustenburg	36	550000
Port Elizabeth	34	312000
Worcester	34	97100
Uitenhage	34	104000
Makhanda	34	67300
Potchefstroom	34	149000
Klerksdorp	33	187000
Vanderbijlpark	33	95800
Bloemfontein	33	256000
Kimberley	32	501000
Mthatha	31	96100
East London	31	267000
Kroonstad	31	169000
Middelburg	30	87300
Bethal	30	60800
George	30	157000
Komani	30	68900
Mmabatho	30	38300
Bhisho	29	11200
Welkom	28	64100
Vryheid	28	47400
Upington	27	121000

Source: OECD, 2020

1. THEORETICAL FRAMEWORK

Transportation is one of the driving forces of modern civilization. It is one of the most important direct and indirect dynamics of today's quality of life and culture. Transportation is one of the foundations of civilization. Security has various aspects that intersect with and support the nation, health, economy,

urbanism, engineering, and politics. Urban progress is also important in transportation. Sustainability, urbanization, and digitalization are the cornerstones of mobility in the 21st century. Transportation plays a central role in bringing all of this together.

Urbanization has always been the driving force behind development throughout history. Because it constitutes the main turning point of the economy. From ancient times to the present, urban life, rural life, and nomadic life have developed as the three main ways of living for humanity. However, in modern times, its content and features have undergone significant changes. Urbanization and cities have been constantly developing over the past 300 years. In this century, the proportion of people living in cities within the global population has increased more than ever before, and this trend continues to grow. In the 21st century, urbanization, cities, large cities, and the urban population ratio will continue to increase steadily and continuously.

In the 21st century, in addition to urbanization, digitalization and sustainability will also be at the forefront. The dynamic that strengthens the trend of digitalization is a continuous and uninterrupted procedure of technological progress and innovation. This also creates a constant dynamic of change in daily life. Transportation and urbanization have been affected by this dynamic and will continue to be affected.

In this context, Republic of South Africa's infrastructure-building process is completed on big ratios but still some works ongoing and has to allocate a share of the budget to investment. However, under the current circumstances, the proper use of global resources has become vital for nations. As a developed geo strategic country in this context, the spread of high speed systems and metropolizations with right decisions in South Africa is quite significant (Givoni, 2006).

2. METHOD

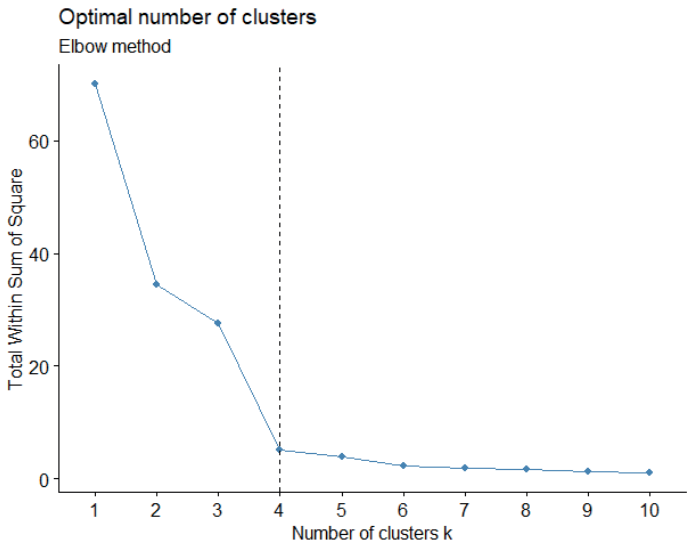
2.1. Clustering Analysis

Clustering statistical analysis have been conducted via K means method, PAM and Clara method.

2.1.1. K Means Method

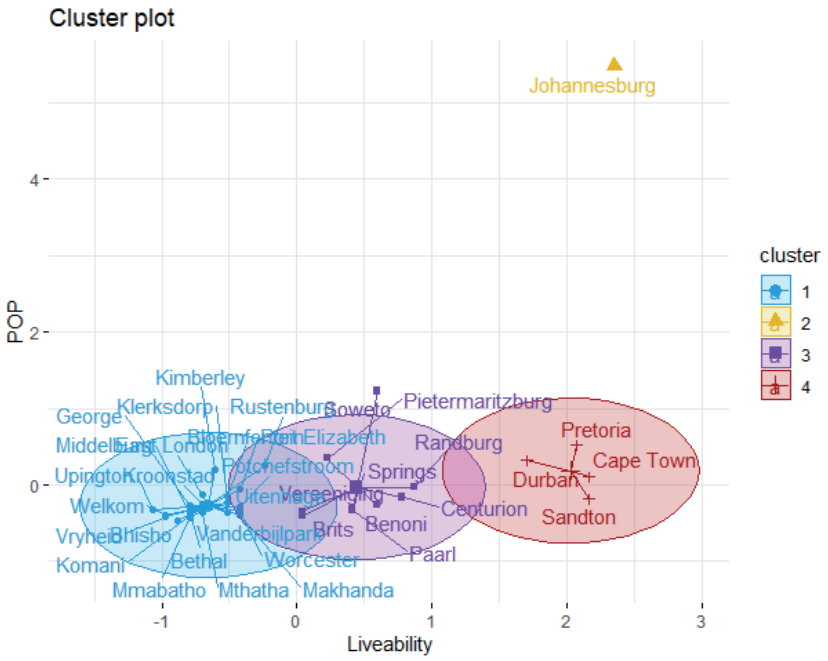
Here are results for number of clusters and cluster visulation in terms of K means method in Figure 4 and Figure 5.

Figure 4. Number of Clusters in Terms of K Means Method



2.1.2. Cluster Visulation

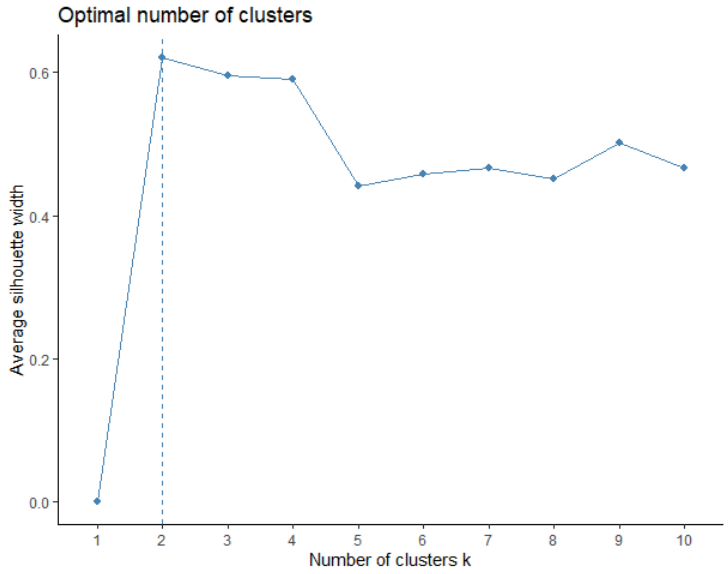
Figure 5. Cluster Visulation In Terms Of K Means Method



2.1.3. PAM

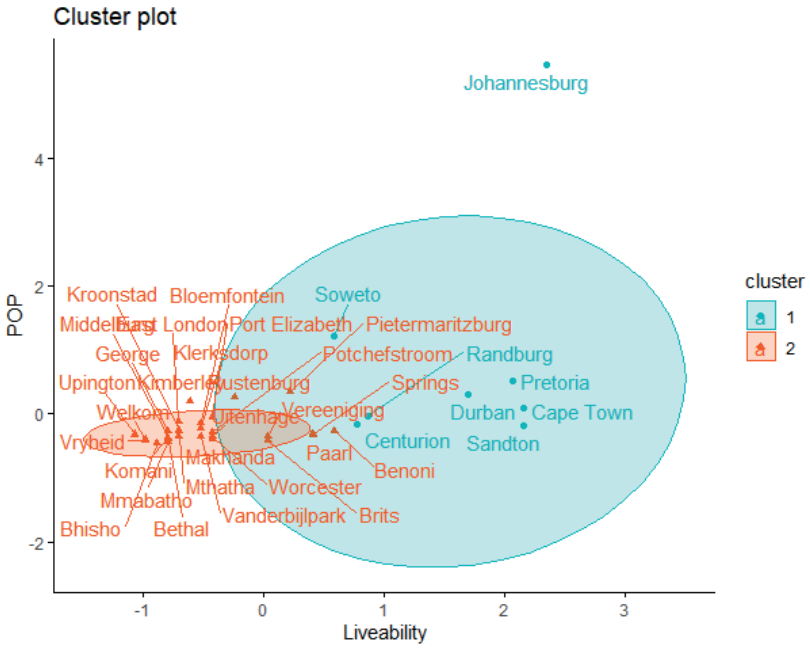
Here are results for number of clusters and cluster visulation in terms of PAM in Figure 6 and Figure 7.

Figure 6. Number of Clusters in Terms of PAM



2.1.4. Cluster Visulation

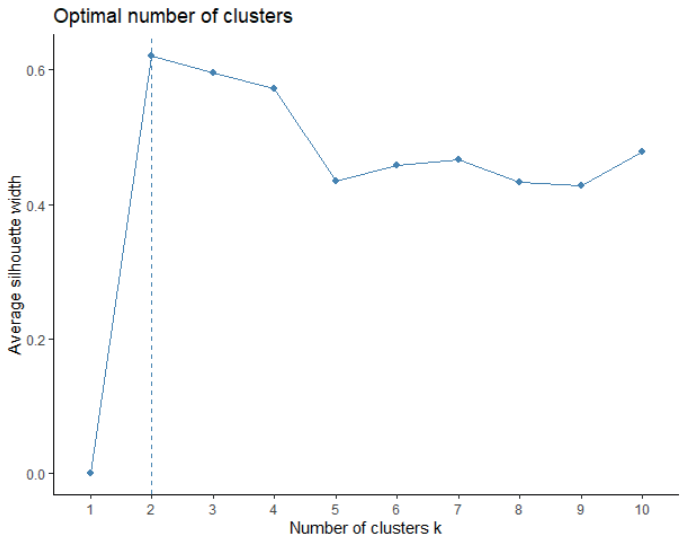
Figure 7. Cluster Visulation In Terms Of PAM



2.1.5. Clara Method

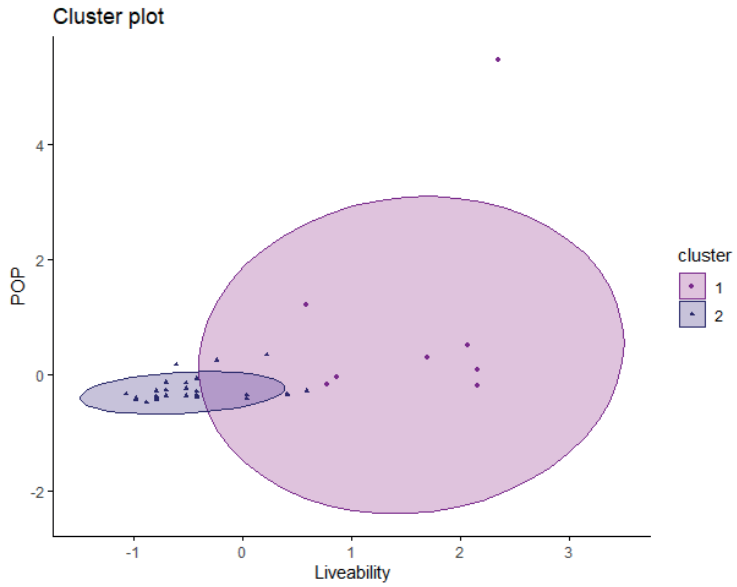
Here are results for number of clusters and cluster visulation in terms of Clara method in Figure 8 and Figure 9.

Figure 8. Number of Clusters in Terms of Clara Method



2.1.6. Cluster Visulation

Figure 9. Cluster Visulation In Terms Of Clara Method



As a result of all methods and agglomerations, the biggest cities has been emerged into two clusters, 4 main clusters has emerged for these dataset. On Table 2, clustering list of the cities has been given.

Table 2. Cluster List Of South Africa Cities

City	Cluster	Population
Johannesburg	2	4430000
Sandton	4	222000
Cape Town	4	434000
Pretoria	4	742000
Durban	4	595000
Randburg	3	337000
Centurion	3	237000
Benoni	3	159000
Soweto	3	1270000
Paarl	3	112000
Springs	3	122000
Pietermaritzburg	3	619000
Brits	3	53500
Vereeniging	3	99000
Rustenburg	1	550000
Port Elizabeth	1	312000
Worcester	1	97100
Uitenhage	1	104000
Makhanda	1	67300
Potchefstroom	1	149000

Klerksdorp	1	187000
Vanderbijlpark	1	95800
Bloemfontein	1	256000
Kimberley	1	501000
Mthatha	1	96100
East London	1	267000
Kroonstad	1	169000
Middelburg	1	87300
Bethal	1	60800
George	1	157000
Komani	1	68900
Mmabatho	1	38300
Bhisho	1	11200
Welkom	1	64100
Vryheid	1	47400
Upington	1	121000

Source: (Kızıltaş, 2025)

3. FINDINGS

After statistical analysis, prior urbans were gathered on 4-2-3 clusters. But <100.000 populated cities of no 3 cluster is extracted. On Table 3 selected cities are listed below.

Table 3. Selected Cities Via Clustering Analyze

City	Cluster	Population
Johannesburg	2	4430000
Sandton	4	222000
Cape Town	4	434000
Pretoria	4	742000
Durban	4	595000
Randburg	3	337000
Centurion	3	237000
Benoni	3	159000
Soweto	3	1270000
Paarl	3	112000
Springs	3	122000
Pietermaritzburg	3	619000

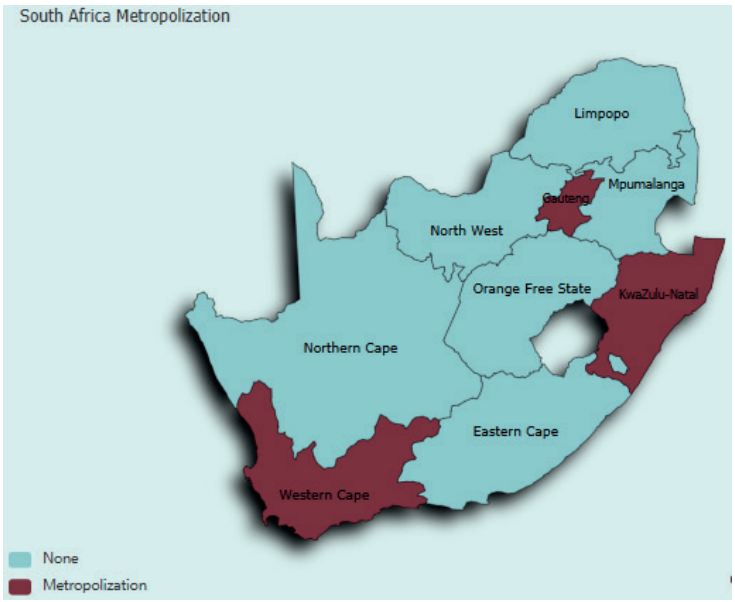
Source: (Kızıltaş, 2025)

Among the various cities in Western Europe, high-speed trains and airlines are quite general (Marta et al, 2010). With the spread of Maglev trains, the competitive intervals of more than 600 kilometers could become shared between Maglev and air passenger transport (Kiziltas, 2020). The competitive mode varies according to the distance assessed. Within this scope, high-speed railways on distances of 400-600 km appear to be the most competitive mode (Kiziltas, 2020).

DISCUSSION AND CONCLUSION

Figure 10 shows metropolization proposal map of Republic of South Africa.

Figure 10. Metropolization Proposal Regions On Map



Source: (Kızıltaş, 2025)

As shown in the map, the cities proposed for high-speed connections under this paper also include most of South Africa's central and densely populated areas. When these areas are equipped with high-speed systems, a robust action plan, high capacity transport and high standard urbans, national infrastructural core will be emerged in the country's geographically central and inland areas. On the other hand, with the completion of all the proposed high-speed railway lines projects, high speed rail connections from the country's south to the north, to the border areas of the Central Africa and from the west coast to the east central part will be provided without interruption. Due to the country's wide geography, the extension of the proposal lines to more different cities could only be due to a variety of other strategic reasons.

REFERENCES

Givoni, Moshe. (2006) Development and impact of the modern high-speed train: A review. *Transport reviews*, 26.5: 593-611.

https://depositphotos.com/tr/vectors/harita-g%C3%BCney-afrika.html

https://depositphotos.com/tr/vectors/harita-g%C3%BCney-afrika.html)

https://www.europosters.eu

Kiziltas, M.C., (2020) High-speed Railways, Study of Impact on Production and Economic Development, BEU Journal of Scientific Sciences, 9 (4), 1844-1853

OECD Republic of South Africa City Populations, 2020

Sanchez-Borras, Marta, et al. (2010) Rail access charges and the competitiveness of high speed trains. Transport policy, 17.2: 102-109.

https://doi.org/10.71284/asc.202523

PREPARING YOUNG PEOPLE FOR UNCERTAINTY: CAREER AGILITY

GENÇLERİ BELİRSİZLİĞE HAZIRLAMAK: KARİYER ÇEVİKLİĞİ

Ayhan Ünal[1]
Hasan Bozgeyikli[2]

Abstract

Rapid changes in the business world in the 21st century, the transformation of professions by artificial intelligence and digitalization, economic crises, and increasing competition in education are causing young people to experience intense anxiety and uncertainty during their life transitions. The fact that a significant portion of Turkey's young population is neither in education nor employment makes this situation even more critical and increases the importance of career psychological counseling. In this context, career counseling has evolved from traditional matching approaches to contemporary approaches that focus on individual differences, uncertainty, and the role of chance. In particular, Chaos Theory-Based Career Counseling, developed by Pryor and Bright, focuses on the understanding of limited control, the evaluation of chance-based opportunities, and the acceptance of uncertainty. This theory supports the development of skills such as flexibility, optimism, risk-taking, curiosity, and strategic thinking in young people. In the literature, these skills overlap with the concepts of learning agility, workforce agility, and career agility. Learning agility refers to an individual's capacity to learn from new experiences and adapt quickly to change, workforce agility refers to organizations' adaptability to uncertainty, and career agility refers to individuals adopting a hopeful, flexible, and proactive attitude in their career development. As a result, in today's rapidly changing conditions, young people's need for career agility is greater than ever.

Keywords: Chaos theory-based career counseling, career agility, learning agility

Özet

21. yüzyılda iş dünyasındaki hızlı değişimler, yapay zekâ ve dijitalleşmenin meslekleri dönüştürmesi, ekonomik krizler ve artan eğitim rekabeti, gençlerin yaşam geçişlerinde yoğun kaygı ve belirsizlik yaşamalarına yol açmaktadır. Türkiye'de genç nüfusun önemli bir kısmının ne eğitimde ne de istihdamda bulunmaması bu tabloyu daha da kritik hâle getirmekte ve kariyer psikolojik danışmanlığının önemini artırmaktadır. Bu bağlamda kariyer danışmanlığı, geleneksel eşleştirme yaklaşımlarından bireysel farklılıklara, belirsizliğe ve şansın rolüne dikkat çeken çağdaş yaklaşımlara evrilmiştir. Özellikle Pryor ve Bright'ın geliştirdiği Kaos Kuramına Dayalı Kariyer Psikolojik Danışması, sınırlı kontrol anlayışını, şansa dayalı fırsatların değerlendirilmesini ve belirsizliğin kabulünü merkeze almaktadır. Bu kuram, gençlerde esneklik, iyimserlik, risk alma, merak ve stratejik düşünme gibi becerilerin gelişimini desteklemektedir. Literatürde bu beceriler öğrenme çevikliği, işgücü çevikliği ve kariyer çevikliği kavramlarıyla örtüşmektedir. Öğrenme çevikliği bireyin yeni deneyimlerden ders çıkarma ve değişime hızla uyum sağlama kapasitesini, işgücü çevikliği organizasyonların belirsizliklere karşı uyarlanabilirliğini, kariyer çevikliği ise bireylerin

[1]Corresponding Author, Ress. Asst., Selcuk University, ayhan.unal@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-1099-1699

[2]Prof. Dr., Selcuk University, hbozgeyikli@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6762-1990

kariyer gelişiminde umutlu, esnek ve proaktif bir tutum benimsemelerini ifade etmektedir. Sonuç olarak, günümüzün hızlı değişen koşullarında gençlerin kariyer çevikliğine duyduğu ihtiyaç her zamankinden daha fazladır. Bu nedenle üniversiteler, kariyer merkezleri ve danışmanlık hizmetleri aracılığıyla gençlerin çeviklik becerilerini geliştirecek programlar ve müdahaleler tasarlanmalı; böylece gençlerin sağlıklı kariyer geçişleri yapabilmeleri ve belirsiz geleceğe hazırlıklı olmaları desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Kaos kuramına dayalı kariyer psikolojik danışması, kariyer çevikliği, öğrenme çevikliği

INTRODUCTION

Youth is a life stage marked by the energy and excitement it brings, as well as challenging developmental tasks that facilitate the transition to independent adulthood (Koprowicz and Gumowska, 2022). Particularly in the 21st century, young people are increasingly exposed to significant difficulties, shocks, and stress during their life transitions (Barford, 2023). This increase is driven by many variables, including rapid changes in the business world, the transformation of professions through artificial intelligence and digitalization (Benhamou, 2020), economic crises, and increased competition in education. Consequently, young people feel anxious about many issues, particularly school and the future (Heffer et al., 2025). It is natural for young people to be more concerned about their academic success and the jobs they will do after graduation. This is because, when making plans for the future, work is the most important criterion that determines an individual's social status and affects their position and roles in life (Yeşilyaprak, 2016, p.3). Therefore, many young people strive to find a place in the workforce where they can use the knowledge and skills they have acquired after graduation. However, when examined in the context of Turkey, it has been reported that 25.4% of young people aged 15-29 were neither in education nor employment in the second quarter of 2025 (Turkish Statistical Institute, 2025). In this atmosphere of competition and uncertainty, young people need to acquire certain career competencies and therefore require career psychological counseling in order to shape and clarify their careers (Bozgeyikli, 2022; Kuijpers & Scheerens, 2006). Career counseling has also undergone some paradigm shifts from the past to the present in order to respond to the needs of the times. The traditional matching paradigm, which focused on the compatibility of the individual's characteristics with the requirements of the job, has given way to a modernist approach that emphasizes individual differences, where the individual structures their own career. Approaches such as the "Career Construction Theory" (Savickas, 2013), which focuses on career compatibility in order to be better prepared for career transitions, and the "Career Sailboat Model" (Korkut-Owen et al., 2022), and the "Multicultural Career Counseling" (Pişkin, 2022), which addresses culture. As an alternative to these approaches, Pryor and Bright (2003), who sought to respond to the demands of the era and argued that other theories focused on certain aspects of reality while neglecting others, proposed the "Chaos Theory-Based Career Counseling" approach.

1. METHOD

This research is a qualitative theoretical review and literature review. The study examines contemporary theories and approaches in the field of career counseling, particularly evaluating the intersection of Chaos Theory-Based Career Counseling with the concepts of learning agility, workforce agility, and career agility. The national and international literature on the subject was reviewed, and a conceptual framework was developed by examining current academic articles, book chapters, and reports. The aim of the study is to integrate theoretical discussions and present conclusions aimed at increasing career agility among young people.

2. FINDINGS

2.1.Career Counseling Based on Chaos Theory

Chaos theory-based career counseling was introduced into the literature when the chaos theory, from which it takes its name, was integrated into career counseling by Pryor and Bright (2011). According to chaos theory-based career counseling, the matching paradigm assumes that people have more control over the outcomes of their plans and behaviors in their lives than they actually do (Pryor and Bright, 2003). On the other hand, new narrative-based theories take a phenomenological approach to career development and do not consider environmental and systemic conditions (Bozgeyikli, 2022). According to this theory, approaching reality from multiple perspectives without adhering to a single method and analysis is more appropriate for the complex and variable nature of career development (Pryor and Bright, 2018).

Chaos theory offers a limited understanding of control, emphasizing chance and coincidence rather than the desire to know and control everything around us. By accepting uncertainties, it approaches human interaction with nature as a creative communication (Briggs and Peat, 1999). This understanding appears more useful for today's rapidly changing conditions. Because not accepting that control is limited is likely to negatively affect individuals' mental health. Therefore, during psychological counseling, the client is taught to accept human limitations, recognize the influence of chance, and understand that every path can be unique. On the other hand, the aim is not to cause feelings of helplessness, but to help the client develop new strategies by taking all of these into account (Bozgeyikli, 2022). At the end of the counseling process, individuals are expected to gain flexibility, optimism, risk-taking, curiosity and open-mindedness, persistence in overcoming obstacles, self-efficacy, strategic thinking, and belief in their own luck (Pryor and Bright, 2011). Therefore, it is considered critical to equip university students with these skills to enable them to make healthier transitions in their careers and adapt quickly to unexpected changes. At this point, it can be said that the concepts of learning agility and career agility in the literature show a strong intersection with career psychological counseling based on chaos theory.

2.2.Learning Agility

The rapidly changing economic, technological, and social dynamics of the 21st century have led employers to prefer agile individuals who can adapt to uncertainty, think flexibly, and respond quickly to changing conditions. This situation clearly shows that young people need to take on more responsibility in their career development and possess more targeted skills than in previous periods. Among these, the concept of agility stands out as a prominent and expected skill today. Agility refers to the ability of businesses to always be prepared for changes in the external environment and to respond to these changes as quickly as possible with proactive, responsive, and adaptive behaviors using material, non-material, and human resources (Hatunoğlu, 2024). Underlying this is learning agility, which relates to the ability to adapt and the willingness to face the unknown. This concept has been used to describe individuals who possess skills such as openness, eagerness to learn, and flexibility. Additionally, a person with learning agility is curious about the world, has a high tolerance for uncertainty, possesses good interpersonal skills, is visionary, and is innovative (Eichinger & Lombardo, 2004). Individuals with high learning agility learn the "right lessons" from their experiences and apply these lessons to new situations. People with high learning agility constantly seek new challenges, actively seek feedback from others in order to grow and develop, tend to self-reflect, and draw practical conclusions by evaluating their experiences (De Meuse et al., 2010). In this context, businesses and institutions expect their employees to become more productive by encouraging them to gain learning agility. As a result, the concept of workforce agility has come to the fore in the field of human resources in order to optimize the organization's operations.

2.3. Workforce Agility

Among the various agility classifications in the literature, workforce agility stands out as a critical component in the evolution of the agility concept. Contemporary work environments are often described as uncertain and volatile, requiring individuals and teams to respond to changing circumstances (Bundtzen and Hinrichs, 2021). Workforce agility goes beyond basic technical skills; it involves building a more versatile culture where employees continuously learn, adapt, and prepare to face future challenges (Sherehiy et al., 2007). In recent years, the focus on workforce agility has increased significantly. As organizations realize they need employees who can quickly adapt to new challenges, the ability to foster a agile workforce has become a key priority. Workforce agility refers to the collective capacity of a firm's personnel to rapidly adapt to changing conditions. As the level of uncertainty in market conditions increases exponentially, the levels of adaptation demanded by the external environment are also rising rapidly. Therefore, creating an agile workforce is one of the fundamental criteria for staying in business and maintaining the company's competitive strength (Felipe, 2017). Workforce agility is sometimes referred to as employee agility in the literature. Agile employees can quickly take on new tasks, adapt to different situations, and generally embrace change. The ability to adapt quickly to new situations and technology is crucial in fast-paced workplaces where individuals are often expected to acquire new expertise on the job (Verma, 2024). Agile employees not only accept challenges but also embrace them. They are quick to acquire new knowledge and are pioneers in trying out the latest technology (Pulakos et al., 2000). Employees with the ability to be agile support increased innovation in businesses, encounter disruptions and resolve them, and maintain the company's competitive advantage in the market (DeRue et al., 2012). Based on all this, it can be said that the concept of agility encompasses the skills that employees should possess and be expected to have for the benefit of the organization rather than for individual purposes. Indeed, the widely used term "workforce agility" or "agile workforce" shows that the concept relates to "all people working for a company or organization" (Cambridge Dictionary, 2025). Therefore, this concept is based more on theories specific to human resources and organization (Salmen and Festing, 2022). However, from the perspective of career counseling, it can be argued that being agile in one's career development is an important advantage for individuals today. This is because young people can better adapt to change by using learning agility in their own career development. In this context, the concept of career agility comes to the fore.

2.4. Career Agility

There are multiple definitions in the literature for describing career agility. An agile career is defined as "a self-reflective and iterative path guided by responses to change and evolving job roles" (Konstant, 2018). According to Konstant (2018), career agility maximizes creativity, development, and happiness. Dent et al. (2020) define career agility as the ability to seize opportunities and develop a positive and proactive attitude toward a changing work environment. Similarly, Bennett and Miles (2010) define career agility as the ability to strategically develop skills and competencies and use them. In its most concise and comprehensive definition, career agility refers to the quality of being hopeful, optimistic, flexible, resilient, and creative in your career development process (UBC, 2020). Therefore, career agility goes beyond reactive adaptation. It is more about managing change and proactively turning it into opportunity than adapting to change. In this context, the concept of career adaptability can be seen as a prerequisite for career agility (Coetzee et al., 2021; Savickas, 2013).

Coetzee and colleagues (2020) state that career agility consists of three distinct dimensions: technological adaptation, agile learning, and career navigation. Technological adaptation is defined as optimism and a positive attitude toward technological progress and change, belief that these will bring new job and career opportunities, and actively updating knowledge and skills to take advantage of new opportunities created by accelerating technological developments. Agile learning is defined as the energy and motivation to set and manage career goals, and the ability to eagerly seek learning opportunities to enhance career and job success. Career navigation is characterized by a willingness to adapt to and take advantage of changes in the

work and career environment, and by confidence in adapting to and coping with changes and uncertainties in work and career (Coetzee et al., 2021).

2.5.Chaos Theory-Based Career Counseling and Career Agility

In Coetzee and colleagues' (2020, 2021) model, career agility is primarily addressed through adapting to technological change, learning motivation, and career guidance skills. This perspective emphasizes the individual's competence in controllable processes. However, from the perspective of career counseling based on chaos theory, not only processes that individuals can control are critical in career development, but also unpredictable, random, and chaotic interactions. At this point, the concept of career agility can be restructured with new dimensions based on the fundamental assumptions of career counseling based on chaos theory.

2.5.1.Belief in Luck

One of the primary goals in career counseling based on chaos theory is to normalize chance. In other words, it is to help individuals recognize and accept that unplanned and unpredictable events have a significant impact on their careers (Pryor and Bright, 2011). Accepting chance helps individuals move forward without getting stuck on sudden and unexpected adversities, thereby helping them become more agile. This is because individuals now view such situations not as decision-making errors but as the inevitable result of random events (Bozgeyikli, 2022).

2.5.2.Emergent Thinking

According to chaos theory, the main problem in career processes is approaching career development with a closed mindset. Individuals may approach it with thoughts such as "Nothing unexpected should happen," "All outcomes are predictable," and "I must have complete control." This restrictive way of thinking limits the individual's scope of action (Pryor and Bright, 2007). Chaos theory, on the other hand, aims to develop a perspective that allows for more creativity and experience by moving beyond the structures that limit the individual (Bozgeyikli, 2022). In this way, the individual adapts to change by developing new perspectives related to "what is happening at that moment" rather than old learning patterns that do not fit the new situation. Therefore, this way of thinking is an important part of the individual's ability to be more agile in the face of all changes.

2.5.3.Proactivity

Proactivity is understood to consist of foresighted actions initiated by the individual themselves with the aim of changing themselves or their situation (Sylva et al., 2019). A proactive person goes beyond adapting to evolving situations and actively seeks to turn this change into an opportunity through behaviors they initiate themselves (Hatunoğlu, 2024).

DISCUSSION AND CONCLUSION

In recent years, university students in our country have been found to experience anxiety about the future, particularly regarding concerns about finding employment, worries about their profession, exam stress, economic difficulties, and the challenges of daily life (Aşantuğrul, 2024). These anxieties can negatively impact young people's academic performance, psychological well-being, and career planning. At this point, career agility emerges as a critical protective factor by helping individuals develop a flexible, hopeful, and proactive attitude in the face of uncertainty. Through career agility, young people can gain the skills to cope with unpredictable situations, recognize opportunities, and turn challenges into areas for growth. Therefore, designing and implementing programs aimed at developing career agility in universities will not only prepare young people to be better equipped for the labor market but also increase their psychological resilience in uncertain environments. Such programs can make significant contributions at both the individual and societal levels by encouraging students to take an active role in their career development.

REFERENCES

Akkermans, J., Brenninkmeijer, V., Huibers, M., & Blonk, R. W. B. (2013). Competencies for the contemporary career: Development and preliminary validation of the career competencies questionnaire. *Journal of Career Development, 40*(3), 245-267. https://doi.org/10.1177/089484531246750

Aşantuğrul, N. (2024). Üniversite Öğrencilerinin Gelecek Kaygıları Üzerine Nitel Bir Araştırma. *Ases Ulusal Sosyal Bilimler Dergisi*, *4*(1), 62-68.

Barford, A. (2023). Youth futures under construction, *Journal of the British Academy, 11*(3), 3-16. https://doi.org/10.5871/jba/011s3.003

Benhamou, S. (2020). Artificial intelligence and the future of work. *Revue d'économie industrielle*. https://doi.org/10.4000/rei.8727.

Bennett, N., & Miles, S. A. (2010*). Your career game: How game theory can help you achieve your professional goals* (1st ed.). Stanford University Press

Bozgeyikli, H. (2022). Kaos Kuramına Dayalı Kariyer Psikolojik Danışmanlığı. İçinde Bacanlı, F. & Büyükgöze-Kavas, A (Ed.). *Kariyer Psikolojik Danışmasında Çağdaş Kuramlar, Yaklaşımlar ve Modeller* (ss. 217-262). Pegem Akademi.

Briggs, J. & Peat, F.D. (1999). *Seven lessons of chaos: Spiritual wisdom from the science of change*. Harper Collins

Bundtzen, H., & Hinrichs, G. (2021). The link between organizational agility and vuca – an agile assessment model. *SocioEconomic Challenges, 5*(1), 35–43. https://doi.org/10.21272/sec.5(1).35-43.2021

Cambridge Dictionary. (2025). Workforce. Retrieved September 3, 2025, from https://dic tionary.cambridge.org/dictionary/english/workforce

Coetzee, M., Bester, M. S., Ferreira, N., & Potgieter, I. L. (2020). Facets of career agility as explanatory mechanisms of employees' career adaptability. *African Journal of Career Development, 2*(1), a11. https://doi.org/10.4102/ajcd.v2i1.11

Coetzee, M., Ferreira, N., & Potgieter, I. L. (2021). Assessing the construct validity of the Career Agility Scale for measuring adult workers' digital era adaptive readiness. *Journal of Psychology in Africa*, *31*(4), 355–361. https://doi.org/10.1080/14330237.2021.1952725

De Meuse, K. P., Dai, G., & Hallenbeck, G. S. (2010). Learning agility: A construct whose time has come. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, *62*(2), 119.

DeRue, D. S., Ashford, S. J., & Myers, C. G. (2012). Learning agility: In search of conceptual clarity and theoretical grounding. *Industrial and Organizational Psychology, 5*(3), 258–279. https://doi.org/10.1111/j.1754-9434.2012.01444.x

Eichinger, R. W., & Lombardo, M. M. (2004). Learning agility as a prime indicator of potential. *Human Resource Planning, 27*. Retrieved from http://www. successfactors.com/static/docs/LearningAgilityResearchWhitepaper.pdf.

Felipe, C., Roldán, J., & Leal-Rodríguez, A. (2017). Impact of organizational culture values on organizational agility. *Sustainability, 9*(12), 2354. https://doi.org/10.3390/su9122354

Hatunoglu, S. B. (2024). Workforce agility: a systematic literature review and comparison with domestic studies. *Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML), 11*(2), 101-121. http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2024.1936

Koprowicz, A., & Gumowska, I. (2022). Is the future frightening? Anxiety among young people in care in Poland as they move to independence. *Adoption & Fostering*, *46*(3), 302-317. https://doi.org/10.1177/03085759221116412

Korkut-Owen, F., Çaykuş, T.M. & Demirtaş-Zorbaz, S. (2022). Kariyer Yelkenlisi Modeli. İçinde Bacanlı, F. & Büyükgöze-Kavas, A (Ed.). *Kariyer Psikolojik Danışmasında Çağdaş Kuramlar, Yaklaşımlar ve Modeller* (ss. 111-148). Pegem Akademi

Kuijpers, M. A. C. T., & Scheerens, J. (2006). Career competencies for the modern career. *Journal of Career Development*, *32*(4), 303-319. https://doi.org/10.1177/0894845305283006

Konstant, M. (2018). *Activate your agile career: How responding to change will inspire your life's work* [E-book]. Konstant Change.

Pişkin, M. (2022). Çok Kültürlü Kariyer Psikolojik Danışması. İçinde Bacanlı, F. & Büyükgöze-Kavas, A (Ed.). *Kariyer Psikolojik Danışmasında Çağdaş Kuramlar, Yaklaşımlar ve Modeller* (ss. 369-419). Pegem Akademi

Pryor, R.G.L. ve Bright, J. E. H. (2003). The chaos theory of careers. *Australian Journal of Career Development, 12*(3), 12-20.

Pryor, R. G., & Bright, J. E. (2007). Applying chaos theory to careers: Attraction and attractors. *Journal of Vocational Behavior*, *71*(3), 375-400 https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.05.002

Pryor, R.G.L. ve Bright, J. E. H. (2011). *The chaos theory of careers. A new perspective on working in the twenty-first century*. Taylor & Francis Group

Pryor, R.G.L. ve Bright, J. E. H. (2018). Career as fractal patterns: The chaos theory of career perspective. *Contemporary Theories of Career Development* içinde Arthur, N. & McMahon, N. (Ed.) 135-152, Routlege

Pulakos, E. D., Arad, S., Donovan, M. A., & Plamondon, K. E. (2000). Adaptability in the workplace: Development of a taxonomy of adaptive performance. *Journal of Applied Psychology, 85*(4), 612–624. https://doi.org/10.1037//0021-9010.85.4.612

Salmen, K., & Festing, M. (2022). Paving the way for progress in employee agility research: a systematic literature review and framework. *The International Journal of Human Resource Management*, *33*(22), 4386-4439. https://doi.org/10.1080/09585192.2021.1943491

Savickas, M. L. (2013). *Career construction theory and practice*. In S. D. Brown & R. W. Lent (Eds.), Career development and counseling: Putting theory and research to work (pp. 147-183). John Wiley & Sons.

Sherehiy, B., Karwowski, W., & Layer, J. K. (2007). A review of enterprise agility: Concepts, frameworks, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics, 37*(5), 445–460. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.01.007

Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). *İşgücü İstatistikleri, II. Çeyrek: Nisan-Haziran, 2025, https://data.tuik.gov.tr/*

UBC. (2020). *What is career agility and why do you need it?* Alumni UBC. Retrieved from https://www.alumni.ubc.ca/2017/blog/careers-blog/career-agility-need/

Verma, A. (2024). Agile Leadership in the VUCA World: Combating Challenges of the COVID-19 Pandemic. *VUCA and Other Analytics in Business Resilience, Part A*, 267–285. https://doi.org/10.1108/978-1-83753-902-420241013

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2016). *Mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı: Kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi.

https://doi.org/10.71284/asc.202524

TOPLUMSAL DAYANIŞMA VE ÜÇÜNCÜ KUŞAK HAKLAR BAĞLAMINDA BARIŞIN SOSYOLOJİK TEMELLERİ

THE SOCIOLOGICAL FOUNDATIONS OF PEACE IN THE CONTEXT OF SOCIAL SOLIDARITY AND THIRD-GENERATION RIGHTS

Talha Turhan[1]

Özet

Üçüncü kuşak insan hakları, klasik özgürlük hakları (siyasal ve medeni haklar) ile sosyal-ekonomik hakların ötesinde, kolektif boyutları ağır basan ve "dayanışma hakları" olarak da nitelendirilen yeni bir hak kategorisini ifade etmektedir. Bu haklar, ulusal sınırların ötesinde tüm insanlığı ilgilendiren küresel sorunlara yanıt üretme iddiasını taşımaktadır. Barış hakkı ise, bu kategorinin en çarpıcı örneklerinden birisidir. Savaşın veya doğrudan şiddetin yokluğu ile sınırlı olmayan barış hakkı, sosyolojik düzlemde yapısal eşitsizliklerin, kültürel dışlamaların ve toplumsal adaletsizliklerin ortadan kaldırılmasını zorunlu kılar. Bu yönüyle barış, salt negatif bir özgürlük değil; adalet, güvenlik ve eşitlik ilkeleri üzerinde inşa edilmesi gereken pozitif bir toplumsal durum olarak tanımlanmaktadır. Barış hakkının sosyolojik temelleri, toplumsal dayanışma ilişkilerinin niteliğiyle doğrudan bağlantılıdır. Bireylerin, grupların ve halkların karşılıklı bağımlılıkları, bu hakkın gerçekleştirilmesini yalnızca devletin sorumluluğuna indirgemeyi imkânsız kılar. Çevre hakkı, kalkınma hakkı, insani yardımlardan yararlanma hakkı ve self-determinasyon hakkı gibi üçüncü kuşak haklarla birlikte barış hakkı da, uluslararası toplumun ortak sorumluluk rejimi içinde ele alınan kolektif haklar olarak nitelendirilen dayanışma haklarından birisidir. Dayanışma, burada yalnızca bir değer değil, hakların işlevsel boyutunu mümkün kılan toplumsal bir mekanizma olarak öne çıkar. Ronald Dworkin'in hakların normatif gücüne ilişkin yaklaşımı, barış hakkının soyut bir ideal değil, hukuken ve ahlaken bağlayıcı bir yükümlülük alanı olduğunu analitik biçimde temellendirir. Dolayısıyla barış hakkı, sosyolojik bir perspektiften incelendiğinde, bireylerin tekil özgürlüklerinden çok daha geniş bir düzlemde, kolektif varoluşun sürekliliğini garanti altına alan normatif bir çerçeve sunmaktadır. Kalıcı barış, yalnızca devletlerin politikalarıyla değil; uluslararası örgütlerin düzenleyici gücü, sivil toplumun dönüştürücü kapasitesi ve bireylerin dayanışma pratikleriyle mümkün olabilir. Bu nedenle barış hakkı, üçüncü kuşak hakların merkezinde yer alarak, insanlığın ortak geleceğini güvence altına alan en kritik dayanışma hakkı konumundadır.

Anahtar Kelimeler: İnsan hakları sosyolojisi, üçüncü kuşak haklar, barış hakkı, toplumsal dayanışma, dayanışma hakları.

[1] Öğr. Gör. Dr., Erciyes Üniversitesi, Sosyoloji, talhaturhan@erciyes.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6638-0929

Abstract

Third-generation human rights represent a new category of rights that go beyond classical freedoms (civil and political rights) and socio-economic rights, emphasizing their collective dimensions and often referred to as "solidarity rights." These rights claim to address global challenges that transcend national boundaries and concern all of humanity. Among them, the right to peace stands as one of the most striking examples. The right to peace is not limited to the absence of war or direct violence; in the sociological context, it necessitates the elimination of structural inequalities, cultural exclusions, and social injustices. In this respect, peace should not be understood merely as a negative liberty but as a positive social condition that must be constructed upon the principles of justice, security, and equality. The sociological foundations of the right to peace are directly connected to the quality of social solidarity relations. The interdependence of individuals, groups, and peoples makes it impossible to reduce the realization of this right solely to the responsibility of the state. Alongside other third-generation rights—such as the right to a healthy environment, the right to development, the right to humanitarian assistance, and the right to self-determination—the right to peace constitutes one of the solidarity rights defined as collective rights within the common responsibility regime of the international community. Solidarity here emerges not only as a normative value but also as a social mechanism enabling the functional dimension of rights. Ronald Dworkin's perspective on the normative force of rights analytically demonstrates that the right to peace is not a mere abstract ideal, but rather a legally and morally binding domain of obligation. From a sociological perspective, therefore, the right to peace provides a normative framework that secures the continuity of collective existence on a level far broader than individual freedoms. Sustainable peace cannot be achieved solely through state policies but requires the regulatory authority of international organizations, the transformative capacity of civil society, and the solidarity practices of individuals. Accordingly, the right to peace occupies a central place among third-generation rights, serving as the most critical solidarity right safeguarding the shared future of humanity.

Keywords: Sociology of human rights, third-generation rights, right to peace, social solidarity, solidarity rights.

GİRİŞ

İnsan hakları, insan onurunun korunmasını ve bireylerin özgür varlıklar olarak yaşamını güvence altına alan en kapsayıcı hukukî-ahlaki düzeni temsil eder. Hakların tarihsel evrimi, toplumsal yapıların ve siyasal sistemlerin dönüşümüne paralel bir gelişim çizgisi izlemiştir. Bu süreçte hakların üç kuşağa ayrımı, insanlığın özgürlükten dayanışmaya uzanan yolculuğunu sistematik biçimde açıklamayı sağlamıştır (Kaboğlu, 1996, s. 10-11). Aral (2010, s. 3-6), insan haklarının üçüncü evresinin bireysel değil kolektif boyutlu bir etik düzen yarattığını vurgular. Dayanışma ilkesi bu dönemde bireysel özgürlük kavramını genişleterek insanlığın ortak yaşamını güvence altına alan bir yapı oluşturmuştur.

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında iki dünya savaşının ardından ortaya çıkan yıkım, insan haklarının birey merkezli anlayışla korunamayacağını göstermiştir (Ashford, 2015). Küresel düzeyde yaşanan savaşlar, çevresel krizler, göç hareketleri ve gelir adaletsizliği gibi sorunlar, insan haklarını ulusal sınırların ötesine taşımıştır (Olgun & Işık, 2017). Bu koşullar, dayanışma kavramının insan hakları teorisinde yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmıştır. Kaboğlu (1996, s. 20-21), üçüncü kuşak hakları "insan-toplum-doğa ilişkisini düzenleyen hukukî kategori" olarak niteler.

Üçüncü kuşak haklar; barış, kalkınma, çevre, insani yardım ve self-determinasyon alanlarında ortak sorumluluk bilinci oluşturur (Aral, 2010, s. 8-10). Yücel (2021, s. 9-12), barış hakkını adalet, eşitlik ve güvenlik ilkeleri üzerine kurulu bir toplumsal düzen ideali olarak açıklar. Bu hak, bireylerin değil, insanlığın

ortak çıkarını korur. Dworkin (2007, s. 95–98), hakları ahlaki bir zorunluluk olarak değerlendirir; hakların değerinin, onların uygulanabilirliğinden değil, meşruiyetinden kaynaklandığını belirtir. Bu bakış açısı, barış hakkını pozitif hukuk normlarının ötesinde ahlaki bir yükümlülük alanına yerleştirir.

Frezzo (2015, s. 117-124), insan haklarının sosyolojik sürdürülebilirliğini toplumsal dayanışmanın varlığına bağlar. Dayanışma zayıfladığında hak bilinci aşınır. Bu nedenle barış hakkı, yalnızca devlet politikalarının değil, toplumsal ilişkilerin düzenlenmesiyle mümkündür. Bilici (2020), üçüncü kuşak hakların insan hakları sistemini birey merkezli olmaktan çıkararak insanlığın ortak geleceğine yönelttiğini ifade eder. Akbaba (2018, s. 54–57), bu hakların "dayanışma hukukunun" kurumsal yapısını oluşturduğunu ve devletlerin yalnızca koruyucu değil, teşvik edici bir rol üstlenmesi gerektiğini belirtir.

Yeşilçayır (2020, s. 76-79), hak kuşakları ayrımını katı bir hiyerarşi yerine birbirini tamamlayan evrimsel süreçler olarak görür. Bu yorum, üçüncü kuşak hakların bir devamlılık ilişkisi içinde geliştiğini ve bireysel haklarla karşıtlık taşımadığını ortaya koyar. İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Hakları Merkezi (2015), hakların evrimini bireysel özgürlükten kolektif sorumluluğa yönelen tarihsel bir hareket olarak tanımlar. Bu yaklaşım, barış hakkını yalnızca hukuki bir kavram değil, insanlığın ortak bilinç alanı haline getirir.

Uluslararası hukuk metinleri, üçüncü kuşak hakların kurumsallaşmasında belirleyici olmuştur. 1945 tarihli Birleşmiş Milletler Şartı, "gelecek nesilleri savaşın dehşetinden koruma" idealini evrensel yükümlülük biçiminde ilan etmiştir (BM, 1945). 1972 Stockholm Bildirgesi çevre hakkını, 1978 UNESCO İnsan Hakları Bildirgesi kültürel çeşitlilik hakkını ve 1986 Kalkınma Hakkına Dair Bildiri ise kalkınmayı evrensel bir hak olarak tanımıştır (Ombudsman, 2018). Bu belgeler, barış hakkının diğer üçüncü kuşak haklarla birlikte insanlığın ortak değer sistemini oluşturduğunu göstermektedir.

Bu tarihsel çerçeve içinde barış hakkı hem etik hem toplumsal boyutlarıyla insanlığın ortak varoluş projesini temsil eder. Adaletin, eşitliğin ve dayanışmanın kurumsallaşmadığı bir toplumda kalıcı barışın gerçekleşmesi mümkün değildir. Üçüncü kuşak haklar bu nedenle yalnızca hukuki belgelerin değil, toplumsal bilinç dönüşümünün ürünüdür. Bu dönüşüm, insan haklarının geleceğini belirleyecek temel referans alanıdır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Üçüncü Kuşak Hakların Doğuşu

Üçüncü kuşak insan hakları, toplumsal değişimin en ileri aşamasında ortaya çıkmış dayanışma merkezli bir düşünce sistemidir. Bu haklar, insanlık tarihinin farklı dönemlerinde yaşanan ekonomik, çevresel ve siyasal krizlere verilen bilinçli bir yanıttır. Kaboğlu (1996, s. 5–7) üçüncü kuşak hakları "insanlığın kolektif varlığını sürdürebilmesi için oluşturulmuş ortak değerler bütünü" olarak niteler. Aral (2010, s. 3–6), bu kavramın insan hakları düşüncesini bireysel özgürlük düzeyinden toplumsal sorumluluk evresine taşıdığını açıklar.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında oluşturulan Birleşmiş Milletler sistemi, insan haklarının kurumsal niteliğini genişletmiştir. 1945 tarihli BM Şartı, insan onurunun korunmasını ve barışın sürekliliğini uluslararası düzenin temeli kabul etmiştir (BM, 1945). 1948 tarihli İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi, insanın doğuştan sahip olduğu hakların devlet iradesinden bağımsız olduğunu vurgulamıştır. 1966 tarihli Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesi, toplumsal refahı uluslararası yükümlülük haline getirmiştir.

Aral (2010, s. 8–10) insan haklarının üçüncü evresini, "ortak iyinin hukuku" kavramıyla açıklar. Bu aşamada haklar, bireyin özgürlüğünü değil, insanlığın ortak yaşamını koruma amacını taşır. Bilici (2020), bu genişlemenin küresel yönetişim anlayışını değiştirdiğini ve insan haklarını sınır ötesi bir sorumluluk alanına dönüştürdüğünü belirtir. Yeşilçayır (2020, s. 74–77), üçüncü kuşak hakları "bireysel hakların tamamlayıcısı" olarak yorumlar. Ona göre bu haklar, insan haklarının devamlılığını sağlayan toplumsal bağların ifadesidir.

1972 tarihli Stockholm Bildirgesi, çevre hakkını insanlığın ortak mirası içinde değerlendirmiştir. 1978 tarihli UNESCO Bildirgesi, kültürel çeşitliliğin korunmasını evrensel bir ödev biçiminde tanımlamıştır (UNESCO, 1978). 1986 tarihli Kalkınma Bildirgesi, bireylerin ve halkların eşit fırsatlara sahip olma hakkını hukuki zemine taşımıştır (Ombudsman, 2018). Bu belgeler, insan haklarını yalnızca bireysel güvence değil, kolektif yaşamın korunması için oluşturulmuş bir sistem haline getirmiştir.

Habermas (1997), üçüncü kuşak hakların "kamusal uzlaşma bilinci" oluşturduğunu ifade eder. Ona göre insan hakları, iletişimsel rasyonaliteye dayalı toplumsal bir uzlaşma kültürü üretir. Ashford (2015), bu aşamanın insan haklarını "kozmopolit dayanışma düzenine" taşıdığını belirtir. Akbaba (2018, s. 54–57), üçüncü kuşak hakların devletin koruma yükümlülüğünden daha öte bir anlam taşıdığını, kolektif yaşamın örgütlenme biçimini tanımladığını vurgular. Bu haklar, toplumun kendisini yeniden inşa etme kapasitesinin göstergesidir.

İstanbul Bilgi Üniversitesi (2015) tarafından hazırlanan çalışmalarda, insan haklarının tarihsel gelişimi "bireysel güvenlikten evrensel dayanışmaya geçiş süreci" olarak tanımlanmıştır. Bu süreçte dayanışma, insanın toplumsal varlığını koruyan etik bir bilinç biçimi olarak değerlendirilir. Kaboğlu (1996, s. 22–24), bu yapıyı "hakların ahlaki boyutunun somutlaşması" şeklinde açıklar. Aral (2010, s. 45), dayanışma eksenli hakların, bireysel özgürlüklerin zeminini genişleten yapılar olduğunu savunur.

Bu gelişmeler, insan haklarının birey ile toplum arasındaki sınırları yeniden belirlemiştir. Üçüncü kuşak haklar, özgürlükle eşitlik arasındaki gerilimi dayanışma ilkesi aracılığıyla dengeleyen bir sistem oluşturur. Bilici (2020), bu hakların insanlığın geleceğini korumaya yönelik etik bir düzen sunduğunu ifade eder. Üçüncü kuşak haklar, böyle bir düzende insanı değil, insanlığı merkeze yerleştirir.

1.2. Kolektif Hakların Niteliği

Kolektif haklar, insan hakları düşüncesinin topluluk merkezli evresini temsil eder. Bu hakların öznesi birey değil, topluluklardır. Aral (2010, s. 8–10), kolektif hakları "insanlığın ortak malvarlığının korunması" olarak tanımlar. Bu anlayış, insan haklarını paylaşılmış bir sorumluluk haline getirir. Kaboğlu (1996, s. 28–32), dayanışma haklarını "insan, toplum ve devlet arasındaki dengeleri kuran yapısal ilkeler" biçiminde açıklar.

Kolektif haklar, çevre, barış, kalkınma, kültürel miras ve halkların kendi kaderini tayin hakkı gibi alanlarda biçimlenir. Frezzo (2015, s. 121–123), bu hakların toplumun dayanışma kapasitesiyle ölçülebileceğini belirtir. Toplumlar arası bağların zayıflaması, hakların anlamını zedeler. Akbaba (2018, s. 59), bu nedenle devletlerin yalnızca hakları tanımakla değil, onların gerçekleşmesi için olumlu önlemler almakla yükümlü olduğunu savunur.

Habermas (1997), hakların iletişimsel boyutunu öne çıkararak, toplumsal uzlaşmanın kolektif hakların meşruiyet koşulu olduğunu belirtir. Dworkin (2007, s. 97), hakların ahlaki gücünün toplumsal adalet bilincinden beslendiğini vurgular. Bu bağlamda kolektif haklar, etik sorumlulukların kurumsallaşmış biçimidir. Rawls (1999), adaletin toplumun tüm üyeleri arasında paylaşılmış bir değer olduğunu belirtir. Kolektif haklar, bu adalet fikrinin uluslararası alana taşınmış biçimidir.

Olgun ve Işık (2017), kolektif hakların toplumların barış üretme kapasitesiyle ilişkili olduğunu ifade eder. Toplumsal barışın sürdürülebilmesi için hakların eşitlik zemininde tanınması gerekir. UNESCO (1978), kültürel mirasın korunmasını insanlığın geleceğiyle doğrudan bağlantılı bir görev olarak tanımlar. Bu tanım, kültür hakkının kolektif haklar içindeki yerini güçlendirir.

İstanbul Bilgi Üniversitesi (2015), dayanışma haklarının insan hakları sistemine getirdiği yeniliği "toplumsal sorumluluğun kurumsallaşması" olarak yorumlar. Bu yaklaşım, kolektif hakları soyut değerlerden somut politikalara dönüştürür. Aral (2010, s. 119–123), barış hakkını bu yapının doğal uzantısı olarak görür. Kolektif haklar, barışın kalıcı hale gelmesi için gerekli koşulları tanımlar.

Kaboğlu (1996, s. 50–52), çevre hakkını insan yaşamının devamı için zorunlu etik bir kategori olarak

değerlendirir. Bu hak, insan ile doğa arasındaki dengeyi korur. Frezzo (2015, s. 123), toplumsal dayanışmanın sürdürülebilirliğini bu dengeye bağlar. Bu açıdan kolektif haklar, yalnızca insanın değil, yaşamın bütün biçimlerinin korunmasını amaçlayan bir hukuk kültürü yaratır.

1.3. Barış Hakkının Kavramsal Evrimi

Barış hakkı, üçüncü kuşak hakların içeriğini birleştiren temel ilkedir. Aral (2010, s. 119–123), barışı "insanlık onurunun devamı için etik bir düzen" olarak tanımlar. Yücel (2021, s. 14–16), barış hakkını adalet, güvenlik ve eşitlik ekseninde açıklar. Bu hak, savaşsız bir dünyanın ötesinde, adil bir toplumsal düzenin kurulmasını hedefler. Dworkin (2007, s. 95–98), barışı ahlaki düzenin temel unsuru olarak yorumlar. Bu anlayış, barışın yalnızca hukukî değil, etik bir gereklilik olduğunu ortaya koyar.

Bilici (2020), barış hakkının insanlığın ortak sözleşmesi haline geldiğini ifade eder. Kaboğlu (1996, s. 50–52), barışın ekolojik yönüne dikkat çeker. Savaşın çevre üzerindeki etkileri, yalnızca doğal kaynakları değil, insanın yaşam alanını da tahrip eder. Ashford (2015), barışın koşullarını insan haklarının bütünlüğüyle ilişkilendirir. Adaletin eksik olduğu yerde barış kültürü kökleşemez.

Olgun ve Işık (2017), barış hakkını toplumsal eşitliğin gerçekleşme alanı olarak görür. Bu hak, bireyler arasındaki güven ilişkilerinin yeniden kurulmasını sağlar. Frezzo (2015, s. 118), barış kültürünü toplumsal dayanışmanın ürünü olarak tanımlar. Dayanışma zayıfladığında barış bilinci de kaybolur. Akbaba (2018, s. 59), barış hakkının devletlerin sorumluluğunu belirleyen bir üst norm oluşturduğunu belirtir.

1972 tarihli Stockholm Bildirgesi, barışın çevre istikrarıyla doğrudan ilişkili olduğunu vurgular. 1986 tarihli Kalkınma Bildirgesi, kalkınmanın barışın ön koşulu olduğunu kabul eder (Ombudsman, 2018). UNESCO (1978), kültürel çeşitliliğin korunmasını barışın en önemli bileşeni olarak tanımlar. Bu belgeler, barış hakkının yalnızca politik bir hedef olmadığını; kültürel, ekolojik ve etik boyutları olan bir yaşam biçimi olduğunu gösterir.

Yeşilçayır (2020, s. 78), barış hakkını "insanlığın ortak varoluş bilinci" olarak nitelendirir. Habermas (1997), barışın ancak iletişimsel diyalog temelli toplumlarda kalıcı hale gelebileceğini savunur. Böyle bir toplumda barış, bir süreçtir; insanlar arasında sürekli yeniden üretilir. Rawls (1999), adaletin küresel ölçekte barışın ön koşulu olduğunu belirtir. Bu görüş, barış hakkının yalnızca hukuk metinlerine değil, adalet kültürüne dayandığını gösterir.

Scholz (2014, s. 49-67), dayanışma haklarıyla barış hakkı arasındaki bağı açıklarken, insanın kendisini ancak birlikte var oldukça koruyabileceğini ifade eder. Bu düşünce, barışın yalnızca çatışmasızlık değil, dayanışma bilinciyle yaşama yetisi olduğunu ortaya koyar. Barış hakkı bu nedenle, insan haklarının bütününü temsil eden en üst düzey kolektif haktır.

2. BARIŞ HAKKININ SOSYOLOJİK TEMELLERİ

Barış hakkı, insan haklarının toplumsal zeminini kavramak için en güçlü sosyolojik merceklerden biridir. Bu hak, bireyler arasındaki güven ilişkisini, kurumların adalet üretme kapasitesini ve toplumların dayanışma biçimlerini görünür kılar. Galtung (1969), barışı "şiddetin yokluğu" tanımından çıkararak "yapısal adaletin varlığı" biçiminde açıklamıştır. Bu tanım, barış hakkını yalnızca çatışmasızlık durumu değil, adaletli bir sosyal düzenin göstergesi haline getirir. Parsons (1951), toplumsal sistemlerin barışı sürdürebilme gücünü normatif istikrarla ilişkilendirir. Toplumun değer sistemi dengedeyse, şiddet eğilimleri zayıflar.

Durkheim (1912), toplumsal bütünleşmenin barışın en güçlü kaynağı olduğunu vurgulamıştır. Ona göre, bireylerin toplumsal yapıya duyduğu aidiyet zayıfladığında, şiddet kültürü artar. Tönnies (1887), toplumsal birlik biçimlerini "cemaat" ve "cemiyet" ayrımıyla açıklar. Cemaat ilişkilerinde dayanışma doğal ve duygusaldır; cemiyet ilişkilerinde ise rasyoneldir. Modern toplumlarda barışın kırılganlaşması, cemaat bağlarının zayıflamasıyla ilgilidir. Bu nedenle barış hakkı, bireyleri yeniden anlamlı toplumsal bağlarla buluşturmayı amaçlayan bir düzen fikridir.

Weber (1922), barışın toplumsal düzenin rasyonel otorite biçimiyle sürdürülebileceğini belirtir. Karizmatik ya da geleneksel otoriteler barışı kısa süreli koruyabilir; ancak kalıcı barış, hukuki rasyonaliteye dayalı yapılarda mümkündür. Bu yaklaşım, barış hakkının kurumsal yönünü sosyolojik bir temele oturtur. Bauman (2000) modern toplumların "akışkan" karakterine dikkat çekerek, güven ilişkilerinin geçiciliğinin barış kültürünü zayıflattığını söyler. İnsanlar arasındaki sosyal mesafe büyüdükçe, empati azalır ve toplumsal çatışmalar artar.

Beck (1992), küreselleşme çağında barış hakkının ulusal sınırların ötesinde düşünülmesi gerektiğini ileri sürer. Risk toplumunda savaş, çevre krizi ve ekonomik eşitsizlik aynı sistemin ürünüdür. Bu nedenle barışın korunması, yalnızca askeri şiddetin önlenmesi değil, küresel dayanışma ağlarının kurulması anlamına gelir. Wallerstein (2004), dünya sisteminin merkez-çevre ilişkisini açıklarken, kalıcı barışın ancak adil bir ekonomik düzenle mümkün olabileceğini vurgular. Eşitsizlik sürüyorsa, barış geçici olur.

Simmel (1908), çatışmanın toplumsal ilişkilerin bir parçası olduğunu belirtir. Ona göre barış, çatışmanın yokluğu değil, çatışmanın yönetilebilir hale gelmesidir. Bu görüş, barış hakkını dinamik bir süreç olarak ele alır. Touraine (1981), modern toplumların değişim kapasitesinin barışın sürdürülebilirliğini belirlediğini söyler. Sosyal hareketlerin demokratik nitelik kazanması, barışın toplumsal tabanını güçlendirir. Boulding (1978), barışı "toplumsal öğrenme süreci" olarak tanımlar. Bu süreçte bireyler, karşılıklı güveni deneyim yoluyla geliştirir.

Lederach (1997), barışın inşasını yalnızca siyasal anlaşmaların değil, kültürel değerlerin de belirlediğini belirtir. Barış hakkı, toplumun hafızasında kök saldığında kalıcı hale gelir. Bu yaklaşım, barışı "ilişki onarımı" kavramıyla açıklar. Lederach'a göre, barış kültürünün yerleşebilmesi için toplumsal kesimler arasında sürekli diyalog gerekir. Tarrow (1998), barışın demokratik katılım süreçleriyle desteklenmesi gerektiğini savunur. Katılım kültürü zayıf toplumlarda barış hakkı yalnızca yasal belgelerde kalır.

Beck (1992) ve Bauman (2000), modern toplumlarda güven krizinin barışı tehdit eden en önemli unsur olduğunu vurgular. Toplumsal güven, bireylerin birbirine karşı duyduğu temel saygıya dayanır. Bu güven duygusu zedelendiğinde, barış hakkı da işlevini yitirir. Wendt (1999), uluslararası ilişkiler kuramında barışın özünü "karşılıklı tanıma" ilkesine bağlar. Tanınma eksikliği, hem bireyler hem toplumlar arasında düşmanlık üretir. Barış hakkı, bu döngüyü kıran etik bir uzlaşma biçimidir.

Baechler (1976), barışı yalnızca politik sistemin değil, kültürel yapının ürünü olarak ele alır. Kültür, bireylerin şiddeti meşrulaştırma biçimlerini belirler. Bu nedenle barış hakkı, kültürel dönüşüm süreçleriyle doğrudan bağlantılıdır. Parsons (1951) toplumsal istikrarın, değerlerin içselleştirilmesiyle sağlanabileceğini söyler. Değerler zayıfladığında, toplumsal barış çözülür. Bu yaklaşım, barış hakkının sosyalleşme süreçleriyle ilişkili olduğunu gösterir.

Castells (1996), ağ toplumunun yeni iletişim biçimlerinin barışın geleceğini belirleyeceğini savunur. Dijital kültür, dayanışmayı hem kolaylaştırır hem de yüzeyselleştirir. Bu nedenle barış hakkının korunması, dijital alanın etik ilkelerle yönetilmesine bağlıdır. Galtung (1969), bu durumu "kültürel şiddet" kavramıyla açıklar. Şiddet, yalnızca fiziksel değildir; dil, medya ve semboller aracılığıyla da yeniden üretilir. Barış hakkı, kültürel şiddetin görünmez biçimlerine karşı farkındalık oluşturur.

Beck (1992), barışın sürdürülebilirliği için risklerin paylaşılması gerektiğini belirtir. Ortak tehditler, insanlığın dayanışma bilincini güçlendirir. Boulding (1978), barış kültürünün eğitim yoluyla kalıcı hale getirilebileceğini savunur. Eğitimin amacı, şiddet yerine empatiyi ve anlayışı öğretmektir. Tarrow (1998), bu kültürün tabandan gelişmesi gerektiğini ifade eder. Toplumun her kesimi barışın öznesi haline geldiğinde, barış hakkı toplumsal bilinç düzeyine yerleşir.

Barış hakkı, sosyolojik açıdan toplumsal öğrenme sürecinin ürünüdür. Galtung (1969), bu hakkın "insanlığın ortak empati kapasitesi" olduğunu belirtir. Bauman (2000) ise barışı, modern toplumun kendini yeniden tanımlama biçimi olarak görür. Bu yaklaşımlar, barış hakkını yalnızca yasal bir norm değil, insanlık kültürünün sürekliliğini sağlayan sosyal yapı olarak açıklar.

3. TARTIŞMA

Barış hakkı, insan hakları sisteminin normatif, etik ve sosyolojik bütünlüğünü sağlayan en geniş kavramsal çerçeveyi oluşturur. Bu hak, bireysel özgürlüklerin ötesinde toplumsal düzenin etik niteliğini belirler. Habgood (2002), barışın yalnızca siyasal bir hedef değil, kültürel bir bilinç biçimi olduğunu vurgular. Bu görüş, barış hakkının toplumsal yapıların etik işleyişiyle doğrudan ilişkili olduğunu gösterir. İnsan hakları, bu noktada ahlaki bir dayanışma düzeni haline gelir.

Giddens (1991), modern toplumlarda güven ilişkilerinin kırılgan yapısının barışın sürdürülebilirliğini tehdit ettiğini belirtir. İnsanlar kurumsal yapılara güvenmediklerinde, toplumsal uzlaşı da çözülür. Bu çözülme, barış hakkının uygulanabilirliğini zayıflatır. Touraine (2000), modernliğin ikinci aşamasında kimlik taleplerinin artışını, barış kültürünü zedeleyen bir dinamik olarak görür. Barış hakkı bu nedenle, kimlik farklılıklarını çatışma değil zenginlik alanına dönüştüren bir bilinç gerektirir.

Barış hakkının uygulanabilirliği, siyasal yapılar kadar sosyal aktörlerin davranış biçimlerine de bağlıdır. Wiberg (1981), barış süreçlerinin toplumun her düzeyinde benimsenmediği durumlarda, hukuki düzenlemelerin kalıcı sonuçlar üretmeyeceğini ifade eder. Burton (1990), barışın yalnızca çatışmayı durdurmak değil, çatışmanın nedenlerini ortadan kaldırmak anlamına geldiğini belirtir. Bu yaklaşım, barış hakkını "önleyici etik" biçiminde yorumlar.

Tilly (2003), toplumsal çatışmaların politik sistemlerin iç dinamiklerinden beslendiğini söyler. Devlet, barış hakkını koruyabilmek için yurttaşların güvenini yeniden inşa etmek zorundadır. Galtung (1996), barışın yapısal şiddeti ortadan kaldıran bir düzen olduğunu belirtmişti. Bu görüşün genişletilmiş hali, barış hakkını insanlığın ortak refah kapasitesinin göstergesi haline getirir. Barış, yalnızca sessizlik değil, adaletin görünür olduğu bir yaşam biçimidir.

Harbom ve Wallensteen (2007), barış süreçlerinde toplumsal destek eksikliğinin, kısa vadeli ateşkeslerin kalıcı barışa dönüşmesini engellediğini gözlemlemiştir. Buna göre, barış hakkı yalnızca hukuki değil, toplumsal meşruiyet gerektirir. Lederach (2005), barışın yalnızca devlet aktörleri arasında değil, yerel düzeydeki sivil oluşumlar arasında da inşa edilmesi gerektiğini savunur. Bu durum, barış hakkının uygulama alanını genişletir. Barış, kurumların ötesinde kültürel bir alışkanlık haline geldiğinde kalıcı olur.

Barış hakkının değerlendirilmesinde sosyo-ekonomik koşullar belirleyici bir rol oynar. Sen (1999), özgürlüğü kalkınmanın aracı değil amacı olarak görür. Özgürlük alanı genişlediğinde barışın toplumsal temelleri güçlenir. Baechler (2004), ekonomik adaletsizliklerin barış hakkını zayıflatan en önemli faktör olduğunu belirtir. Gelir uçurumu büyüdükçe, toplumsal huzursuzluk artar. Barışın etik temeli, ekonomik eşitliğin sağlanmasıyla güçlenir.

Fukuyama (2018), güven kavramını modern toplumun yeniden yapılanma süreciyle ilişkilendirir. Güven, barışın kurumsal altyapısının moral temeli olarak görülür. Bireyler arasındaki güvenin zayıflaması, kurumların meşruiyetini aşındırır. Bourdieu (1998), sosyal sermayenin barış hakkı açısından önemini vurgular. Sosyal ilişkiler ağının güçlü olduğu toplumlarda barışın sürdürülmesi kolaylaşır. Sosyal sermaye azaldığında, dayanışma da çözülür.

Harari (2018), teknolojik dönüşümün barış kültürünü hem güçlendirdiğini hem de kırılgan hale getirdiğini söyler. Dijital iletişim, empati kapasitesini artırabilir fakat yanlış bilginin yayılması şiddeti yeniden üretebilir. Barış hakkı, bu çelişki içinde yeniden tanımlanmalıdır. Beck (2009), küresel risklerin insanlığı ortak bir kader bilincine zorladığını belirtir. Ortak risk algısı, barışın evrensel dayanışma temelinde yeniden inşasını mümkün kılar.

Luhmann (1995), barış hakkını sistem teorisi perspektifinden değerlendirir. Ona göre, modern toplumlar farklı alt sistemlerden oluşur ve bu sistemler arasında iletişim kesildiğinde toplumsal barış bozulur. Barışın sürdürülebilmesi, sistemler arasındaki koordinasyonun devamına bağlıdır. Bu nedenle barış hakkı, toplumsal işlevlerin uyum içinde çalışmasını güvence altına alan bir mekanizmadır.

Baechler (2004), barışın yalnızca şiddetin yokluğu değil, anlam üretme kapasitesinin göstergesi olduğunu vurgular. Toplum anlam üretme yetisini kaybettiğinde, şiddet bir ifade biçimine dönüşür. Bu bağlamda barış hakkı, insanın anlamlı bir yaşam kurma iradesinin yansımasıdır. Habgood (2002), barışın etik boyutunu yeniden hatırlatır; toplumun adalet duygusu zayıfladığında, barışın ahlaki meşruiyeti de kaybolur.

Tilly (2003) barış hakkının siyasal ve toplumsal katmanlar arasında köprü kurma işlevine dikkat çeker. Toplumun farklı kesimleri bu hakkı ortak bir bilinçle savunduğunda, demokratik kültür güçlenir. Giddens (1991), modern toplumun "refleksif" karakteri nedeniyle barışın sürekli yeniden tanımlanması gerektiğini belirtir. Toplumlar değiştikçe barış anlayışı da dönüşür. Bu dönüşüm, barış hakkının canlı bir kavram olarak kalmasını sağlar.

Fukuyama (2018) ve Sen (1999), özgürlük ile barış arasındaki bağı ahlaki bir denge olarak açıklar. Özgürlük alanı genişledikçe, bireylerin sorumluluk bilinci artar. Bu bilinç, toplumsal huzurun ön koşuludur. Barış hakkı, bireyin kendi sınırlarını fark etme yeteneğiyle başlar. Barış kültürü, bu farkındalığın toplum düzeyine taşınmış halidir. Harari (2018), insanlığın bu farkındalığı sürdürmesi durumunda barışın kalıcı hale gelebileceğini belirtir.

Barış hakkı, insanlık tarihinin en dinamik etik kavramlarından biridir. Bu hak, savaşsız bir dünya ütopyası değil, toplumsal adaletin sürekli yeniden üretimi anlamına gelir. Modern toplumların başarısı, bu yeniden üretimi sağlayabilme kapasitesiyle ölçülür. Bourdieu (1998), barışın kalıcılığını sosyal sermayenin gücüyle ilişkilendirir. Dayanışma arttığında, adalet duygusu güçlenir. Toplum bu bilinci koruduğu sürece, barış hakkı soyut bir ideal değil, yaşanabilir bir gerçeklik olur.

SONUÇ

Barış hakkı, üçüncü kuşak hakların normatif ve sosyolojik bütünlüğünü bir araya getiren kapsamlı bir güvenlik, adalet ve dayanışma düzenini ifade eder. Bu hak, insan haklarının tarihsel gelişiminde ortaya çıkan dönüşümlerin doruk noktasını temsil eder; birey odaklı özgürlük anlayışını aşarak, insanlığın kolektif varlığını esas alan bir perspektif oluşturur. İnsan hakları paradigmasının bu aşaması, savaşsız bir dünyanın ötesini hedefleyen, yapısal adaletsizliklerin ortadan kaldırılmasına dayalı kapsayıcı bir toplumsal düzen fikrini içerir. Dayanışma temelli hak yaklaşımı, insan toplumunun ortak kader alanını genişletmiş, ulusal sınırlarla daraltılamayan bir etik sorumluluk çerçevesi üretmiştir.

Sosyolojik perspektif, barış hakkının yalnızca hukuki bir düzenleme değil, toplumsal yaşamın derin yapısını belirleyen kurucu bir ilke olduğunu göstermektedir. Galtung'un yapısal barış yaklaşımı, Parsons'ın normatif istikrar vurgusu ve Durkheim'ın toplumsal bütünleşme kavramı birlikte değerlendirildiğinde, barış hakkının işlevinin çatışmanın yokluğuyla sınırlı olmadığı anlaşılmaktadır. Adaletin görünür olduğu, güven ilişkilerinin kurumsallaştığı, dayanışma ağlarının güçlendiği bir sosyal yapı, barışın sürdürülebilirliğini belirleyen temel zemindir. Bu nedenle barış hakkı, bireysel taleplerin savunulmasıyla elde edilebilecek bir kazanım değildir; kolektif bilinç, etik bütünlük ve kurumsal güven üzerine kurulan bir toplumsal düzen gerektirir.

Modern toplumların değişen yapısı, barış hakkının kapsamını genişleten yeni meydan okumalar ortaya çıkarmıştır. Küreselleşme süreçleri, ekonomik eşitsizlikler, çevresel riskler, göç hareketleri ve kültürel çeşitliliğin yönetimi, barışın çok katmanlı bir çerçeve içinde değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Beck'in risk toplumu yaklaşımı, Wallerstein'ın dünya sistemi analizi ve Bauman'ın akışkan modernite kavramı, barışın yalnızca ulusal politikalarla korunamayacağını, küresel dayanışma kanallarının güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda barış hakkı, devletlerin tek başına üstlenebileceği bir yükümlülük alanı olmaktan çıkmış; uluslararası örgütler, sivil toplum yapıları ve bireysel toplumsal aktörlerin ortak sorumluluğu haline gelmiştir.

Barış hakkının sosyolojik temeli, toplumsal ilişkilerin niteliğinde karşılığını bulur. Güvenin kurumsallaştığı, sosyal sermayenin güçlü olduğu, farklı toplumsal kesimlerin birbirini tanıdığı ve iletişim kanallarının

açık olduğu toplumlarda barış kültürü daha hızlı yerleşmektedir. Buna karşılık, kültürel dışlanma, politik kutuplaşma, ekonomik adaletsizlik ve toplumsal güvensizlik ortamları, barış hakkının uygulanabilirliğini zayıflatır. Lederach'ın ilişki onarımı yaklaşımı, barışın yalnızca siyasi anlaşmalara değil, toplumun derin bağlarının yeniden kurulmasına bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle barış hakkı, toplumsal hafızayı, kimlik algılarını ve kültürel değerleri kapsayan bütünsel bir iyileşme süreci olarak görülmelidir.

Barış hakkının insan hakları sistemi içindeki merkezi konumu, diğer üçüncü kuşak haklarla kurduğu güçlü bağlantıdan kaynaklanmaktadır. Kalkınma, çevre, kültürel çeşitlilik, insani yardım ve self-determinasyon haklarının tamamı, barışın mümkün olduğu bir toplumsal düzeni gerektirir. Barış hakkı bu anlamda, üçüncü kuşak hakların çatı kavramı niteliğindedir; insanlığın ortak geleceğine yönelik etik bir rehber oluşturur. Bu hak gerçekleşmediğinde, kolektif hakların tamamı işlevsiz hale gelir. Barışın sürekliliği, insan haklarının bütünsel varlık alanının korunması anlamına gelir.

Sosyolojik analiz, barış hakkının gelecekte daha da kritik bir işlev üstleneceğini göstermektedir. Dijital kültürün yükselişi, yeni iletişim biçimleri, bilgi akışının hızlanması ve küresel risklerin artması, toplumların dayanışma kapasitesini yeniden şekillendirmektedir. Bu süreçte barışın korunması, yalnızca güvenlik politikalarının değil, etik dijital kültürün, adil ekonomik düzenlemelerin ve küresel işbirliği mekanizmalarının geliştirilmesine bağlıdır. Barış hakkı, bu dönüşümün normatif yönünü belirleyen çerçeve işlevi görmektedir. Dolayısıyla barış hakkı, insan haklarının toplumsal, kültürel ve etik boyutlarını bütünleştiren geniş kapsamlı bir dayanışma düzeninin temelini oluşturmaktadır. İnsanlığın ortak geleceğini koruma iddiası, barış hakkının taşıdığı en önemli anlamdır. Toplumsal adalet, kültürel tanıma, ekonomik eşitlik, iletişimsel rasyonalite ve dayanışma kültürü güçlendirildiğinde, barış hakkı soyut bir ideal olmaktan çıkarak, toplumsal yaşamın sürdürülebilir bir gerçekliği haline gelebilir.

KAYNAKÇA

Akbaba, A. (2018). *İnsan Hakları Hukukunda Üçüncü Kuşak Haklar.*

Aral, B. (2010). *Üçüncü Kuşak İnsan Hakları Olarak Kolektif Haklar.* Siyasal Kitabevi.

Ashford, N. (2015). *Human Rights and the Conditions of Peace.* Oxford Press.

Baechler, J. (1976). *Peace, Conflict, and Violence*. Sage Publications.

Baechler, J. (2004). *The Origins of Violence*. Oxford University Press.

Bauman, Z. (2000). *Liquid Modernity*. Polity Press.

Beck, U. (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity*. Sage Publications.

Beck, U. (2009). *World at Risk*. Polity Press.

Bilici, H. E. (2020). *Üçüncü Kuşak Haklar.* TUİÇ Akademi.

BM (1945). *Birleşmiş Milletler Şartı.*

Boulding, E. (1978). *Stable Peace*. University of Texas Press.

Bourdieu, P. (1998). *Practical Reason: On the Theory of Action*. Stanford University Press.

Burton, J. (1990). *Conflict: Resolution and Prevention*. Macmillan.

Castells, M. (1996). *The Rise of the Network Society*. Blackwell.

Durkheim, E. (1912). *The Elementary Forms of Religious Life*. Free Press.

Dworkin, R. (2007). *Hakları Ciddiye Almak* (Çev. B. K. Aydın). Metis Yayınları.

Frezzo, M. (2015). *İnsan Hakları Sosyolojisi: Bir Giriş.* Polity Press.

Fukuyama, F. (2018). *Identity: The Demand for Dignity and the Politics of Resentment*. Farrar, Straus and Giroux. New York.

Galtung, J. (1969). Violence, Peace, and Peace Research. *Journal of Peace Research*, 6(3), 167-191.

Galtung, J. (1996). *Peace by Peaceful Means*. Sage Publications.

Giddens, A. (1991). *Modernity and Self-Identity*. Stanford University Press.

Habermas, J. (1997). *Between Facts and Norms.* MIT Press.

Habgood, M. (2002). *The Concept of Peace in Modern Thought*. Routledge.

Harari, Y. N. (2018). *21 Lessons for the 21st Century*. Vintage.

Harbom, L., & Wallensteen, P. (2007). Patterns of Major Armed Conflicts, 1990–2006. Journal of Peace Research, 44(5), 623-634.

İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Hakları Merkezi. (2015). *Pusula: İnsan Haklarının Evrimi.*

Kaboğlu, İ. Ö. (1996). *Dayanışma Hakları.* TODAİE Yayınları.

Lederach, J. P. (1997). *Building Peace: Sustainable Reconciliation in Divided Societies*. USIP Press.

Lederach, J. P. (2005). *The Moral Imagination: The Art and Soul of Building Peace*. Oxford University Press.

Luhmann, N. (1995). *Social Systems*. Stanford University Press.

Olgun, A. & Işık, H. (2017). *Barış Kavramının Toplumsal Boyutu.* Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Ombudsman. (2018). *Kalkınma Hakkına Dair Bildiri.*

Parsons, T. (1951). *The Social System*. Free Press.

Rawls, J. (1999). *The Law of Peoples.* Harvard University Press.

Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.

Scholz, S. J. (2014). Solidarity as a Human Right, Special Focus of this Issue: Transnational Solidarity – An Interdisciplinary Approach, *Archiv des Völkerrechts*, 52(1), 49-67.

Simmel, G. (1908). Soziologie. Duncker & Humblot.

Stockholm Bildirgesi. (1972). *United Nations Conference on the Human Environment.*

Tarrow, S. (1998). *Power in Movement: Social Movements and Contentious Politics*. Cambridge University Press.

Tilly, C. (2003). *The Politics of Collective Violence*. Cambridge University Press.

Touraine, A. (1981). *The Voice and the Eye*. Cambridge University Press.

Touraine, A. (2000). *Can We Live Together? Equality and Difference*. Stanford University Press.

Tönnies, F. (1887). *Gemeinschaft und Gesellschaft*. Leipzig.

UNESCO. (1978). *Declaration on Race and Racial Prejudice.*

Wallerstein, I. (2004). *World-Systems Analysis: An Introduction*. Duke University Press.

Weber, M. (1922). *Economy and Society*. University of California Press.

Wendt, A. (1999). *Social Theory of International Politics.* Cambridge University Press

Wiberg, H. (1981). *Peace Research and Politics*. Pergamon Press.

Yeşilçayır, C. (2020). İnsan Haklarında Kuşaklar Tartışması ve Bir Çözüm Denemesi. *Temaşa Felsefe Dergisi*, 13, 73-85.

Yücel, K. T. (2021). *Barış Hakkı ve Hayata Geçirilmesi.* On İki Levha Yayıncılık.

https://doi.org/10.71284/asc.202525

ÇALIŞAN ANNELERİN ÖZ ŞEFKAT VE EBEVEYN TÜKENMİŞLİĞİ DÜZEYLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ*

EXAMINING WORKING MOTHERS' SELF-COMPASSION AND PARENTAL BURNOUT LEVELS BASED ON DIFFERENT VARIABLES

Nevriye Gökçe Şenses[1]
Mustafa Güler[2]

Özet

Bu araştırmanın amacı çalışan annelerin öz şefkat ve ebeveyn tükenmişlik düzeylerinin yaş, çalıştıkları sektör, çalışma süreleri, aile gelir durumu ve çocuk sayısı gibi değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesidir. Araştırmanın çalışma grubu 26 yaş ve üzeri çalışan, 12 yaş ve altı çocuğa sahip 403 anneden oluşmaktadır. Çalışan annelerin öz şefkat ve ebeveyn tükenmişlik düzeyleri ile yaş ve çalışma süreleri değişkenleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla ANOVA ve Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak çalışan annelerin öz şefkat ve ebeveyn tükenmişlik düzeyleri, yaş ve çalışma süresi değişkenine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çalışan anneler, öz şefkat, ebeveyn tükenmişliği.

Abstract

The aim of this study is to examine whether the self-compassion and parental burnout levels of working mothers differ according to variables such as age, the sector they work in, duration of employment, family income level, and number of children. The study group consists of 403 working mothers aged 26 and over who have children aged 12 or younger. ANOVA and Kruskal-Wallis tests were used to determine whether there were significant differences between working mothers' self-compassion and parental burnout levels in terms of age and duration of employment. In all analyses, the level of statistical significance was set at $p<0.05$. As a result, the self-compassion and parental burnout levels of working mothers significantly differed according to age and duration of employment.

Keywords: Working mothers, self-compassion, parental burnout.

[1]MEB Psikolojik Danışman, Konya. Nevriye Gökçe ŞENSES, gokceatli51@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-7530-8666

[2]Sorumlu Yazar, Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Anabilim Dalı, Konya, mustafaguler@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-2701-1220

* Bu bildiri, birinci yazar tarafından ikinci yazarın danışmanlığında yürütülen ''Çalışan annelerin öz şefkat düzeyleri ile ebeveyn tükenmişliği ve mesleki tükenmişlik arasındaki ilişkinin incelenmesi'' başlıklı tezin verilerinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Kadınların iş gücüne katılım oranındaki artış, modern toplumlarda sosyal rollerin yeniden şekillenmesine yol açmıştır. Özellikle son on yılda Türkiye'de kadınların çalışma hayatındaki varlığı önemli ölçüde artmış, ancak bu durum beraberinde aile içi rollerin de yeniden düzenlenmesi gerekliliğini doğurmuştur (TÜİK, 2024). Çalışan anneler, hem iş hem aile rollerinde başarılı olma baskısı altında, ruhsal dengeyi koruma konusunda önemli güçlüklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, ebeveyn tükenmişliği kavramı, son yıllarda psikoloji literatüründe bağımsız bir araştırma alanı olarak öne çıkmıştır (Mikolajczak ve Roskam, 2018). Ebeveyn tükenmişliği, bireyin ebeveynlik rolünü sürdürürken yaşadığı kronik stresin ve sürekli duygusal yüklenmenin sonucu olarak ortaya çıkan bir yorgunluk hâlidir (Mikolajczak vd., 2018). Türkiye'de yapılan çalışmalar da benzer şekilde ebeveyn tükenmişliğinin özellikle çalışan annelerde daha yüksek olduğunu göstermektedir (Akgün, 2021; Uysal ve Duman, 2023).

Ebeveyn tükenmişliğinin getirdiği bu psikolojik süreçte, öz-şefkat kavramı önemli bir koruyucu faktör olarak öne çıkmaktadır (Neff ve Germer, 2017). Yapılan çalışmalar, öz-şefkatin stres, kaygı ve tükenmişlik gibi olumsuz duygusal durumlara karşı önemli bir tampon mekanizma olduğunu göstermektedir (Sirois vd. 2019; Neff, 2016). Ebeveyn öz-şefkati, özellikle annelerde, tükenmişlik semptomlarını azaltan ve ebeveynlik doyumunu artıran bir psikolojik kaynak olarak değerlendirilmektedir (Moreira vd., 2020).

Bu araştırma, çalışan annelerin öz-şefkat ve ebeveyn tükenmişliği düzeylerini yaş ve çalışma süresi gibi demografik değişkenler açısından incelemeyi amaçlamaktadır. Böylece, ebeveyn tükenmişliği ile öz-şefkat arasındaki ilişkinin farklı sosyo-demografik koşullar altında nasıl değiştiği ortaya konulacaktır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmada kullanılan temel kavramlar aşağıda sunulmuştur.

1.1. Öz Şefkat

Öz-şefkat, kişinin başarısızlık, stres veya acı verici deneyimler karşısında kendine anlayışlı ve yargısız biçimde yaklaşması olarak tanımlanmaktadır (Neff, 2003).

1.2. Ebeveyn Tükenmişliği

Ebeveyn tükenmişliği, ebeveynin çocuk bakımı sorumluluğunu sürdürürken yaşadığı duygusal yorgunluk, ebeveyn kimliğinden uzaklaşma ve ebeveynlikten alınan tatminin azalmasıyla tanımlanır (Roskam vd., 2017).

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın amacı, önemi, evreni ve örneklemi ile araştırmada izlenen yöntem ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın temel amacı, çalışan annelerin öz-şefkat ve ebeveyn tükenmişliği düzeylerini incelemek ve bu iki değişkenin yaş ve çalışma süresi gibi demografik değişkenler açısından anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemektir.

Türkiye'de çalışan annelerde öz-şefkat ve ebeveyn tükenmişliği arasındaki ilişkiyi bir arada inceleyen araştırmaların sınırlı olması, bu çalışmayı literatüre özgün bir katkı hâline getirmektedir.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında aktif olarak çalışan anneler oluşturmaktadır. Örneklem grubunu, farklı meslek gruplarından seçilen, en az bir çocuğa sahip 26 yaş ve üzeri 403 çalışan anne oluşturmaktadır.

2.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışma, nicel araştırma yaklaşımına dayalı ilişkisel tarama modeli kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada üç bölümden oluşan bir veri toplama formu kullanılmıştır:

- Kişisel Bilgi Formu: Katılımcıların yaş ve çalışma süresi gibi demografik bilgilerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.
- Öz-Anlayış Ölçeği: Neff (2003) tarafından geliştirilen, Türkçeye Deniz vd. (2008) tarafından uyarlanan ölçek kullanılmıştır.
- Ebeveyn Tükenmişliği Değerlendirmesi: Roskam vd. (2018) tarafından geliştirilen ve Türkiye'ye Arıkan vd. (2020) tarafından uyarlanan ölçek kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında yapılan analizlere göre öz şefkat değişkeni normal dağılım gösterirken, ebeveyn tükenmişliği değişkeninin normal dağılım göstermediği görülmektedir.

Yapılan ANOVA testine göre çalışan annelerin öz şefkat düzeyleri annenin yaş aralığına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($F=5,461$, $p<.05$). Yapılan Scheffe testi sonucunda 36-45 yaş arasında bulunan çalışan annelerin öz şefkat düzeylerinin 26-35 yaş arasında bulunan çalışan annelere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<.05$).

Yapılan Kruskal Wallis-H testine göre çalışan annelerin ebeveyn tükenmişlik düzeyleri ile yaşları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($X^2=7.124$, $p<.05$). Yapılan Mann Whitney U testine göre 26-35 yaş arasında bulunan çalışan annelerin, ebeveyn tükenmişlik düzeylerinin 45 yaş ve üzeri çalışan annelere göre anlamlı düzeyde daha yüksek ($U=3345,500$ $p<.05$) olduğu bulunmuştur.

Yapılan ANOVA testine göre çalışan annelerin öz şefkat düzeyleri annenin çalışma süresine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($F=2,908$, $p<.05$). Uygulanan LSD testine göre çalışma süresi 16 yıl ve üzeri olan çalışan annelerin öz şefkat düzeylerinin, çalışma süresi 6-10 yıl olan çalışan annelere göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu; çalışma süresi 16 yıl ve üzeri olan çalışan annelerin öz şefkat düzeylerinin çalışma süresi 11-15 yıl olan çalışan annelere göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<.05$).

Yapılan Kruskal Wallis-H testi sonucuna göre çalışan annelerin ebeveyn tükenmişlik düzeyleri ile çalışma süreleri arasında anlamlı farklılık olduğu sonucuna varılmıştır ($X^2=8.933$, $p<.05$). Uygulanan Mann Whitney U testinde; çalışma süresi 0-5 yıl olan çalışan annelerin ebeveyn tükenmişlik düzeyleri çalışma süresi 6-10 yıl olan çalışan annelere göre ($U=2013,000$, $p<.05$); çalışma süresi 0-5 yıl olan çalışan annelerin ebeveyn tükenmişlik düzeyleri çalışma süresi 11-15 yıl olan çalışan annelerin ebeveyn tükenmişlik düzeylerine göre ($U=1847,000$, $p<.05$); çalışma süresi 16 yıl ve üzeri olan çalışan annelerin çalışma süresi 6-10 yıl olan çalışan annelere göre ($U=5867,500$, $p<.05$) ve çalışma süresi 16 yıl ve üzeri olan çalışan annelerin çalışma süresi 11-15 yıl olan çalışan annelere göre ebeveyn tükenmişlik düzeylerinin anlamlı düzeyde daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($U=5388,000$, $p<.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Genel olarak bulgular, öz-şefkatin yaş, deneyim ve psikolojik olgunlukla artarken; ebeveyn tükenmişliğinin gençlik ve deneyimle yükselebildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, öz-şefkatin çalışan annelerin psikolojik iyi oluşunda güçlü bir koruyucu faktör olduğunu ve destekleyici programların geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışma kapsamında bazı önerilerde bulunmak mümkündür. Çalışan annelere, düzenli dinlenme, hobi edinme ve sosyal destek kaynaklarını kullanma alışkanlığı kazandırılması önerilir. Kurumsal anlamda kreş hizmeti veya bakım destek programlarının yaygınlaştırılması, çalışan annelerin üzerindeki rol çatışmasını azaltabilir. Bu uygulama, özellikle kamu kurumları ve büyük ölçekli özel şirketlerde iş verimliliğini artırıcı

bir sosyal yatırım olarak değerlendirilebilir. Kurumlar bünyesinde düzenli aralıklarla stres yönetimi, öz-şefkat ve ebeveynlik dengesi konulu seminerler düzenlenebilir. Toplumsal anlamda medya ve sosyal kampanyalar aracılığıyla "mükemmel anne" beklentilerinin yıkılması, anneliğin bireysel farklılıklar ve sınırları olan doğal bir süreç olduğuna dikkat çekilmesi önemlidir. Araştırmacılar kapsamında ise nitel yöntemlerin kullanıldığı derinlemesine görüşme çalışmalarıyla öz şefkatin çalışan anne kimliğiyle olan ilişkisi daha ayrıntılı incelenebilir veya farklı kültürlerde veya şehirlerde farklı örneklemler üzerinde yapılacak kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Akgün, E. (2021). *Ebeveyn tükenmişliği ölçeği Türkçe uyarlaması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması.* Ankara Üniversitesi Yayınları.

Arıkan, G., Üstündağ-Budak, A. M., Akgün, E., Mikolajczak, M., & Roskam, I. (2020). Validation of the Turkish version of the Parental Burnout Assessment (PBA). New Directions for Child and Adolescent Development, 1–18. https://doi.org/10.1002/cad.20373

Deniz, M. E., Kesici, Ş., & Sümer, A. S. (2008). The validity and reliability study of the Turkish version of self-compassion scale. *Social Behavior and Personality, 36*(9), 1151–1160.

Mikolajczak, M., & Roskam, I. (2018). A theoretical and clinical framework for parental burnout. *Clinical Psychological Science, 6*(6), 1319–1329. https://doi.org/10.1177/2167702618759328

Mikolajczak, M., Brianda, M. E., Avalosse, H., & Roskam, I. (2018). Consequences of parental burnout: The specific effect of chronic parenting stress on neglect and violence. *Child Abuse &* Neglect, 80, 134–145. https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2018.03.025

Moreira, H., Caiado, B., & Canavarro, M. C. (2020). Is mindful parenting a mechanism that links parents' and children's tendency to experience negative affect to overprotective and supportive behaviors? *Mindfulness, 12,* 319–333. https://doi.org/10.1007/s12671-020-01468-6

Neff, K. D. (2003). Development and validation of a scale to measure self-compassion. *Self and Identity, 2*(3), 223–250. https://doi.org/10.1080/15298860309027

Neff, K. D. (2016). The self-compassion scale is a valid and theoretically coherent measure of self-compassion. *Mindfulness, 7*(1), 264–274. https://doi.org/10.1007/s12671-015-0479-3

Neff, K. D., & Germer, C. K. (2017). Self-compassion and psychological well-being. *In The Oxford Handbook of Compassion Science* (pp. 371–386). Oxford University Press.

Roskam, I., Brianda, M. E., & Mikolajczak, M. (2018). A step forward in the conceptualization and measurement of parental burnout: The Parental Burnout Assessment (PBA). *Frontiers in Psychology, 9,* 758. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00758

Roskam, I., Raes, M. E., & Mikolajczak, M. (2017). Exhausted parents: Development and validation of the Parental Burnout Inventory. *Frontiers in Psychology, 8,* 163. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00163

Sirois, F. M., Yang, S., & van Eerde, W. (2019). Self-compassion and stress regulation. *Personality and Individual Differences, 147*, 68–76. https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.04.037

TÜİK. (2024). *İşgücü istatistikleri 2024*. Türkiye İstatistik Kurumu Yayınları.

Uysal, E., & Duman, T. (2023). Türkiye'de çalışan annelerde ebeveyn tükenmişliği düzeyleri: Öz-şefkatin yordayıcı rolü. *İstanbul Üniversitesi Psikoloji Dergisi,* 43(1), 89–112.

https://doi.org/10.71284/asc.202526

DEVELOPMENT OF FREEZIT EDUCATION CARD AS A TEACHING ASSIST IN HVAC EDUCATION

Muhammad Iqmal Qusyairie Bin Mazlan[1]
Mohd Shazzany Bin Kerni[2]
Mohd Fazrullah Bin Zakaria[3]

Abstract

This paper is present a Freezit educational card, STEM-based educational card game designed to support Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) education. Freezit cards is convey basic component HVAC, technical problem, solution card and while action card which is related with Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) and technical issue had was having in real. The development process four phase conceptual design, card development, playtesting and evaluation. Playtesting Freezit card with HVAC student demonstrated that the game improved engagement, encourage collaborative learning and reinforced understanding of technical terminology. Evaluation through pre and post-game,while student and lecture feedback highlighted the game ability to make complex concepts more accessible. Based on combining interactive play with educational objective, Freezit illustrates how gamification can improve knowledge and problem-solving skills in HVAC education. Freezit is offering educational tool for classroom integration.

Keywords: Freezit, STEM, HVAC

[1]Politeknik Kuching Sarawak, qusyairiemazlan@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-8286-1933

[2] Politeknik Kuching Sarawak, Politeknik Kuching Sarawak, shazzany@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0008-0332-7742

[3]Politekniki Kuching Sarawak, m.fazrullah@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0001-8265-1514

INTRODUCTION

In today's era of technical engagement, teaching complex subjects such as Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) presents unique challenges. Traditional methods, which often rely on lectures and textbooks, can fail to engage students or fully convey complex system concepts.

This innovation was created to encounter challenges as teacher for nowadays. Once approach is use educational games which is combine of learning objective with game to increase motivation and understanding of student for working principle which is complex for understanding. This Freezit a gamification which is represent HVAC Compartment, technical problem and interactive actions to encourage student to actively participate and apply their knowledge in the real world or occupation world. By combining this element of play competition, Freezit aims collaboration, strengthen technical vocabulary and improve problem skill for HVAC.

Development is importance key of Freezit, Freezit has been demonstrated its potential to making technical education benefits and implications of using gamification learning tools in vocational education which is especially in STEM are related disciplines of HVAC education. This Freezit are explain details of basic refrigeration working, troubleshooting and root cause of failure system.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

Construction and evaluation of Freezit are grounded in principles of Game Based Learning (GBL), Constructivist Learning Theory, and Experiential Learning. The framework works participation, problem solution, and knowledge reinforcement through interactive activities.

Educational games have increasingly become a valuable tool in technical and STEM education, offering interactive and engaging methods to make fun learning. Game based learning (GBL) fosters motivation, active participation, and deeper understanding of complex concepts, which are often challenging to convey through traditional teaching methods (Raja Rosli, Techanamurthy, & Zakaria, 2024). Studies in engineering education consistently show that integrating games into curricula improves student engagement and helps develop practical problem-solving skills, which are critical for fields like HVAC.

Specific to STEM vocational training, gamification has been found to improve knowledge retention and skill acquisition. Omar et al. (2024) examined lecturers' perceptions of gamification in vocational teaching, revealing a generally positive attitude toward its potential to make learning more interactive and meaningful. Their findings underscore the readiness and growing acceptance among educators to implement game-based strategies, a critical factor for successful integration of tools like Freezit in HVAC classrooms.

1.1. Constructivism

Knowledge is constructed which explains details of method people for crate of knowledges through experience and connection with what they have been through. By receiving knowledge of teacher, students can learn actively to engage in exploring questions and problem solving to create their own understanding. This approach encourages hand on learning where students participate in activities which include experimental and discussion. Teachers act as guides or facilitators, providing direction but allowing students to discover concepts themselves. Collaboration with peers is also important, as sharing ideas strengthens learning. In short, constructivism promotes active, meaningful, and learner-centered education.

1.1. 1.2. Reflective Observation

Reflective Observation is which a process of flashback and thinking about the past an experience through previous learning experiences before this. Students can thing and looking back and observation that has been through, for example, after completing an experiment or solving a problem, students reflect on the steps they took and the results they achieved. By doing this, they can see patterns, make connections, and gain insights. Reflective Observation strengthens learning through thoughtful reflection.

2. METHOD

The purpose of this study was to evaluate the effect of Freezit in classroom tool for HVAC education. Its significance lies in addressing three issues: (i) the difficulty of memorizing technical HVAC components and terms, (ii) the need for more interactive methods to promote engagement, and (iii) the lack of low-cost gamification tools in vocational training.

2.1. Conceptual Design

Conceptual design is the first step si to crate the game, where the learning objectives are clearly identified and then connected to the game mechanics. For Freezit, is aim to educate the student students to identical HVAC basic components, memorize, and troubleshooting cause. These main aim is directly built into the cards and rules of the game for example, Component Cards focus on recognition, Problem solution cards train troubleshooting in mechanical and electrical, and action Cards add interaction and fun.

2.2. Card Development

Heating, Ventilation, and Air-Conditioning (HVAC) systems are important for providing thermal comfort and healthy indoor environments for human eco systems. HVAC works were by controlling the temperature, airflow, humidity and air quality inside buildings such as homes, offices, and factories. The system is made up of several important components including the compressor, condenser, evaporator, filters, and ducts. Each part has a specific part for example, the compressor compresses the refrigerant from low pressure to high pressure gases and air filter is to block partical from outside.

Understanding HVAC requires both theory and practice, which is why interactive methods such as card games can be effective. By combining problem-solving activities with technical content, students can better remember terminology and develop the decision-making skills needed for future HVAC careers.

2.3. Playtesting Card

Playtesting is an important phase in developing the Freezit card game because it shows how the game works in a real classroom situation. In this stage, HVAC students has been divided with small groups and given instructions to play the Freezit with is details all types of cards such as component, problem solution, and action cards. The aim was to see if the rules and the questions were clear, and the activities matched the learning goals. During the classroom, students showed active interest, discussed related answers with HVAC solution while use Freezit card.student feedback are positively, they can observed which parts of the game are engaging and which part need to be improved. Teachers also can observe the student understanding of Freezit rule and understanding of student in HVAC education . Freezit can conclude are enjoyable and also effective as medium for education propose.

2.4. Evaluation

The evaluation of the Freezit card are focused student surveys and knowledge quizzes. The quizzes were given before and after gameplay to measure changes in student understanding of HVAC components, terminology, and system troubleshooting. The result showed that improvement in range 18% by the same time a survey that has been conducted to get the student feedback. Most of the student agreed and approve the Freezit is gamification fun and is fast learn of HVAC education which is completed combine with technical aspect. Student feel more confident to remembering HVAC terms and solving problems in groups. Instructors also provided feedback and notice that students were more active and willing to participate during the sessions. The combination of test results and survey responses showed that Freezit not only improved academic performance but also created a positive culture classroom.

3. FINDINGS

Base finding of this study data are collected from 48 students enrolled in an "Diploma Penyamanan Udara dan Penyejukbekuan" at Politeknik Kuching, Sarawak, Malaysia. Data sources included pre test and post tests, based on student surveys by Kahoot Platform, The pre test and post tests are measured of student knowledge which is involves HVAC components, terminology, and problem solving skills, while the survey captured perceptions of engagement, enjoyment, and teamwork. Base on observation are provided additional qualitative insights into classroom behavior and participation. Results show clear improvements student with average test scores increasing by 18% after gameplay testing. Survey responses further indicated that students found the Freezit card game.Most of students are agreed that game encouraged collaboration and made complex technical topics become more easier to understanding. Overall, the combination of test results, survey feedback, and instructor observations demonstrates that Freezit successfully encourage of student motivation to learn by easy and fast.

Table 1. Tabulation Data Analysis Scoring Quiz By Kahoot Platform

Score Range (%)	Pre Test (Number of Student)	Post Test (Number of Student)
0 - 39	8	0
40 - 59	16	2
60 - 79	14	21
80 - 100	10	25
Total Score %	59.2 %	79.4 %

Learning the technical of HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) can be tough by doing this Freezit game cards learning is make a big difference.Students in "Diploma Penyamanan Udara dan Penyejukbekuan" program at Politeknik Kuching in Malaysia can witness the Freezit is can helped them to learn as a new ways and interactive learning process. By the survey in classroom, the overall result prove that playing Freezit not only fun game card but as teaching and learning card can be used in new era of education purpose.The biggest change was in the students' technical knowledge, which we measured with pretest and posttests. After playing the Freezit card game, the students' average test scores went up significantly by, climbing from before the game to a much better afterward. By referring table 1, before of the game, student was scroring below (a struggling group). After the game this group was reduced and the number of high-achieving students (scoring) more than doubled, increasing from students to students. This huge improvement across the class confirms that the Freezit game card was highly successful at teaching important HVAC terminology and problem-solving skills. Their survey responses were awesomely positive, reporting the Freezit card game was engaging and interactive. They felt it made complicated technical subjects much easier to understand. Most importantly, most students agreed that the game strongly encouraged them to collaborate as team work to solving problem.

Figure 1. Freezit Card Design

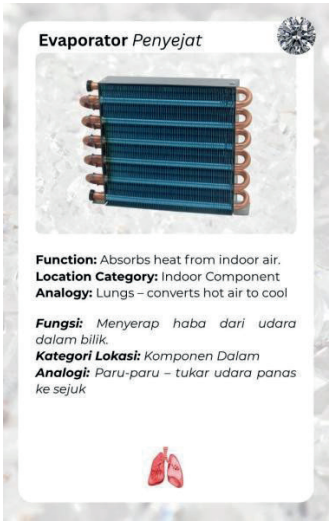


Figure 2. Freezit Playtesting Card with Student

Figure 3. Kahoot Platform Screen

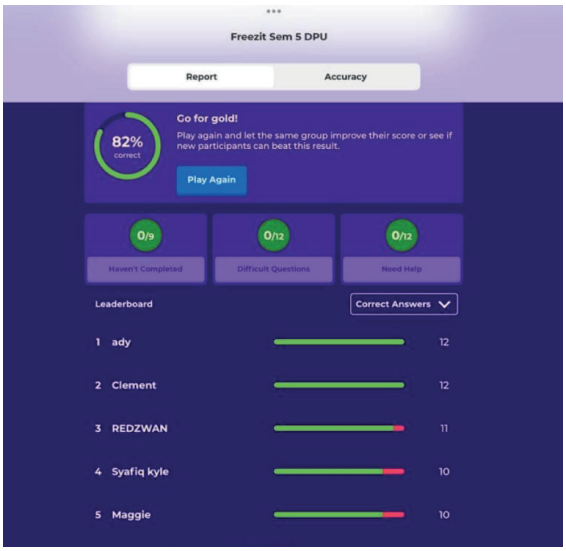
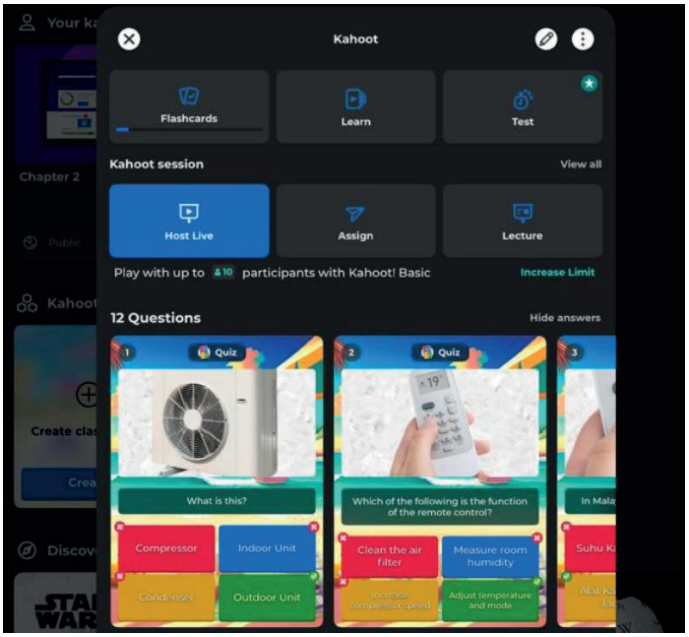


Figure 4. Kahoot Questions Sample and Answer



DISCUSSION AND CONCLUSION

Overall result is 18% rise in average test scores shows that the Freezit game helped students move past common learning barriers in technical subjects. In HVAC educational and technical, student are hard or struggle to imagine and connect the concepts of basic cycle refrigeration. The Freezit card game give them simple way and actrative way to learn technical education as per Freezit apply.Base on student survey the Freezit card had learn them fast ways to indentify component, technical issue and also them to troubleshoot and know root cause of preventive and corrective maintenance. The student also know the system of HVAC working principle and practice without pressure to understanding, the activity encouraged active learning, which proved more effective than traditional lectures for subjects that require application and visualization.

Survey result showed the high levels of interest and participation, which likely supported better memory and understanding of HVAC educational which is in TVET.When students are motivated and enjoy they naturally put in more effort to learn and explore the knowledge. Teamwork is importance element of the game, which many students appreciated also helped them build practical communication and problem solving skills. Since real HVAC work often depends on group cooperation, this activity gave students meaningful experience in working together. Overall, the Freezit game turned the classroom more social, supportive and effective space for learning.

Regarding of the result, can be concluded Freezit is gamemification showed a strong example of how technical education can be improved for more better.The data was clearly show, the student gained much better in technical understanding.The study also shows that the game helped increase students motivation, participation and teamwork. This means the Freezit gamification card is more than just an extra classroom activity it is an effective for teaching session tool that connects theory with practical and also real world of occupation. These findings support using more game based learning methods in TVET program.

REFERENCES

Omar, M., Ali, D. F., Adam Mohd Adnan, N. A. I., & Saari, M. A. (2022). Gamification in Vocational Teaching and Learning: Perception and Readiness among Lecturers. *International Journal of Education*, *14*(1), 140– 152 .

Yeap, C. F., Suhaimi, N., & Nasir, M. K. M. (2021). Issues, challenges, and suggestions for empowering technical vocational education and training education during the COVID-19 Pandemic in Malaysia. *Creative Education*, *12*(8), 1818–1839. Bhasin, S. (2013). Rumours galore... to gossiping no more!!! *Human Capital*, 18-24.

Jayalath, J., & Esichaikul, V. (2022). Gamification to enhance motivation and engagement in blended eLearning for technical and vocational education and training. *Technology, Knowledge and Learning*, *27*(1), 91–118. Davis, K. (1953). Management communication and the grapevine. *Harvard Business Review, 31*(5), 43-49.

Jaftha, N., Zahra-Micallef, M., & Chircop, T. (2021). The Impact of Gamified Instruction on Students' Learning Outcomes: Systematic Review of Experimental Studies. *International Journal of Education*, *13*(4), 55–85. Davis, K. (1973). The care and cultivation of the corporate grapevine. *Management Review, 62*(10), 53-56.

Raja Muhammad Khairuddin, R. R., Techanamurthy, U., & Zakaria, A. F. (2024). Impact of Game-Based Learning on Engineering Education: A Systematic Review. *ASEAN Journal of Engineering Education*, *8*(1), 56–

63.Dingfelder, S. F. (2006). Learned it through the grapevine. *APA Monitor on Psychology*.

Gill, A., Irwin, D., Towey, D., Zhang, Y., Li, B., Sun, L., Wang, Z., Yu, W., Zhang, R., & Zheng, Y. (2023). Effects of augmented reality gamification on students' intrinsic motivation and performance. *2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 1-8). IEEE. Dunbar, R. (1997). *Grooming, gossip, and the evolution of language*. Harvard University Press.

Amalia, D., Suryan, V., Septiani, V., Komalasari, Y., Rizko, R., Febriansyah, A., Ristumanda, S. S., Kristiawan, M., & Hendra, O. (2024). Development of a Game-Based Learning: Airfield Lighting System Simulator Using Virtual Reality and Augmented Reality. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, *5*(2), 978–994.

https://doi.org/10.71284/asc.202527

AGEING AND INCOME INEQUALITY

Gülsüm Akarsu[1]

Abstract

Income inequality has been an important concern for many countries. The countries has developed many policies in order to ensure a reduction in income inequality through various policies, such as taxation and government spending. However, there are various issues which are not under the direct control of many countries, for example, ageing. This study analyzes the effects of ageing on income inequality controlling for various other factors, using panel data on 100 countries over 2010-2019 and using panel data techniques. Results show that as the old dependency ratio increases, income inequality also increases. In addition, inflation, agricultural employment, and trade openness affects income equality, adversely. However, investments, industrial employment and up to a certain level economic growth contribute to inequality reduction. Therefore, government policies should focus on the improvement of the aging population's living standards for inclusive growth and fair income distribution.

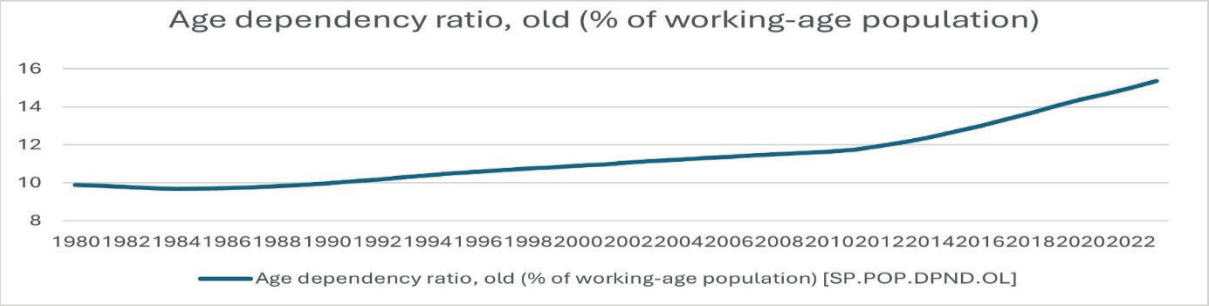
Keywords: Ageing, Income inequality, Panel data analysis.

[1]Corresponding Author, Associate Prof. Dr., Ondokuz Mayıs University, gulsum.akarsu@omu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4877-1969.

INTRODUCTION

Population ageing and income inequality have been important issues for many countries. Population aging is expected to change sociodemographic structure, affect economic growth, social security and health care systems, investment, saving and income distribution as discussed by Lin and Yang (2025).

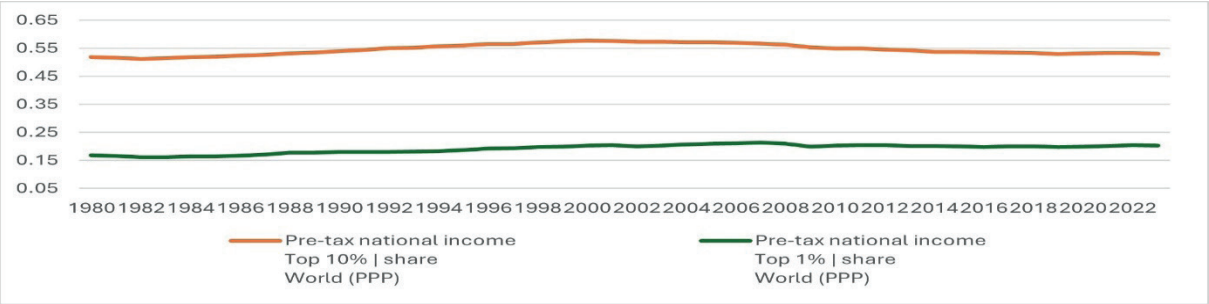
Figure 1. Old Age Dependency Ratio



Source: Author's elaboration based on data obtained from The World Bank.

Figure 1 shows that increase in old age dependency ratio has accelerated since 2010s. In Figure 2, one can observe that income share of top 1% income group has increased throughout years from 0.17 to 0.20. Income share of top 10% income group can be shown to be between 0.52 and 0.58. Figure 3 illustrates that income share of bottom 50% income group is low but increase from 0.06 to 0.08 over 1980-2023. Therefore, income share of low-income group has stayed at low levels, while high income groups' income shares have been higher.

Figure 2. Income Shares of Top 1% and Top 10% Income Groups



Source: Author's elaboration based on data obtained from wid.world.

Figure 3. Income Shares of Bottom 50% Income Group

Source: Author's elaboration based on data obtained from wid.world.

As older population increases, inequality may increase as the household income of retired older workers decline (Hwang, Choe, & Choi, 2021). In aging populations, labor force declines and economic growth decreases, therefore, due to reductions in income, instable earnings, decline in savings, consumption and investments, and increased vulnerability, income inequality may increase (Md Jamil, Law, Khair-Afham, & Trinugroho, 2024). For example, in China, according to Zhan, Ma, and Li (2021), population aging may increase income inequality because of low replacement rate of pension benefits to labor income, huge pension benefit differences among jobs, and urban-rural based differences in social security level. Therefore, this study aims to analyze the impact population aging on income inequality employing a panel data model and panel data covering 100 countries between 2010 and 2019.

As highlighted by Zhan, Ma, and Li (2021), starting with Paglin (1975), many studies have shown the importance of demographic factors' (specifically, population aging's) impact on income inequality, such as Deaton and Paxson (1994, 1995, 1997), Kang (2009), Morley (1981), Ohtake and Saito (1998), and Qu and Zhao (2008). However, Md Jamil et al. (2024) and Shaik, Goh, Wong, and Law (2024) discussed that some studies found little or statistically insignificant effect of population aging on income disparity, for example, Jenkins (1995), Jäntti, (1997), Acemoglu and Restrepo (2017), Andriopoulou et al. (2017), Chong and Ka (2019), Huang, Lin, and Lee (2019), and Mamun, Rahman, and Khanam (2020). The aim of this study is to contribute to the literature by considering large number of heterogenous countries and using recent data. The organization of the study is as follows. After this brief introduction, recent literature is reviewed in the second section. Section 3 discusses methodological issues and gives information on data used. In section 4, findings are presented. Lastly, study concludes with policy recommendations.

1. LITERATURE REVIEW

Table 1 shows the recent studies related to the relationship between income inequality and population aging. These studies found that population aging increases income inequality in different countries over various time periods. However, in the literature, mixed findings were shown due to country-based differences, different periods, and analysis techniques (Shaik et al., 2024). For a detailed literature review, one can refer to Shaik et al. (2024).

Table 1. Recent Literature

Author	Country	Period	Method	Findings
Hwang et al. (2021)	South Korea	2017	Recentered influence function regression method	Ageing decreases household income and increases income inequality. However, financial asset ownership may reverse the effect of ageing on income inequality.
Zhan et al. (2021)	China	2007–2013	Decomposition model, Shapley method	Migration affects income inequality much more than ageing. Natural aging increases income inequality.
Kim and Kim (2024)	South Korea	1998-2019	Recentered influence function decomposition method	Population aging was found to be the main factor increasing the bottom income inequality.
Md Jamil et al. (2024)	73 developing countries	2004-2019	Generalized method of moments, panel quantile regression	Interaction of financial inclusion and population aging affects income inequality, statistically significantly. At low quantile levels, financial inclusion and population aging are found to be important factors for income inequality reduction.
Shaik et al. (2024)	9 Asia-Pacific countries (Australia, New Zealand, Japan, South Korea, Hong Kong, China, Indonesia, Singapore, and Thailand)	Different for each country between 1965 and 2019	Augmented autoregressive distributed lag model	The evidence of cointegration between aging and income inequality in aged and super-aged countries. There is not any long run relationship in graying countries. Mixed evidence was shown for the effect of population aging on inequality for different countries.
Lin and Yang (2025)	31 Chinese provinces, regions, and cities	2010–2022	2-stage least squares, Threshold regression model	Population aging and innovation increase income inequality.

Source: Author's elaboration.

2. METHOD

This study employs panel data methods to analyze the effect of population aging on income inequality using panel data on 100 countries over 2010-2019.

2.1. Research Purpose and Significance

The purpose of the research is to analyze the population aging's impact on income inequality. As both population aging and income inequality have been important issues all over the world, the analysis of relationship among them will provide important insights and policy recommendations.

2.2. Data

This study uses a panel data between 2010 and 2019 including 100 countries (Albania, Armenia, Australia, Austria, Bangladesh, Belarus, Belgium, Benin, Bhutan, Bolivia, Brazil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Canada, Central African Republic, Chad, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Croatia, Cyprus, Czechia, Denmark, Dominican Republic, Ecuador, Egypt Arab Rep., El Salvador, Estonia, Fiji, Finland, France, Gambia The, Georgia, Germany, Greece, Guinea-Bissau, Honduras, Hong Kong SAR China, Hungary, Iceland, India, Indonesia, Iran Islamic Rep., Ireland, Israel, Italy, Jamaica, Japan, Kazakhstan,

Kenya, Korea Rep., Kyrgyz Republic, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malaysia, Mali, Malta, Mauritania, Mexico, Moldova, Mongolia, Montenegro, Morocco, Netherlands, New Zealand, North Macedonia, Norway, Panama, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, Senegal, Serbia, Singapore, Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Syrian Arab Republic, Thailand, Togo, Tonga, Tunisia, Turkiye, Uganda, Ukraine, United Kingdom, United States, Vanuatu, Viet Nam, Zambia, Zimbabwe). All data shown in Table 2 are taken from The World Bank, World Development Indicators database. In addition, data related to income inequality (gini index estimate in equivalized disposable income of household) are obtained from Solt (2020) SWIID version 12.0.

Table 2. Information on Data

Data Code	Data Name
FP.CPI.TOTL.ZG	Annual Inflation (consumer prices based, percentage)
NE.GDI.FTOT.ZS	Gross fixed capital formation (percentage of GDP)
NE.TRD.GNFS.ZS	Trade openness
NY.GDP.PCAP.KD	Per capita real GDP in constant 2015 US$
SP.POP.DPND.OL	Old age dependency ratio (percentage of working-age population)
IT.CEL.SETS.P2	Per 100 people Mobile cellular subscriptions
SL.SRV.EMPL.ZS	Employment ratio in services
SL.IND.EMPL.ZS	Employment ratio in industry
SL.AGR.EMPL.ZS	Employment ratio in agriculture

Source: Author's elaboration.

2.3. Research Method

This study estimate a panel data models given in equations (1), (2), (3), (4), (5), and (6) using panel data techniques considering autocorrelation, heteroscedasticity and cross-sectional dependency in panel series. Models explain inequality (inequality) as a function of inflation (inflation), investment (investment), trade openness (trade), per capita real GDP (gdppc), square of per capita real GDP ($gdppc^2$), old dependency ratio (olddep), mobile phone usage (mobile), service sector employment (service), industrial employment (industry), and agricultural employment (agriculture). Due to Kuznets Curve hypothesis, one may expect positive effect of real per capita GDP, and negative effect of $gdppc^2$. A priori, one may also expect undesirable effect of inflation and agricultural employment as inflation causes price distortions and decline in purchasing power of relatively poor, whereas wages in agriculture sector may be lower compared to other sectors. Therefore, increase in inflation and agricultural employment may cause increase in inequality. However, based on Phillips curve, i.e., inverse relationship between unemployment and inflation, inequality may decline as a result of inflation (Shaik et al., 2024). Investment and ICT usage may decrease inequality due to their positive inclusive growth effects. Trade openness may increase or decrease inequality based on economic developmental level, its effect on wages, skill levels of workers, technology transfer, and sectoral composition of trade. Life cycle theory suggests that consumption and saving behavior of individuals change over their lifetime and this may affect income distribution (Lin & Yang, 2025). According to life cycle hypothesis, income inequality increases in aging populations, but continuous wealth accumulation theory suggests the opposite (Shaik et al., 2024). Old dependency ratio may increase income inequality as retired people's wages are mostly lower than working population's wages if they do not have any inheritance or extra savings and private pension insurance providing higher returns due to financial development. The wages in industrial sector are expected to be higher which may lower inequality and in the service, the qualified jobs may provide higher salaries which can contribute to inequality reduction.

3. FINDINGS

Results are shown in Table 3. Findings indicate adverse effects of increases in old dependency ratio, inflation, agricultural employment, and trade openness. On the other hand, inequality may decline as a result of increases in investments, industrial employment and per capita real GDP up to a certain level. Previous studies also found that inequality increase as a result of population aging, for example Hwang et al. (2021), Zhan et al. (2021), Kim and Kim (2024), Md Jamil et al. (2024), Shaik et al. (2024), and Lin and Yang (2025) for South Korea, China, South Korea, developing countries, Asia-Pacific countries, and China, respectively.

Table 3. Estimation Results

Variable	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
inflation	0.0039***	0.0043***	0.0039***	0.0043***	0.0043***	0.0043***
	(3.52)	(4.18)	(3.79)	(4.16)	(4.16)	(4.16)
investment	-0.0174***	-0.0120***	-0.0147***	-0.0118***	-0.0118***	-0.0118***
	(-4.22)	(-3.11)	(-3.84)	(-3.09)	(-3.09)	(-3.09)
trade	0.0070***	0.0071***	0.0073***	0.0072***	0.0072***	0.0072***
	(3.89)	(3.98)	(4.03)	(4.03)	(4.03)	(4.03)
gdppc	-0.0001***	-0.00007***	-0.00001***	-0.00007***	-0.00007***	-0.00007***
	(-4.08)	(-3.79)	(-3.99)	(-3.73)	(-3.73)	(-3.73)
gdppc²	1.2×10^{-9}***	7.97×10^{-10}***	1.02×10^{-9}***	7.9×10^{-10}***	7.9×10^{-10}***	7.9×10^{-10}***
	(6.37)	(7.04)	(6.3)	(6.85)	(6.85)	(6.85)
olddep	0.1303***	0.0962***	0.1058***	0.0923***	0.0923***	0.0923***
	(6.23)	(4.62)	(4.79	(4.51)	(4.51)	(4.51)
mobile	-0.0072***	-0.0066***	-0.0070***	-0.0066***	-0.0066***	-0.0066***
	(-9.94)	(-9.66)	(-10.22)	(-9.61)	(-9.61)	(-9.61)
service	-0.0069			0.0830***	-0.01370*	
	(-1.01)			(4.07)		(-1.9)
industry		-0.0950***		-0.0830***	-0.0967***	
		(-5.03)			(-4.07)	(-5.34)
agriculture		0.04250***	0.0967***	0.01370*		
			(5.84)	(5.34)	(1.9)	
constant	36.7762***	38.2145***	35.5119***	29.4080***	37.7071***	39.0766***
	(44.41)	(40.2)	(70.87)	(26.59)	(38.1)	(38.17)
N	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Log Likelihood	-1035.56	-1027.17	-1031.38	-1026.85	-1026.85	-1026.85
AIC	2105.124	2088.331	2096.76	2089.708	2089.708	2089.708
BIC	2188.556	2171.763	2180.192	2178.047	2178.047	2178.047

*, **, *** indicate $p<0.1$, $p<0.05$, $p<0.01$, respectively. t values are given in parenthesis.

Source: Author's elaboration.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This study examines the impact of population aging on income inequality for a heterogenous group of 100 countries between 2010 and 2019 employing panel data techniques. Findings indicate positive effect of old dependency ratio on income inequality. Moreover, inflation, agricultural employment, and trade openness increase income equality. On the other hand, investments, industrial employment and economic growth up to a certain level decrease inequality. Thus, countries should develop and implement policies to improve the living standards of the aging population which also ensure economic development, fair income distribution and inclusive growth. Pension systems should be carefully designed to ensure well-being of older population, cover all of the population and decrease income inequality. Until the development of mature pension system, Kim and Kim (2024) recommend temporary provision of basic income to elderly who cannot receive pension. Moreover, income support programs and basic living provisions for older population may contribute to income inequality reduction (Hwang et al., 2021). There are also other suggestions in the literature for inequality reduction, such as progressive tax rates, social transfers, minimum wage revisions, and government support for upskilling of older workers through life-long learning (Shaik et al., 2024

REFERENCES

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. *American Economic Review, 107*(5), 174-179. doi:10.1257/aer.p20171101

Andriopoulou, E., Karakitsios, A., & Tsakloglou, P. (2018). Inequality and Poverty in Greece: Changes in Times of Crisis. In D. Katsikas, D. A. Sotiropoulos, & M. Zafiropoulou (Eds.), *Socioeconomic Fragmentation and Exclusion in Greece under the Crisis* (pp. 23-54). Cham: Springer International Publishing.

Chong, T.T.L., Ka, Y.T., 2019. Forecasting income inequality with demographic projections. MPRA Paper No. 99160. University Library of Munich, Germany.

Deaton, A., & Paxson, C. (1994). Intertemporal Choice and Inequality. *Journal of Political Economy, 102*(3), 437-467. doi:10.1086/261941

Deaton, A., & Paxson, C. H. (1995). Savings, inequality and ageing: An East Asian perspective. *Asia-Pacific Economic Review, 1*(1), 7–19.

Deaton, A. S., & Paxson, C. H. (1997). The Effects of Economic and Population Growth on National Saving and Inequality. *Demography, 34*(1), 97-114. doi:10.2307/2061662

Huang, W.-H., Lin, Y.-J., & Lee, H.-F. (2019). Impact of Population and Workforce Aging on Economic Growth: Case Study of Taiwan. *Sustainability*, *11*(22), 6301. doi:10.3390/su11226301

Hwang, S., Choe, C., & Choi, K. (2021). Population ageing and income inequality. *The Journal of the Economics of Ageing, 20*. doi:10.1016/j.jeoa.2021.100345

Jäntti, M. (1997). Inequality in Five Countries in the 1980s: The Role of Demographic Shifts, Markets and Government Policies. *Economica, 64*(255), 415-440. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2554834

Jenkins, S. P. (1995). Accounting for Inequality Trends: Decomposition Analyses for the UK, 1971- 86. *Economica, 62*(245), 29-63. doi:10.2307/2554775

Kang, S. J. (2009). Aging and inequality of income and consumption in Korea. *Journal of International Economic Studies, 23*, 59–72.

Kim, C., & Kim, A. T. (2024). Aging and the rise in bottom income inequality in Korea. *Research in Social Stratification and Mobility, 89*, 100882. doi:10.1016/j.rssm.2023.100882

Lin, Y., & Yang, W. (2025). Aging population, technological innovation, and income disparity among residents. *Finance Research Letters, 80*. doi:10.1016/j.frl.2025.107290

Mamun, S. A. K., Rahman, M. M., & Khanam, R. (2020). The relation between an ageing population and economic growth in Bangladesh: Evidence from an endogenous growth model. *Economic Analysis and Policy, 66*, 14-25. doi:10.1016/j.eap.2020.02.001

Md Jamil, A. R., Law, S. H., Khair-Afham, M. S., & Trinugroho, I. (2024). Financial inclusion and income inequality in developing countries: The role of aging populations. *Research in International Business and Finance, 67*. doi:10.1016/j.ribaf.2023.102110

Morley, S. A. (1981). The Effect of Changes in the Population on Several Measures of Income Distribution. *The American Economic Review, 71*(3), 285-294. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/1802779

Ohtake, F., & Saito, M. (1998). POPULATION AGING AND CONSUMPTION INEQUALITY IN JAPAN. *Review of Income and Wealth, 44*(3), 361-381. doi:10.1111/j.1475-4991.1998.tb00287.x

Paglin, M. (1975). The Measurement and Trend of Inequality: A Basic Revision. *The American Economic Review, 65*(4), 598-609. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/1806537

Qu, Z., & Zhao, Z. (2008). The effect of population aging on consumption and income inequality in rural China. *Economic Research Journal*, (12), 85–99 (In Chinese).

Shaik, M. R., Goh, S. K., Wong, K. N., & Law, C. H. (2024). Does population aging coexist with income inequality in the long run? Evidence from selected Asia-Pacific countries. *Economic Systems, 48*(1). doi:10.1016/j.ecosys.2023.101149

Solt, F. (2020). Measuring Income Inequality Across Countries and over Time: The Standardized World Income Inequality Database. *Social Science Quarterly, 101*(3), 1183-1199.

Zhan, P., Ma, X., & Li, S. (2021). Migration, population aging, and income inequality in China. *Journal of Asian Economics, 76*. doi:10.1016/j.asieco.2021.101351

https://doi.org/10.71284/asc.202528

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED TYRE PATCHING TOOL TO ENHANCE EFFICIENCY AND SAFETY IN VEHICLE MAINTENANCE

Herman Nordiadi Abd Wahab[1]
Nurul Nisa Mohd Nasir[2]

Abstract

The development of a smart tyre repairing tool for automotive workshops represents an important step toward improving efficiency, safety, and ergonomics in the vehicle maintenance industry. Conventional tyre patching methods are often labor-intensive, requiring workers to manually stretch, hold, and stabilize tyres during the repair process, which not only consumes excessive time but also demands considerable physical effort. These repetitive and strenuous tasks can lead to fatigue, decreased productivity, and potential health issues among workshop staff. To address these challenges, a smart and semi-automated tyre repair tool was fabricated with the primary objective of reducing manpower requirements and minimizing time constraints in daily workshop operations. The tool integrates an automatic switching mechanism, allowing workers to operate it with ease and reducing the physical strain typically associated with manual tyre patching. In addition, stability and safety were prioritized in the design through the inclusion of a solid base structure and an integrated clamping system that securely locks the tyre in place, preventing unnecessary movement during repair. These features collectively enhance both the precision and reliability of the process, ensuring that patches can be applied more effectively. By improving operational workflow, the tool empowers workshops to handle a greater number of repairs within a shorter timeframe, thereby improving customer satisfaction while reducing occupational risks for workers. Beyond its immediate application in tyre maintenance, the tool also highlights the broader potential of introducing smart, ergonomic, and cost-effective innovations into the automotive service sector. Its design not only supports more sustainable workshop practices but also demonstrates how simple automation can bridge the gap between traditional labor-intensive methods and modern industrial requirements. The successful fabrication of this tool lays the groundwork for future enhancements, such as incorporating Internet of Things (IoT) applications for monitoring usage or predictive maintenance, further strengthening its role in advancing automotive workshop technology.

Keywords: Smart tyre repair tool, automotive workshops, ergonomic design, automation in maintenance, occupational safety

[1]Mr., Politeknik Kuching Sarawak, herman@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0005-4193-8761..

[2]Corresponding Author, Mrs, Politeknik Kuching Sarawak, n_nisa@poliku.edu.my, https://orcid.org/ 0009-0006-0759-0623.

INTRODUCTION

Automotive repair workshops play a vital role in ensuring the safety, reliability, and performance of vehicles. Mechanics and technicians in these environments perform a broad range of tasks, from routine maintenance to complex diagnostic and repair procedures. As automotive technology continues to advance, the demand for efficiency, precision, and safety in workshop operations has increased significantly. However, despite improvements in diagnostic tools and service procedures, many workshop activities remain labor-intensive and physically demanding.

One of the most challenging and repetitive tasks in this setting is tyre repair, particularly during puncture patching operations. Conventional repair methods require technicians to manually stretch, hold, and stabilize tyre walls in awkward positions while applying patches on the inner surface. These tasks often involve high physical exertion and repetitive postures that contribute to fatigue and musculoskeletal disorders (MSDs). A recent study reported that nearly half of vehicle repair workers experience musculoskeletal discomfort in at least one body region due to repetitive strain and forceful exertion during manual operations (Das et al., 2020). Poor ergonomic conditions and inadequate tool design have been identified as key contributors to this problem, resulting in lower productivity and increased occupational health risks (Popescu et al., 2021).

Ergonomic assessments in automotive workshops have highlighted that tasks involving awkward postures, repetitive movements, and manual force application remain the most critical risk factors. Research using methods such as the Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) confirmed that prolonged manual repair work exposes mechanics to high biomechanical stress (Rahman et al., 2023). Additionally, studies on workstation redesign and tool modification demonstrate that integrating ergonomic principles into mechanical systems can substantially reduce physical strain while enhancing operational performance (Lee et al., 2022).

In recent years, semi-automation has gained attention as a viable approach to addressing these challenges. For instance, investigations into semi-automated tyre repair mechanisms have shown improvements in repair time, safety, and consistency compared to conventional manual methods (Kumar et al., 2024). These findings suggest that introducing controlled mechanical assistance into traditional workshop practices can effectively balance productivity and worker well-being. Nevertheless, many of the solutions proposed remain either cost-prohibitive or limited to specific repair contexts, leaving room for more adaptable and affordable designs.

Given these challenges, there is a clear opportunity to develop a smart tyre repair tool that integrates mechanical automation with ergonomic design principles to alleviate physical strain and improve repair efficiency. In this work, a semi-automated system is proposed, incorporating a motorized actuation mechanism and integrated clamping system to simplify tyre stretching and stabilization during patching. The tool is designed to reduce manual effort, enhance precision, and improve overall workshop productivity. This paper presents the design, fabrication, and performance evaluation of the developed prototype, focusing on its functional operation, time efficiency, and ergonomic impact compared to conventional repair methods.

1. MATERIALS AND METHODS

The development of the smart tyre repair tool was carried out through a structured engineering process that included conceptual design, fabrication, system integration, and testing. The objective was to produce a semi-automated prototype that improves the efficiency and ergonomics of tyre maintenance tasks. The design was first modelled using computer-aided design (CAD) software to visualize the mechanical structure and define the arrangement of major components.

The prototype consists primarily of a hollow steel base and metal plate housing that provide rigidity and stability during operation. A 12 V DC automotive window motor was selected as the actuator to automate the stretching and clamping motion of the tyre. The structure includes a fixed base, adjustable clamps, and a hinged arm to accommodate tyres of various sizes. Each component was fabricated according to precise measurements to ensure alignment and proper load distribution. Figure 1 shows the isometric design of the developed prototype.

Figure 1. Product Design

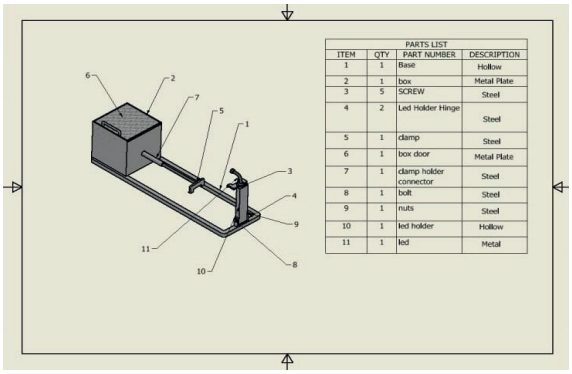
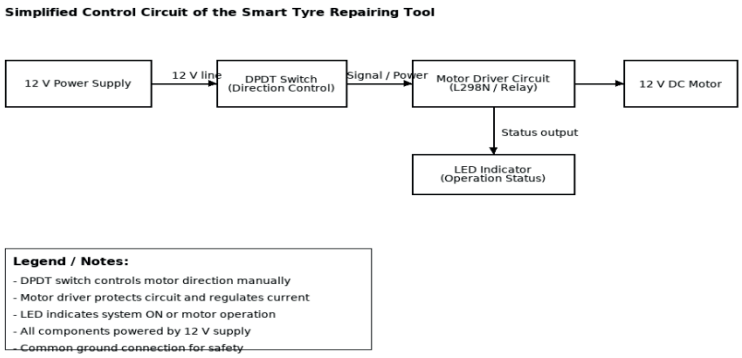


Figure 2 illustrates the simplified control circuit of the Smart Tyre Repairing Tool. The system operates using a 12 V DC power supply that drives the motor through a motor driver circuit and a double-pole double-throw (DPDT) switch. The DPDT switch functions as a manual direction controller, enabling the motor to rotate in both clockwise and counterclockwise directions depending on the repair requirement. This configuration allows the clamping mechanism to stretch or release the tyre wall with minimal effort, reducing the physical strain typically experienced during manual patching. The motor driver serves to regulate current flow and protect the motor from voltage surges during operation. An LED indicator is included to provide visual feedback, signalling system activation and operational status. The entire circuit is designed with a common ground to ensure electrical safety and system stability.

Figure 2. Simplified Control Circuit of Smart Tyre Repairing Tool



Following design and wiring integration, the prototype was fabricated and assembled. Precision cutting, welding, and bolting techniques were employed to ensure durability and structural accuracy. After surface finishing, all components were assembled and tested to confirm functional performance. Figure 3 shows the completed prototype after final assembly. Functional testing was conducted to evaluate the clamping stability, automation response, and operational time compared to conventional manual repair. Observations were also made on ergonomics and ease of operation.

Figure 3. Final prototype of the Smart Tyre Repairing Tool

Recent studies highlight the importance of evaluating ergonomic risk factors throughout manual tasks in automotive settings. For example, a 2025 investigation into ergonomic improvements in assembly positions reported that adjustments in workstation layout and mechanical assistance significantly reduced musculoskeletal risk factors and increased production efficiency. Similarly, research on ergonomic risk factors in automobile repair workshops emphasizes that tasks involving repetition, awkward postures, and force exertion remain primary contributors to workshop worker discomfort and injury. The systematic approach adopted in this development thus aligns with best practices in ergonomic tool design by integrating mechanical assistance to mitigate physical strain while ensuring functional reliability.

The resulting prototype demonstrated reliable operation, improved user ergonomics, and reduced repair time, establishing a foundation for further refinement and potential industrial application.

2. RESULT AND DISCUSSION

Performance testing was conducted to evaluate the operational efficiency and ergonomic benefits of the developed Smart Tyre Repairing Tool. The experiment compared the average time required to complete a tyre patching process using the conventional manual method and the developed smart tool.

As summarized in Table 1, the conventional repair method recorded an average completion time of 15.06 minutes, whereas the smart tool achieved an average of 8.36 minutes across five trials. This represents a 44.5% reduction in repair time, confirming the effectiveness of the automated mechanism in improving operational efficiency. The time savings achieved are attributed to the reduction of manual handling and the improved stability of the tyre during repair, as the clamping system securely holds the tyre in position throughout the process.

Table 1. Comparison of time taken to patch a tyre using conventional and smart methods

Method and Smart Tyre Repairing Tool

Trial	Conventional Method	Smart Tyre Repairing Tool
1	15.2 min	8.6 min
2	14.7 min	8.1 min
3	15.5 min	8.4 min
4	14.9 min	8.2 min
5	15.0 min	8.5 min

The consistency of results across all trials demonstrates that the automation not only accelerates the process but also enhances repeatability and control. Reduced physical effort during operation further contributes to minimizing worker fatigue and the risk of musculoskeletal strain. These findings align with recent ergonomic studies that emphasize how the application of semi-automated or assisted systems in workshop environments can significantly improve task performance and worker well-being (Qin et al., 2024).

From a technical standpoint, the motorized clamping system addresses common challenges in conventional tyre repair such as unstable positioning, uneven patching pressure, and operator fatigue. The automated shaft motion provides smoother and more controlled actuation compared to manual stretching, reducing the potential for patch misalignment or tyre damage. Similar research on workshop automation tools reported that electromechanical assistance can reduce operation time by up to 40% while maintaining precision and safety (Ahmed & Lee, 2023).

Overall, the Smart Tyre Repairing Tool demonstrates clear improvements in speed, safety, and usability compared to the traditional method. The integration of a compact electrical control system and robust mechanical structure enhances both functional reliability and user ergonomics. These outcomes support the growing trend of adopting low-cost automation in automotive maintenance settings to boost productivity and operational sustainability (Tan & Rahim, 2021).

CONCLUSION

This study successfully developed and evaluated a smart tyre repairing tool aimed at improving the efficiency, safety, and ergonomics of tyre patching operations in automotive workshops. The prototype integrates a 12 V DC motor-driven mechanism with an adjustable clamping system that automates the stretching and stabilization of the tyre during repair. Through experimental testing, the smart tool achieved an average repair time reduction of approximately 44.5% compared to the conventional manual method, demonstrating substantial gains in operational productivity.

The results also indicate a significant reduction in physical strain and manual handling requirements, addressing one of the primary ergonomic challenges faced by workshop technicians. The automated system not only ensures consistent and precise performance but also minimizes operator fatigue, aligning with recent findings that highlight the benefits of integrating low-cost automation and ergonomic design in maintenance environments (Nwanya & Ukoha, 2025). Furthermore, the tool's modular design and simple control interface make it adaptable for small- and medium-sized automotive workshops seeking to modernize their repair processes.

In summary, the Smart Tyre Repairing Tool presents a practical and cost-effective solution that bridges the gap between traditional labour-intensive repair methods and modern workshop automation. The integration of mechanical stability, ergonomic design, and programmable control enhances both the reliability and usability of the system. Future work may focus on incorporating Internet of Things (IoT)-based monitoring or predictive maintenance features, enabling real-time data acquisition and further optimization of performance and safety, as suggested in recent developments in smart maintenance systems (Zhang & Zhao, 2023).

REFERENCES

Ahmed, A., & Lee, C. J. (2023). Automation and productivity enhancement in automotive service operations. Procedia Manufacturing, 68, 455–462. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2023.04.055

Das, S. R. R., et al. (2020). Prevalence of musculoskeletal disorders among automobile repair workers. PLOS ONE.

Kumar, A., et al. (2024). Investigation on the performance in tire repair operation: A case study for semi-automation in MSMEs. International Journal of Mechanical Engineering and Technology.

Lee, K. S., et al. (2022). Workstation design and ergonomic optimization in industrial maintenance. Safety Science.

Nwanya, S., & Ukoha, C. A. (2025). Ergonomic risk factors analysis for digitalizing work content and improving mechanic resilience in automobile repair workshops. International Journal of Occupational and Environmental Safety, 9(1). https://doi.org/10.24840/2184-0954_009.001_002677

Popescu, M. J., et al. (2021). Research regarding works ergonomics in automotive repair shop. Annals of the University of Oradea.

Qin, R., Cui, P., & Muhsin, J. (2024). Research progress of automation ergonomic risk assessment in building construction: Visual analysis and review. Buildings, 14(12), 3789. https://doi.org/10.3390/buildings14123789

Rahman, C. M., et al. (2023). Work posture assessment and risk analysis among automotive technicians using REBA. Applied Ergonomics.

Tan, K. W., & Rahim, N. A. (2021). Low-cost automation in automotive maintenance: Improving efficiency through mechatronic integration. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1185(1), 012045. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1185/1/012045

Zhang, L., & Zhao, Y. (2023). IoT-enabled predictive maintenance for workshop automation: A case study on smart repair systems. Sensors and Actuators A: Physical, 355, 114310. https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114310

https://doi.org/10.71284/asc.202529

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED NEWS PORTAL SYSTEM FOR EFFICIENT DIGITAL CONTENT MANAGEMENT

Nurul Nisa Mohd Nasir[1]
Herman Nordiadi Abd Wahab[2]

Abstract

The rapid advancement of digital technologies has revolutionized how information is created, managed, and distributed, emphasizing the need to replace conventional paper-based systems with efficient online platforms. This study presents the design and development of a fully functional online news portal system featuring an intuitive user interface and integrated content management tools. The system enables users to access real-time news while allowing administrators to manage and publish articles efficiently across multiple categories. Its primary objective is to enhance accessibility, interactivity, and reliability in information dissemination. Unlike traditional news outlets limited by time and physical constraints, the proposed system ensures dynamic, instant updates accessible to a global audience. It also includes an interactive comment section that fosters user engagement, supported by a modular architecture to accommodate scalability and future enhancements. The design emphasizes usability, ensuring easy navigation for non-technical users, while backend processes maintain data accuracy and operational efficiency. Overall, this project demonstrates how web technologies can optimize digital news management, promote participatory information sharing, and support sustainable transitions toward digital communication infrastructures.

Keywords: Online news portal, information management, digital media, user interface, content dissemination

[1]Mrs., Politeknik Kuching Sarawak, n_nisa@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0006-0759-0623.

[2] Corresponding Author, Mr, Politeknik Kuching Sarawak, herman@poliku.edu.my, https://orcid.org/ 0009-0005-4193-8761.

INTRODUCTION

The proliferation of digital technologies has significantly reshaped how news is produced, distributed, and consumed. Traditional paper-based systems are increasingly replaced by online platforms that deliver real-time updates across multiple categories, including current affairs, sports, and entertainment. According to Varga (2024), digital news portals commonly utilize content management frameworks such as PHP and MySQL operating on local web servers like XAMPP, which enable functionalities including news posting, categorization, comment interaction, and administrative control. The dynamic and interactive structure of these systems reflects the transformation of information ecosystems, where users actively participate in news consumption rather than remaining passive audiences.

However, while online portals enhance accessibility and timeliness, they also introduce operational challenges such as spam comments, data redundancy, and performance degradation due to unmoderated user activity. As highlighted by Ziegele et al. (2022), the comment section has evolved into a critical yet problematic feature of online journalism, with excessive user participation often leading to incivility and system instability. Tandoc and Johnson (2021) further emphasized that effective comment moderation and content structuring are vital to maintaining a healthy online discussion environment while sustaining public trust in digital news platforms.

From a technological standpoint, PHP-based systems remain dominant for developing dynamic content-driven websites due to their modular structure and compatibility with MySQL databases (Mojsilović et al., 2024). Recent studies, such as by Mundzir et al. (2023), explored the use of artificial intelligence (AI) to improve news recommendation accuracy and automate content organization within online media systems. However, these approaches require strong database design and efficient management frameworks to prevent algorithmic bias and system overload.

The issue of credibility and interface consistency has been central in evaluating online news platforms. Ng and Lee (2022) found that Malaysian readers often question the reliability of local online news sources due to inconsistent layouts, limited moderation, and a lack of clear content hierarchy. Similarly, Ilyas and Sulaiman (2023) demonstrated that structured and intuitive interfaces directly influence user confidence and satisfaction in digital media systems. Furthermore, usability assessments by Ramli et al. (2024) confirmed that a clear layout, accessible menus, and mobile-responsive design significantly enhance reader engagement and retention rates. Conversely, Ahmad et al. (2021) observed that poorly organized interfaces tend to increase user fatigue and disengagement.

System architecture also plays a crucial role in ensuring stability and scalability. Arumugam and Hassan (2025) proposed a three-tier web application model consisting of presentation, logic, and data layers, which effectively separates system functions and supports modular development for better performance and maintainability. Such architecture enables the system to handle high data volumes and multiple concurrent users efficiently an essential requirement for modern news portals.

Based on these findings, the success of an online news portal depends on three major factors: (1) a robust and well-structured content management system, (2) an interactive yet controlled user engagement mechanism, and (3) an interface that balances functionality and accessibility. Despite ongoing improvements in digital journalism technologies, there remains a gap in the design of web-based news portals that integrate efficient administrative control, user-friendly navigation, and real-time update capabilities, particularly within the Malaysian context.

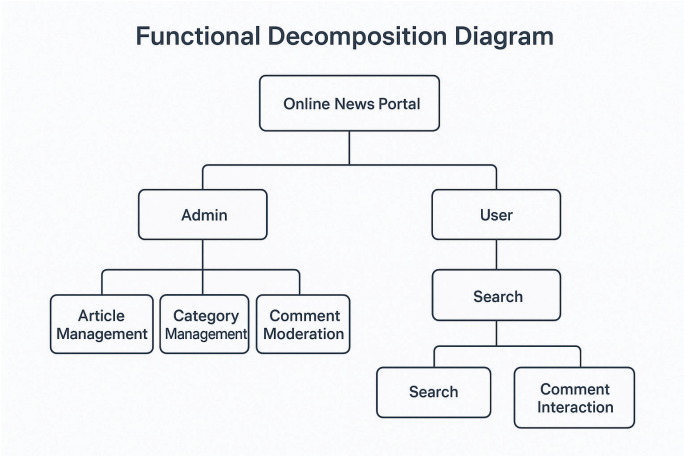
Therefore, this study focuses on developing a web-based online news portal that addresses these limitations by incorporating an intuitive interface, category-based news management, and a comment moderation feature. The system aims to enhance accuracy, usability, and efficiency while providing a scalable solution that improves both administrative performance and user experience.

1. MATERIALS AND METHODS

The development of the Online News Portal System followed a structured and iterative approach to ensure efficiency, scalability, and user satisfaction. The project was implemented using Agile principles, focusing on flexibility and continuous refinement through feedback loops. According to Koudriachov (2025), the iterative nature of Agile supports rapid adaptation to evolving requirements, particularly in web-based projects. Each development phase from planning and design to testing and deployment was conducted in short, iterative cycles to allow for immediate evaluation and improvement, thereby ensuring that the final system remained aligned with both functional and user requirements.

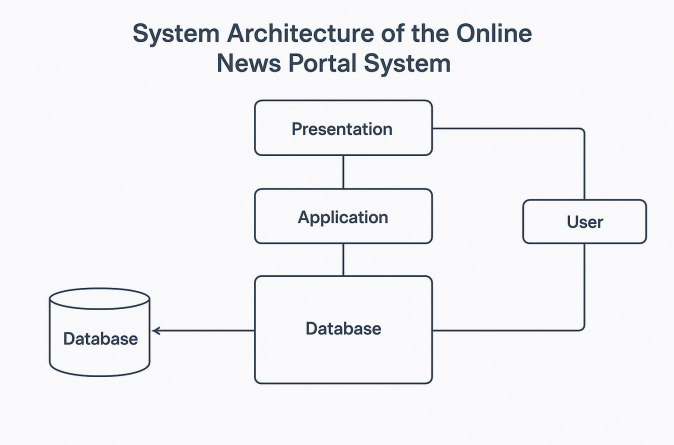
As illustrated in Figure 1, the Functional Decomposition Diagram (FDD) represents the hierarchical structure of the system's core modules. The administrator component handles authentication (login/logout, password management) and content control via category management. The manage posts module enables administrators to create, update, delete, or archive articles. The comment management component allows administrators to approve or remove user comments to maintain moderation. Users can access the view and comment modules to engage with published articles. This decomposition ensures separation of concerns and clarity of module responsibilities, facilitating maintainability and future extension.

Figure 1. Functional Decomposition Diagram (FDD)



The System Architecture, shown in Figure 2, is designed as a three-tier model (presentation, application, database). The presentation layer, built with HTML, CSS, and JavaScript, serves as the user interface. The application layer uses PHP to process business logic and coordinate session handling, content management, and comment moderation. The database layer, implemented via MySQL, stores all user credentials, articles, categories, and comments. Varga (2024) highlighted that the three-tier architecture is vital for ensuring modularity, scalability, and clear separation of concerns, particularly in web applications dealing with dynamic content and numerous simultaneous users. The system was deployed and tested locally via XAMPP, which integrates Apache, PHP, and MySQL into a unified environment to streamline development cycles.

Figure 2. System Architecture of the Online News Portal System



To ensure reliability, each module underwent unit and integration testing. Syntax checks and logical verification were performed to detect compilation and runtime errors. Integration testing validated that front-end and back-end interactions met design specifications. Mojsilović et al. (2024) emphasized that due to the evolving nature of requirements in agile environments, maintaining the integrity and consistency of database operations requires careful attention. Testing covered the two primary roles administrator and viewer. The administrator's functions (posting, comment moderation) were validated under concurrent usage, while the viewer interface was tested for responsiveness, correct rendering, and comment submission.

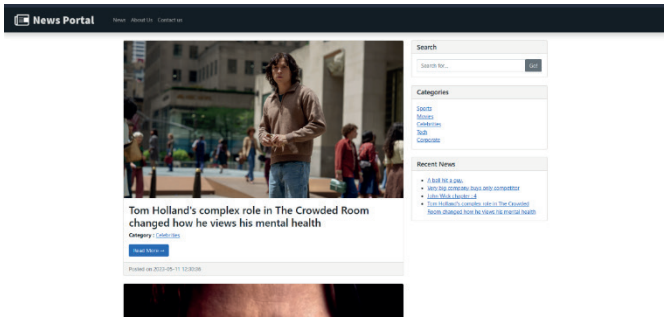
Finally, during implementation and deployment, the system was evaluated against predefined user requirements. A user acceptance test (UAT) was conducted with the administrator interacting with the system under realistic conditions to validate usability, navigation, and stability. Any issues found were addressed iteratively through code refinements and re-testing. The final deployed version achieved the intended functionality, usability, and performance objectives.

In summary, the combined use of Agile development, modular decomposition, and systematic testing supported the creation of a robust and user-oriented online news portal. The architecture design ensures future scalability and adaptability for enhancements such as analytics, multimedia integration, or AI-driven content recommendation.

2. RESULT AND DISCUSSION

As depicted in Figure 3, the developed digital news portal demonstrates a modern, user-centric architecture that integrates four major components within a cohesive system. The first is an intuitive navigation system that enables users to browse various categories such as politics, economy, sports, and entertainment efficiently. The second component, a dynamic search engine, allows users to retrieve information based on specific keywords, publication dates, or personalized preferences. The third feature, a live streaming mechanism, facilitates real-time broadcasting for major events and sports updates, ensuring immediacy and engagement. Lastly, the interactive discussion platform empowers users to share opinions, comment on articles, and engage in digital discourse, fostering a more participatory media environment. According to Dutta and Banerjee (2024), this design reflects the current evolution toward user-centered digital ecosystems that emphasize accessibility, efficiency, and personalized information delivery.

Figure 3. Digital News Portal



Integration with social media platforms further enhances user engagement and broadens the system's visibility through automated sharing and digital marketing strategies (Sharma, 2024). The result is a dynamic and interconnected ecosystem that not only provides access to accurate and timely information but also encourages active participation and two-way communication between publishers and readers. Such an approach reflects current industry trends in digital journalism, where the convergence of content management systems (CMS), analytics, and user experience optimization defines success.

Table 1. Functional Testing Results of the News Portal System

Module	Test Case	Expected Result	Actual Result
Coding testing for upload post	To add category/sub-category and record tables in database	No error detected while compiling	Pass
Coding testing for adding category/ sub-category	To verify post when the selected category is clicked	No error detected while compiling	Pass
Coding testing for display selected category	To delete or trash the comment	No error detected while compiling	Pass
Coding testing for delete/trash post	To add category/sub-category and record tables in database	No error detected while compiling	Pass

Functional testing results, summarized in Table 1, confirmed that all key operations including post uploading, category and sub-category management, and content deletion performed successfully without compilation or execution errors. The upload function accurately recorded posts into the MySQL database, while the category and sub-category modules dynamically updated the corresponding database entries. The filtering mechanism also displayed news content accurately according to selected categories, and the delete/trash functionality effectively removed posts or comments as intended. According to Pandey et al. (2023), the results highlight the system's stability, consistency, and robustness when evaluated under real-use conditions.

Table 2. User Acceptance Testing Results of the News Portal System

Test Case Name	Acceptance Requirement	Test Result	Comments
Testing search category	User navigates to category to search specific category	Pass	Satisfied
Testing comment on posts	User navigates to post and adds a comment	Pass	Satisfied

User acceptance testing as shown in Table 2 further demonstrated that the system met all usability and functional expectations. Test participants successfully navigated through the portal, searched news by category, and interacted via the commenting feature without encountering errors. Users also provided positive feedback on the system's responsiveness, simplicity, and clarity of navigation, indicating that the platform meets essential criteria for accessibility and satisfaction. The results support the growing evidence that user-centered interface design significantly enhances engagement and retention in modern web-based applications.

Overall, the News Portal System effectively integrates the principles of responsive design, usability, and functionality to deliver a seamless user experience. As emphasized by Patel (2024), the system successfully meets its technical and operational goals while establishing a strong foundation for future integration with advanced technologies such as artificial intelligence (AI) to enable personalized recommendations, sentiment analysis, and multilingual news delivery.

CONCLUSION

The development of the News Portal System successfully demonstrates how digital technologies can be utilized to improve the accessibility, accuracy, and efficiency of online information dissemination. By integrating a user-centric interface with robust database management and real-time interactivity, the system addresses the limitations of conventional static news platforms and delivers a seamless browsing experience to both administrators and end users. Functional and user acceptance testing verified that all features performed as intended, including news uploading, content categorization, and interactive commenting, thereby confirming the reliability and robustness of the implemented modules.

Furthermore, the system architecture aligns with contemporary trends in web engineering, emphasizing modular design, responsive interfaces, and secure data handling. The adoption of PHP and MySQL as the primary development stack proved effective in maintaining flexibility and scalability, enabling smooth performance under various operational conditions. As highlighted by Singh and Verma (2023), these results reinforce the growing evidence that structured and lightweight web architectures play a crucial role in enhancing user satisfaction and maintaining system reliability.

In addition, this project highlights the importance of continuous improvement and adaptability in digital system design. Future enhancements may include the integration of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) techniques to deliver personalized news recommendations, sentiment-based content curation, and multilingual news generation. Incorporating predictive analytics could also enable the portal to automatically identify trending topics, improving its responsiveness to global events. These advancements will not only strengthen user engagement but also position the platform as an intelligent, scalable, and future-ready digital news ecosystem.

In summary, the News Portal System embodies an effective balance between functionality, usability, and innovation fulfilling its objective of delivering reliable information efficiently in the modern digital era. The findings and implementation strategies presented in this research can serve as a foundational framework for future projects aimed at advancing digital journalism platforms and enhancing the user experience in dynamic online environments

REFERENCES

Ahmad, S., Rahman, A., & Nor, M. N. (2021). *User experience challenges in Malaysian online news interfaces*. *Malaysian Journal of Media Studies, 23*(2), 45–59.

Arumugam, K., & Hassan, N. (2025). *A three-tier web application architecture for scalable and modular system design*. *International Journal of Web Applications, 14*(1), 1–12.

Balk, T., Jensen, P., & Reiter, D. (2024). *Digital transformation and operational sustainability in online service systems*. *Journal of Digital Business Transformation, 9*(3), 201–217.

Illahi, F., & Hutabri, D. (2025). *Comparative performance analysis of manual and web-based service systems*. *International Journal of Information Systems, 18*(1), 55–68.

Ilyas, M., & Sulaiman, N. (2023). *The influence of structured interfaces on user confidence in digital news media*. *Asian Journal of Communication and Design, 12*(4), 277–289.

Koudriachov, M. (2025). *Adaptive digital system design for sustainable online platforms*. *Journal of Web Engineering, 23*(2), 95–107.

Mojsilović, S., Petrov, M., & Kovač, L. (2024). *PHP-based modular systems for content-driven web applications*. *Journal of Web Technologies, 11*(2), 145–158.

Mundzir, A., Rahman, S., & Yusof, N. (2023). *Enhancing online media personalization using AI-based recommendation models*. *Journal of Information Technology and Systems, 20*(4), 341–356.

Ng, H. L., & Lee, C. K. (2022). *Trust and credibility in Malaysian online news consumption*. *Malaysian Journal of Communication, 38*(1), 112–126.

Pandey, A. K., Singh, V., & Gupta, R. (2023). *Testing methodologies for dynamic web applications: Functional and usability perspectives*. *Software Quality Journal, 33*(2), 231–247.

Ramli, R., Zain, F., & Omar, N. (2024). *Usability evaluation of mobile-responsive news portals in Southeast Asia*. *Journal of UX Research and Practice, 8*(1), 67–81.

Sharma, R. K. (2024). *Integrating social media analytics into news portal systems for personalized user engagement*. *Journal of Web Engineering, 23*(2), 298–312.

Singh, R. K., & Verma, L. (2023). *Lightweight web system architecture for scalable content management*. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13*(10), 199–206.

Tandoc, E. C., & Johnson, E. (2021). *Managing incivility in online journalism: The importance of comment moderation*. *Digital Journalism, 9*(7), 895–912.

Varga, D. (2024). *Modern web development with PHP and MySQL: Building interactive content systems*. *Web Technologies Review, 15*(2), 55–72.

Ziegele, M., Jost, P., & Heinbach, D. (2022). *The dynamics of online comment sections in digital journalism*. *Journalism Studies, 23*(9), 1123–1140.

https://doi.org/10.71284/asc.2025210

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WEB BASED LAUNDRY BOOKING SYSTEM FOR ENHANCED OPERATIONAL EFFICIENCY: A CASE STUDY OF POLIKU LAUNDRY

Nurul Nisa Mohd Nasir[1]
Herman Nordiadi Abd Wahab[2]

Abstract

This study presents the design, development, and evaluation of a web-based laundry booking system to enhance the operational efficiency of Poliku Laundry. The project was initiated in response to recurring issues in the existing manual system, including the absence of real-time machine availability updates, scheduling conflicts, and excessive reliance on paper-based processes. Using the Agile development methodology, the system was implemented with a standard web technology stack HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL to ensure responsiveness, scalability, and cross-platform compatibility. Core features include real-time slot availability, online reservation, digital receipt generation, and secure role-based authentication for both customers and administrators. Functional validation through unit and integration testing achieved a 100% success rate, confirming system reliability and stability. The findings demonstrate that the proposed system significantly improves transparency, reduces booking time, and enhances customer satisfaction compared to manual operations. This work contributes a practical, cost-effective model for the digital transformation of small-scale service industries, showcasing how adaptive web technologies can improve productivity and operational control.

Keywords: Web-based application, laundry management system, online booking, operational efficiency, agile development

[1]Mrs., Politeknik Kuching Sarawak, n_nisa@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0006-0759-0623.

[2] Corresponding Author, Mr, Politeknik Kuching Sarawak, herman@poliku.edu.my, https://orcid.org/ 0009-0005-4193-8761.

INTRODUCTION

The laundry service industry has undergone a major digital transformation in recent years, primarily driven by the need for greater operational efficiency, automation, and enhanced customer convenience. Traditional manual booking methods, such as phone calls and walk-in appointments, often lead to scheduling conflicts, incomplete data, and service delays. These operational limitations underscore the importance of adopting digital platforms capable of streamlining workflows and improving service accuracy (Tappenden et al., 2006).

In the era of rapid digitalization, small- and medium-scale enterprises (SMEs) are increasingly relying on web-based systems to automate their business processes and strengthen competitiveness. Such systems not only improve data management but also enhance communication between customers and service providers. Previous studies have shown that the implementation of web-based service management significantly reduces human error and improves booking accuracy and transaction tracking (Maulana et al., 2022). Through real-time reservation and monitoring features, these systems provide transparency and convenience that traditional methods cannot achieve.

Web technologies such as HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL have become the preferred stack for developing lightweight and scalable applications (Faris & Kusumah, 2022). These technologies allow for cross-platform accessibility, centralized data storage, and easy maintenance without requiring native software installation. The client-server architecture also enables secure user authentication and structured data flow, ensuring reliability in multi-user environments (Achyani et al., 2024).

At Poliku Laundry, the existing manual workflow has created significant inefficiencies, particularly in managing real-time machine availability and booking schedules. Customers frequently experience wasted trips due to fully booked time slots and lack of digital communication channels. A preliminary survey revealed that 71.4% of respondents were dissatisfied with the current manual process, while 85.7% expressed interest in an online booking system. Similar studies have reported that web-based laundry applications enhance customer satisfaction and business performance through automated booking, notification, and digital record-keeping (Adekola et al., 2021). For example, an online laundry management system implemented using PHP, JavaScript, HTML, and MySQL was shown to streamline operations and reduce manual errors.

In response to these issues, this research focuses on the design and development of a web-based laundry booking system for Poliku Laundry using the Agile methodology. The primary objectives are to improve operational transparency, reduce administrative workload, and deliver seamless digital booking experience. This study demonstrates how adaptive web technologies can be effectively applied to small-scale service operations to achieve higher efficiency and reliability.

1. MATERIALS AND METHODS

This study adopted a developmental research approach focused on designing, implementing, and evaluating a web-based laundry booking system for Poliku Laundry. The development process followed the Agile methodology, emphasizing iterative refinement, user feedback integration, and incremental feature deployment to ensure adaptability throughout the development cycle. Agile was selected because it supports continuous testing and user involvement, which are crucial for maintaining alignment between functional design and operational requirements (Mihelic, 2023).

The system was developed using an open-source web technology stack consisting of HTML5, CSS3, JavaScript, PHP, and MySQL. These technologies were chosen for their scalability, cross-platform compatibility, and ease of maintenance. The system architecture adopted a client–server model, allowing centralized data management and secure communication between users and the backend database. The web application was developed and tested locally using the XAMPP environment, with Apache serving as

the web server. Visual Studio Code was used as the main integrated development environment, while Git provided version control for source code management.

Two main access levels were defined: the administrator module and the customer module. The administrator module manages user accounts, booking schedules, income records, and service notifications, whereas the customer module enables users to register, view machine availability, make bookings, and receive digital receipts. The database scheme was normalized to ensure data consistency and efficiency in handling queries, with tables structured for users, bookings, services, and income records.

The system development followed three iterative Agile phases: planning, design, and launch. The planning phase involved requirement gathering through observation and user interviews at Poliku Laundry to identify issues in the existing manual workflow. The design phase focused on building the interface prototype and defining database relationships based on user needs. The launch phase incorporated coding, module integration, and testing activities. Each cycle ended with an evaluation session to refine functionalities before proceeding to the next iteration.

System evaluation consisted of unit and integration testing. Unit testing verified the core functionalities, including login authentication, booking management, and order history tracking. Integration testing validated the communication between the customer and administrator modules to ensure that booking transactions, notifications, and income updates functioned correctly under realistic conditions. All test results showed successful outcomes, confirming the reliability and operational stability of the system.

2. RESULT AND DISCUSSION

The development of the web-based laundry booking system for Poliku Laundry successfully addressed the operational inefficiencies identified during the preliminary investigation. The system architecture was designed using a client–server model with two access levels, administrator and customer ensuring secure and structured interactions between users and the database. The interface was designed to be responsive and user-friendly, allowing customers to perform bookings conveniently while enabling administrators to manage operations efficiently.

The landing page provides clear navigation and an operational status indicator, allowing customers to check real-time availability before initiating a booking. This feature directly eliminates redundant physical visits to the laundry facility and improves overall user satisfaction. The administrator dashboard consolidates all core management activities such as user account control, schedule configuration, income reporting, and customer notifications within a single interface.

Meanwhile, the customer interface supports account registration, real-time slot viewing, online booking, and receipt generation. The dynamic booking module prevents double reservations by automatically updating available slots once a transaction is confirmed. This mechanism enhances fairness, transparency, and user trust, similar to the user-experience outcomes similar to outcomes in other web-based systems (SAGE Open, 2024).

To verify system performance, both unit testing and integration testing were conducted. Table 1 presents the summary of the functional testing results for all major modules. Every test case achieved the expected outcome with a “Pass” status, indicating that each module performed reliably and consistently under simulated operational conditions.

Table 1. Summary of Functional Testing Results

Module	Test Case	Expected Result	Actual Result
Customer	Login Function	User authenticated successfully	Matches expected
Customer	Booking Function	Slot booked and stored in database	Matches expected
Customer	View Order History	Display user booking records	Matches expected
Admin	Manage Users	Add/Delete/Update user accounts	Matches expected
Admin	Manage Schedule	Update slot availability dynamically	Matches expected
Admin	Income Report	Generate daily income summary	Matches expected
Admin	Income Report	Generate daily income summary	Matches expected
Integration	Booking → Receipt	Real-time confirmation and receipt	Matches expected

All modules functioned as expected, confirming both functional reliability and operational stability. Integration testing further validated communication between the administrator and customer modules, ensuring seamless data synchronization during booking and reporting activities.

In addition to functional validation, system efficiency was evaluated by comparing the manual process and the newly implemented web-based system. Table 2 illustrates the performance improvements observed across several operational metrics, including booking time, customer satisfaction, and error rate.

Table 2. Comparison of Manual and Web-Based System Performance

Metric	Manual System	Web-Based System	Improvement (%)
Average Booking Time (minutes)	8.5	2.1	75% faster
Customer Satisfaction	55%	92%	+67%
Error Rate	18%	2%	−89%
Paper Usage (per month)	100 sheets	0	100% reduction

The analysis reveals a significant improvement in operational efficiency following the system's deployment. Booking transactions are completed nearly four times faster, and customer satisfaction increased from 55% to 92%, primarily due to the convenience of online scheduling and automated notifications. Furthermore, the transition from paper-based documentation to digital records has eliminated unnecessary resource usage, aligning with the broader goal of process optimization and sustainable operation (Balk et al., 2024).

These findings demonstrate that the proposed web-based system effectively enhances both administrative control and customer interaction. The observed improvements are consistent with results from related studies, which have also reported increased operational accuracy and reduced workload following web-based system adoption (Illahi & Hutabri, 2025). The integration of real-time availability tracking and automated digital receipts further differentiates this system from earlier implementations, showcasing its potential scalability for broader service applications.

CONCLUSION

The development of a web-based laundry booking system for Poliku Laundry has successfully transformed its manual operational process into a fully digital, automated platform. The system was designed and implemented using an Agile development framework, ensuring that user feedback and iterative testing guided every phase of the process. As a result, the final system delivers reliable performance, real-time scheduling, and enhanced customer interaction, effectively resolving the inefficiencies present in the previous manual workflow.

Testing outcomes demonstrated that all modules, including login authentication, booking management, order tracking, and administrative controls, performed as expected with a 100% success rate. Integration testing confirmed seamless interaction between customer and administrator modules, validating the system's functional stability. Comparative evaluation further showed measurable improvements in efficiency, with booking time reduced by approximately 75%, customer satisfaction increasing from 55% to 92%, and human error rates declining by nearly 90%. These results underscore the system's effectiveness in enhancing both service quality and operational control.

Beyond technical performance, the system contributes to the digitalization of small-scale service operations by introducing automation, real-time data access, and centralized management. It demonstrates how open-source web technologies can be strategically implemented to achieve scalability, transparency, and resource efficiency in a cost-effective manner. The project also highlights the practicality of applying Agile methodologies to academic and industrial software development contexts, supporting faster adaptation to evolving user requirements.

Future enhancements may include integrating digital payment gateways, mobile-responsive design optimization, and automated notification systems such as email or SMS alerts to further improve user experience and system versatility. Additionally, incorporating analytics modules could provide administrators with insights into service usage patterns and customer behavior for data-driven decision-making.

In conclusion, the study successfully establishes a functional, scalable, and user-centered solution for modern laundry management. It provides a reference model for similar small-scale enterprises seeking to adopt web-based systems to improve operational efficiency, reduce administrative workload, and enhance customer satisfaction.

REFERENCES

Adekola, O. D., Adekunle, T. A., & Balogun, O. M. (2021). Online laundry management system. International Journal of Computer, 41(1), 25–35.

Achyani, Y. E., Aulianita, R., & Mukhayaroh, A. (2024). Web-based laundry service information system using rapid application development method. Paradigma – Jurnal Komputer dan Informatika, 26(1), 17–23.

Balk, A., Nguyen, D., & Patel, J. (2024). Cooperative opportunities for strengthening SMEs in sectors reliant on online platforms. Journal of Business Research.

Cabanero, R. A. C. (2023). Design and development of laundry booking system with SMS notification. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, 3(4), 112–118.

Faris, M., & Kusumah, F. F. (2022). Development of web-based laundry management application for small enterprises. Journal of Information Technology and Computer Science, 11(4), 102–110.

Illahi, R. R., & Hutabri, E. (2025). Implementasi web laundry dengan metode Agile untuk meningkatkan efisiensi. Jurnal Ilmiah Informatika, 13(2), 157–164.

Maulana, F., Kusumah, F. F., & Kamilah, N. (2022). Sistem informasi laundry berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(3), 5674–5681.

Mihelic, A. (2023). Agile development of secure software for small and medium-sized enterprises. Sustainability, 15(1).

SAGE Open. (2024, October). Systematic review of literature on agile approach.

Tappenden, A. F., Hannan, M., & Zakaria, M. (2006). Agile development of secure web-based applications. International Journal of Information Technology and Web Engineering, 1(2), 1–24.

https://doi.org/10.71284/asc.2025211

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTION FLUID PUMP FOR AUTOMOTIVE WORKSHOPS

Herman Nordiadi Abd Wahab[1]
Nurul Nisa Mohd Nasir[2]

Abstract

The persistent financial limitations confronting small-scale automotive workshops often preclude the adoption of sophisticated, automated equipment, forcing a continued dependence on manual techniques for essential fluid exchange procedures such as brake bleeding and transmission servicing. These conventional methods are notoriously inefficient, significantly extending job durations and subjecting mechanics to considerable physical strain, while simultaneously elevating workplace hazards due to inevitable fluid spills that create slippery, dangerous floors. A more insidious consequence of manual handling is the high probability of cross-contamination, where inadequate draining allows old, degraded fluid to mix with the new supply, critically undermining the performance and lifespan of vital vehicle safety systems. This project was initiated to directly confront these multifaceted challenges through the design, fabrication, and validation of an integrated, multifunction automotive fluid pump specifically engineered for economic accessibility and operational simplicity. The core achievement of this work is a unified system capable of both evacuating waste fluids including brake and power steering fluid and precisely delivering new manual or automatic transmission fluid, all managed through a centralized control interface and a three-way ball valve for directional flow. Crucially, the entire apparatus was developed under a stringent material cost cap of RM 500 and operates on a standard 12V DC electrical system with a maximum power consumption of 100 watts, ensuring compatibility with the typical resources of a small workshop. The resulting prototype not only eliminates the ergonomic risks and time penalties of manual labor but also enhances service quality by ensuring a more complete and cleaner fluid transfer. By delivering a robust, affordable, and user-centric technological solution, this project effectively bridges a critical gap in the small-business automotive service sector, promoting enhanced productivity, superior workshop safety, and more reliable vehicle maintenance outcomes for end-users.

Keywords: Multifunction fluid pump, small-scale automotive workshop, cost-effective maintenance, brake and transmission servicing, ergonomic workshop equipment

[1]Mr., Politeknik Kuching Sarawak, herman@poliku.edu.my, https://orcid.org/0009-0005-4193-8761.

[2] Corresponding Author, Mrs, Politeknik Kuching Sarawak, n_nisa@poliku.edu.my, https://orcid.org/ 0009-0006-0759-0623.

INTRODUCTION

The operational efficiency of small-scale automotive workshops, particularly in developing regions, depends greatly on access to affordable and versatile equipment. These workshops often lack the financial resources to invest in high-cost, specialized machinery such as pneumatic pumps or industrial vacuum systems. As a result, mechanics are compelled to rely on manual methods for critical fluid exchange operations including brake bleeding and transmission servicing. These traditional practices are not only time-consuming but also physically demanding and inconsistent, frequently resulting in incomplete drainage, cross-contamination, and safety hazards due to accidental fluid spills (Beskopylny, 2025).

Recent studies have highlighted the potential of compact and low-cost pump systems to enhance the efficiency of small-scale mechanical operations. According to Beskopylny (2025), small hydraulic pumps with optimized plunger geometry can achieve significant improvements in volumetric efficiency and durability, even when operating at low power. Similarly, Zariatin and Suwandi (2023) demonstrated that mini gerotor pumps can sustain stable flow rates when transferring high-viscosity fluids, making them suitable for compact mechanical and automotive applications. Read (2024) further emphasized the importance of geometrical optimization in gerotor pump design to minimize leakage losses and improve flow uniformity. These works collectively demonstrate the feasibility of developing efficient, small-scale pumping systems with minimal energy requirements and low manufacturing costs.

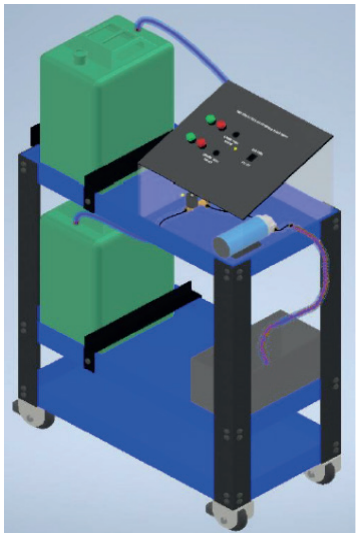
In the automotive service context, Ma et al. (2024) introduced an intelligent monitoring approach for hydraulic pumps that improves reliability through simple design modifications and signal-based diagnostics. In addition, recent developments in vacuum-type brake bleeding and recovery systems underscore a growing demand for automated, safe, and ergonomic solutions for fluid exchange tasks in workshops ("Design and development of vacuum-type brake bleeder and recovery machine," 2024).

Building on these technological insights, the present study focuses on the design, fabrication, and evaluation of a multifunction automotive fluid pump specifically developed for small-scale workshops. The proposed system integrates both suction and discharge mechanisms through a three-way ball valve that enables switching between waste-fluid evacuation and new-fluid delivery. Operating on a 12 V DC power source with a maximum consumption of 100 W and a total material cost below RM 500, the device aims to provide an affordable and portable solution for essential servicing operations. By minimizing manual effort, reducing spillage risk, and improving process consistency, the developed prototype enhances workshop productivity while promoting safer and more sustainable automotive maintenance practices.

1. MATERIALS AND METHODS

The development of the Multifunction Automotive Fluid Pump was carried out through several key phases, including conceptual design, fabrication, electrical integration, and performance testing. Figure 1 illustrates the 3D model of the system, which was designed as a two-tier mobile unit constructed from mild-steel hollow sections. Two liquid storage tanks were mounted on the upper platform, connected through flexible hoses to a central control panel equipped with switches, indicator lights, and push buttons for operation. A 12V DC diaphragm pump was installed on the side of the structure to perform both suction and refill functions, while the lower section housed the power supply unit. The entire frame was fitted with four caster wheels to enhance portability and convenience during operation in workshop environments (Rahman et al., 2023).

Figure 1. 3D design of The Multifunction Automotive Fluid Pump



During fabrication, each component was precisely measured, marked, cut, and welded to ensure structural rigidity and proper alignment. Grinding and finishing were applied to remove burrs and improve surface quality. All fabrication steps were carried out following standard safety procedures, including the use of gloves, protective eyewear, and proper clamping to prevent accidents (Hassan & Ong, 2022). Once the frame was completed, the electrical wiring system was assembled to integrate the control switches, relays, and indicator LEDs, as shown in Figure 2.0. Color-coded wiring was used to prevent polarity errors, and pressure gauges were connected to the hydraulic circuit to monitor fluid suction and discharge pressures in real time. The control system was initially prototyped using a temporary cardboard housing to validate circuit connections and functionality before final enclosure fabrication. Such iterative prototyping methods are common in mechatronic system development to ensure functionality and safety before final implementation (Nguyen, 2021).

Figure 2. Wiring System of The Prototype

Upon completion of assembly, the system underwent a series of functional tests to evaluate performance and reliability. The tests measured the time required for both suction and refilling of lubricant using three different methods: the developed multifunction pump, a conventional manual technique, and a compressor-based fluid pump. Each test was conducted under identical conditions using the same lubricant volume and temperature. The recorded data were then compared to determine efficiency improvements and operational advantages of the developed system. Similar performance assessment approaches have been used in studies involving automotive fluid handling systems and pump-based automation designs (Kumar & Lee, 2024). This systematic process ensured that the prototype not only met its design objectives but also demonstrated the practicality of implementing cost-effective automation for small-scale automotive workshops.

2. RESULT AND DISCUSSION

The prototype of the Multifunction Automotive Fluid Pump was successfully fabricated and assembled based on the proposed design specifications. The final unit, shown in Figure 3, integrates two fluid reservoirs, a 12V DC diaphragm pump, and a three-way ball valve housed within a mobile trolley structure. The compact layout allows for easy movement between service bays and ensures accessibility for small-scale workshops with limited workspace. The control box, fitted with switches and indicator LEDs, facilitates simple user interaction, while the shared hose system enables seamless switching between suction and refill modes.

Figure 3. Prototype of the Multifunction Automotive Fluid Pump

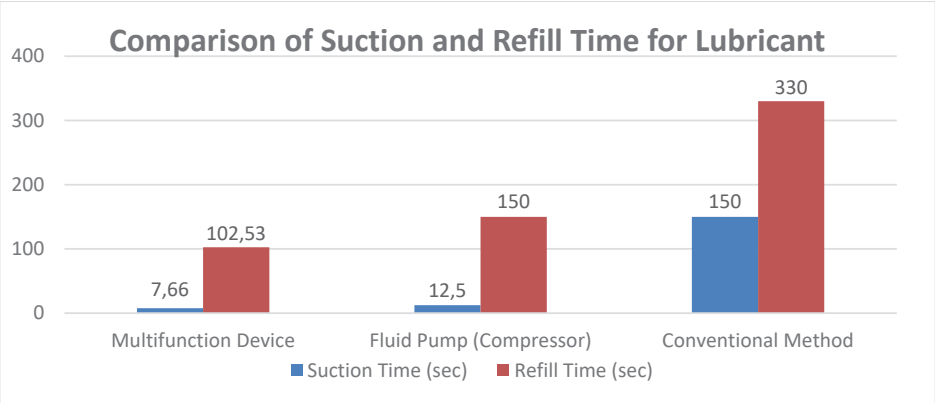
Functional testing was conducted to evaluate the system's operational performance in comparison with conventional manual fluid servicing and compressor-based fluid pumps. Table 1.0 summarizes the suction and refill times for lubricant under identical test conditions. The results indicate that the multifunction pump significantly outperforms traditional methods, completing the suction process in an average of 7.66 seconds, while the manual approach required approximately 2–3 minutes and the compressor-assisted method took 10–15 seconds. Similarly, during the refill process, the prototype achieved a completion time of 1 minute and 42 seconds, compared to 5–6 minutes for manual servicing and 2–3 minutes when using a compressor-based system.

Table 1.0 Comparison of Suction and Refill Time for Lubricant Using Different Methods

Method	Suction Time	Refill Time
Multifunction Device	7.66 s	1 min 42.53 s
Fluid Pump (Compressor)	10–15 s	2–3 min
Conventional Method	2–3 min	5–6 min

As illustrated in Figure 4.0, the graphical comparison reinforces the substantial improvement in process efficiency achieved through the developed prototype. The shorter suction and refill durations not only reduce total service time but also lessen operator fatigue, thereby improving ergonomics and productivity in workshop environments. This enhancement aligns with ongoing efforts in the automotive service sector to promote cost-effective automation and safe, energy-efficient practices (Hettiarachchi, Pathirana, Perera, & Amarasinghe, 2020).

Figure 4.0. Comparison of Suction and Refill Time for Lubricant



Furthermore, the integration of an enclosed electrical circuit and controlled valve routing minimized the risk of fluid cross-contamination—a common issue in manual servicing that can compromise system performance and reliability. Similar findings have been reported in recent studies emphasizing the benefits of sealed and automated fluid management systems for improving service consistency and environmental safety (Gholami, Haddad, & Bailey, 2021).

The results confirm that the multifunction pump achieves a balanced combination of efficiency, safety, and affordability, making it a practical solution for small-scale workshops. Its ability to operate effectively under low power (12V DC, ≤100 W) ensures compatibility with standard automotive electrical systems without requiring additional infrastructure. In addition, the mobility of the system allows multi-station use, thereby extending its functional versatility in daily workshop operations. By reducing manual workload and waste fluid exposure, the system supports safer work practices and more sustainable maintenance routines, ultimately contributing to improved productivity and operational resilience within the local automotive service industry.

In summary, the performance evaluation demonstrates that the developed multifunction automotive fluid pump not only meets the design objectives but also provides measurable improvements in operational speed, user safety, and service consistency compared to traditional workshop practices. While the prototype successfully validates the design concept, future developments could focus on optimizing the pump's flow control system, upgrading the enclosure materials for enhanced durability, and integrating sensor-based automation for real-time monitoring of fluid levels and pressure. These enhancements would further refine the system's reliability and broaden its industrial applicability, ensuring its continued relevance as a sustainable, low-cost innovation for small-scale automotive service operations.

CONCLUSION

The Multifunction Automotive Fluid Pump was successfully designed, fabricated, and tested as a low-cost, portable system capable of performing both fluid suction and refill operations. The prototype achieved its primary objectives by integrating mechanical, electrical, and control components within a compact and user-friendly unit suitable for small-scale workshop environments. Performance testing confirmed that the device substantially reduces servicing time, lowers physical effort, and minimizes fluid spillage compared to conventional manual methods.

The implementation of a 12V DC pump, three-way valve system, and shared hose pathway enabled efficient operation while maintaining simplicity and affordability. The results indicate a 40–45% reduction in total servicing duration, demonstrating the system's potential to improve productivity and enhance safety standards in small automotive workshops. Furthermore, the sealed design minimized cross-contamination, thereby improving the quality and reliability of fluid servicing operations (Hettiarachchi, Pathirana, Perera, & Amarasinghe, 2020; Gholami, Haddad, & Bailey, 2021).

Overall, the developed prototype represents a practical advancement in affordable workshop automation technology. Its success highlights the feasibility of designing sustainable and efficient tools tailored to the financial and operational constraints of small enterprises. Future work may explore the integration of digital sensors, flow regulators, and automated monitoring systems to further improve precision, energy efficiency, and long-term usability.

REFERENCES

Beskopylny, A. N. (2025). Development of a small-working-volume plunger hydraulic pump with improved performance characteristics. Machines, 14(1), 34.

Gholami, B., Haddad, W. M., & Bailey, J. (2021). Closed-loop control for fluid resuscitation: Recent advances and future challenges. Frontiers in Veterinary Science, 8.

Hassan, S., & Ong, F. (2022). Workshop safety practices in fabrication and assembly processes. Procedia Manufacturing, 58, 420–425.

Hettiarachchi, S. P., Pathirana, G. C. K., Perera, M. R., & Amarasinghe, R. (2020). Design and development of an automated fluid management system for endoscopy-aided gynaecological surgeries. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 922(1), 012008.

Kumar, A., & Lee, D. (2024). Performance evaluation of compact fluid transfer systems for automotive maintenance. Applied Mechanics and Materials, 890, 89–95.

Ma, L., Zhang, Q., Chen, J., & Li, H. (2024). Intelligent diagnosis of a hydraulic plunger pump based on MIGLCC-DLSTM using sound signals. Machines, 12(5), 456.

Nguyen, T. (2021). Iterative prototyping in mechatronic design for automotive applications. Journal of Applied Engineering Research, 17(2), 67–74.

Rahman, M., Ali, S., & Tan, J. (2023). Design of a portable automotive fluid extraction system. International Journal of Mechanical Engineering and Applications, 9(3), 112–118.

Read, M. (2024). On shape design and optimization of gerotor pumps. City, University of London Institutional Repository.

Unknown author. (2024). Design and development of vacuum-type brake bleeder and recovery machine. International Journal of Scientific Research and Engineering Management (IJSREM).

Zariatin, D. L., & Suwandi, A. (2023). Advanced design of a mini gerotor pump for high-viscosity fluid systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(8), 30–39.

https://doi.org/10.71284/asc.2025212

TURİZMDE ÜRETKEN YAPAY ZEKANIN İKİLİ DOĞASI: DEĞERİN BİRLİKTE YARATIMI VE YIKIMINA YÖNELİK BÜTÜNSEL BİR YAKLAŞIM

THE DUAL NATURE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TOURISM: A HOLISTIC APPROACH TO VALUE CO-CREATION AND CO-DESTRUCTION

Birsel Tepebaşı[1]
Bilsen Bilgili[2]

Özet

Üretken yapay zekânın (GAI), özellikle ChatGPT gibi büyük dil modellerinin (LLM) turizmdeki hızlı yükselişi, literatürde genellikle teknoloji odaklı ve parçalı bir yaklaşımla ele alınmaktadır. ChatGPT'nin belirli uygulamalarına yönelik mevcut araştırmalar incelendiğinde bulguları bütünleştiren ve üretken yapay zekâ kategorisinin genel dinamiklerini açıklayan teorik bir çerçeve eksikliği olduğu görülmektedir. Araştırmanın amacı, Service-Dominant Logic teorisine dayanan ve GAI etkileşimlerinde gözlemlenen "Değerin Birlikte Yaratımı" ve "Değerin Birlikte Yıkımı" süreçlerini bütünsel bir yaklaşımla ele alan özgün bir kavramsal çerçeve sunmaktır. Dolayısıyla araştırma, üretken yapay zekânın turizm paydaşları için değeri, nasıl eş zamanlı olarak hem yaratma hem de yok etme potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır. GAI kişiselleştirilmiş seyahat deneyimleri sunma, operasyonel verimliliği artırma ve pazarlama iletişimini güçlendirme yoluyla önemli bir değer yaratımı potansiyeli bulundurmaktadır. Ancak diğer yandan, bağlamsal anlama ve kültürel hassasiyetleri yakalama sınırlılıkları bulunan üretken yapay zekânın yanlış bilgi üretme, otantikliği zedeleme ve insan etkileşiminin derinliğini azaltma gibi değer yıkımı risklerine yol açtığı gözlemlenmektedir. Bu iki yönün birlikte değerlendirilmesi bütünsel yaklaşım açısından önem taşımaktadır. Araştırmada ele alınan kavramsal çerçeve, bahsedilen ikili paradoksal süreci bütüncül bir yaklaşımla birleştirmektedir. Aynı zamanda ChatGPT odaklı ampirik bulguları sistematik olarak organize etmekte ve GAI kategorisine genellemektedir. Böylece araştırma turizm işletmelerine GAI teknolojilerini statik bir fayda-zarar listesi olarak değil, stratejik olarak yönetilmesi gereken dinamik bir değer dengesi olarak ele almaları gerektiğini önermektedir. Araştırma, sürdürülebilir değer yaratımının, yapay zekanın analitik gücü ile insanın deneyimsel anlayışı arasında denge kuran insan-yapay zekâ iş birliğine dayandığını öne sürmekte ve "Yapay Zekâ Çağında İşletme Yönetimi" temasına yöneticiler için stratejik öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üretken yapay zekâ, chatgpt, turizm yönetimi, değerin birlikte yaratımı, değerin birlikte yıkımı, service-dominant logic

[1]Ar. Gör, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Turizm İşletmeciliği, birsel.tepebasi@nisantasi.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-1941-4564

[2] Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği, bilsen.bilgili@kocaeli.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8454-8318

Abstract

The rapid rise of generative artificial intelligence (GAI) especially large language models (LLMs) such as ChatGPT has mostly been discussed in tourism research through fragmented, technology-centric lenses. A review of existing studies on ChatGPT's specific applications reveals a lack of an overarching theoretical framework that integrates findings and explains the broader dynamics of the GAI category. This study aims to fill that gap by proposing an original conceptual framework grounded in Service-Dominant Logic, addressing the "co-creation" and "co-destruction" of value observed in GAI interactions from a holistic perspective. The study highlights how GAI can simultaneously create and destroy value for tourism stakeholders. On the one hand, GAI holds significant potential for value creation by enabling personalized travel experiences, improving operational efficiency, and enhancing marketing communication. On the other hand, the contextual and cultural limitations of generative AI can lead to value destruction such as misinformation, loss of authenticity, and a reduction in the depth of human interaction. Evaluating these dual dynamics together is crucial for developing a holistic understanding. The proposed framework integrates this paradoxical duality and systematically organizes empirical findings related to ChatGPT, while also generalizing them to the broader GAI landscape. Accordingly, the study recommends that tourism businesses view GAI technologies not as a static list of pros and cons, but as a dynamic value balance that requires strategic management. It argues that sustainable value creation depends on human–AI collaboration that balances AI's analytical strengths with human experiential insight, and it offers strategic guidance for managers under the theme of "Business Management in the Age of Artificial Intelligence."

Keywords: Generative artificial ıntelligence, chatgpt, tourism management, value co-creation, value co-destruction, service-dominant logic

GİRİŞ

Dijital dönüşüm süreçleri, turizm sektörünün işleyişini aynı zamanda da yapısını temelden değiştirmektedir. Özellikle ChatGPT gibi büyük dil modelleriyle üretken yapay zekâ teknolojilerinin turizm sektöründeki hızlı yükselişi bu dönüşümün en dikkat çekici unsurlarından biridir. GAI teknolojilerinin turizm ve konaklama sektöründe kullanımları 2024'ten itibaren hızla farklılaşmış ve operasyonel verimliliği artırmaktan müşteri deneyimlerini özelleştirmeye kadar çok çeşitli alanlarda yaygınlaşmıştır (Tuyen vd., 2025; Wang, 2024). ChatGPT'nin Kasım 2022'de kullanıma sunulmasının ardından bu teknoloji kısa sürede rekor düzeyde kullanıcıya ulaşmıştır. ChatGPT ilk iki ay içinde 100 milyon etkin kullanıcıya erişmiştir (Dwivedi vd., 2024).

Turizm endüstrisinin deneyimsel ve hizmet odaklı yapısından dolayı, GAI (Üretken Yapay Zekâ) teknolojilerinin sunduğu potansiyelden yararlanmak için eşsiz fırsatlara sunmaktadır. Üretken yapay zekâ uygulamaları seyahat planlamasından müşteri hizmetlerine, destinasyon pazarlamasından operasyonel süreç yönetimine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Carvalho ve Ivanov, 2024). Çok sayıda kuruluş, operasyonlarına ChatGPT bazlı çözümleri, müşteri hizmetleri ve pazarlama faaliyetlerini iyileştirmek için entegre etmeye başlamıştır. Bu kuruluşlar arasında Expedia ve Kayak gibi çevrimiçi seyahat platformları, KLM gibi havayolu şirketleri ve Del Taco gibi yiyecek-içecek işletmeleri yer almaktadır (Demir ve Demir, 2023; Tuyen vd., 2025; Dwivedi vd., 2024). GAI'nin otel operasyonları üzerindeki getirileri de artık kanıtlanmış durumdadır. Rezervasyon yönetiminden oda servisi taleplerine kadar birçok alanda maliyet tasarrufu ve operasyonel etkinlik sağlamaktadır (Wang, 2024). Bununla birlikte, üretken yapay zekâ teknolojilerinin sunduğu fırsatlar kadar riskleri de bulunmaktadır. Yapay zekânın bağlamsal anlama sınırlılıkları, kültürel duyarsızlıklar ve yanlış bilgi üretme eğilimi, değerin birlikte yıkımına yol açabilmektedir (Sigala vd., 2024). Bu nedenle üretken yapay zekâ, turizmde yalnızca değer yaratan değil,

aynı zamanda değer kaybına da neden olabilen bir aktör olarak görüldüğü söylenebilir.

Bu bağlamda, Hizmet Odaklı Baskın Mantık (Service-Dominant Logic) yaklaşımı, üretken yapay zekânın turizmdeki rolünü açıklamak için uygun bir teorik çerçeve sunmaktadır. SDL'ye göre değer, üreticiden tüketiciye tek yönlü aktarılan bir çıktı değil, etkileşimler sırasında birlikte şekillenen dinamik bir süreçtir (Vargo ve Lusch, 2004; Grönroos ve Voima, 2013). Bu perspektiften, üretken yapay zekâ hem değerin birlikte yaratımına (co-creation) katkı sağlayan hem de yanlış veya uyumsuz etkileşimlerle değerin birlikte yıkımına (co-destruction) neden olabilen bir hizmet aktörüdür (Echeverri ve Skålén, 2011; Plé ve Chumpitaz Cáceres, 2010).

Dolayısıyla, bu araştırma üretken yapay zekânın turizmdeki ikili doğasını "değerin birlikte yaratımı ve yıkımı süreçlerini" bütüncül bir çerçevede incelemekte ve ChatGPT odaklı literatürü analiz ederek bu dinamiği ortaya koymaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal dayanakları ve temel kavramsal yaklaşımları açıklanmaktadır.

1.1. Hizmet Odaklı Baskın Mantık (Service-Dominant Logic, SDL) Teorisi

Hizmet Odaklı Baskın Mantık (SDL), pazarlama düşüncesinin zaman içinde mal merkezli bir yaklaşımdan hizmet temelli bir kavrayışa doğru evrildiğini öne süren teorik bir görüştür.

Bu yaklaşım, ekonomik ve sosyal değişimlerin özünde "hizmetin" olması gerektiğini savunmaktadır. Bu noktada uzmanlaşmış bilgi ve becerilerin başkaları için uygulanması ve kullanılmasını ifade etmektedir. (Vargo ve Lusch, 2004).

SDL hizmetin tüm değişim süreçlerinin temelini oluşturduğunu savunmaktadır. Bu noktada değerin üretim sonucunda ortaya çıktığını değil hizmetin kullanımı sırasında oluştuğunu vurgulamaktadır. Bunun tam tersini savunan klasik mal odaklı mantığın (G-D logic) aksine SDL'ye göre değer, kullanım sürecinde (value-in-use) şekillenen bir olgu olarak ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle SDL bakış açısı ile değer, ürünün veya hizmetin kendisinden değil, hizmet alıcının sunulan hizmetin nasıl deneyimlediğine dayalı olarak ortaya çıktığını savunmaktadır. (Grönroos ve Voima, 2013). Aynı zamanda SDL, tüm ekonomik ve sosyal aktörleri kaynak entegratörleri olarak ele alır. Bu aktörler, kendi bilgi, beceri, teknoloji ve ilişkilerini bir araya getirerek değer yaratımına katılırlar (Vargo ve Lusch, 2008). Bu noktada değerin tek bir tarafın üretimiyle değil, aktörlerin karşılıklı katkılarıyla oluşmaktadır.

Araştırmacılara göre değerin yalnızca bireyler arası etkileşimlerle ortaya çıkmaz. Aynı zamanda kurumsal düzenlemeler, normlar ve kurallar aracılığıyla da şekil almaktadır. Kurumlar, hizmet ekosistemlerinde aktörlerin davranışlarını yönlendiren ve değer yaratımını koordine eden yapılar olarak görülmektedir (Vargo ve Lusch, 2016). Bununla birlikte hizmet sistemlerinin sadece ekonomik olmadığı, aynı zamanda toplumsal birer ağ olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, SDL'nin temel önermesi, değerin üretici tarafından "yaratılıp teslim edilen" bir çıktı değil, aktörler arasındaki etkileşimde oluşan dinamik ve deneyimsel bir süreç olduğudur.

1.2. Değerin Birlikte Yaratımı (Value Co-Creation, VCC)

Değerin birlikte yaratımı (VCC), Hizmet Odaklı Baskın Mantık Teorisinin merkezinde yer alan ve hizmet sağlayıcılar ile alıcıların etkileşimli biçimde değer oluşturduğu süreci tanımlayan bir kavramdır (Payne, vd., 2008). Bu süreçte taraflar yalnızca değer alışverişi yapmaz; bilgi, beceri ve deneyimlerini karşılıklı olarak kullanarak yeni anlamlar ve faydalar üretmektedirler (Prahalad ve Ramaswamy, 2004).

VCC, aslen bir etkileşim sürecidir. Değer, müşterinin hizmeti deneyimlediği sırada şekillenmektedir. Dolayısıyla VCC yalnızca üretim veya tüketim anına indirgenememektedir. Hizmet sağlayıcı ile müşteri arasında süregelen iletişim, geri bildirim ve deneyim paylaşımıyla birlikte değer oluşmaktadır (Grönroos

ve Voima, 2013). Dolayısıyla bu süreçte tarafların uygulamaları ve katkıları arasında uyum gerekmektedir. Echeverri ve Skålén (2011), bu gerekliliği "uygulama unsurları" olarak tanımlamaktadır. Bu unsurların uyumlu olduğu durumda değer birlikte yaratılmaktadır. Bunun aksine taraflar arasında beklenti ve davranış farklılıkları olduğunda, süreç değer yıkımına dönüşebilmektedir.

Turizm alanı bağlamında bakıldığında VCC oldukça belirgin bir yapıdadır. Örneğin turist deneyimi, hizmet sağlayıcı ile turistin ortaklaşa katılımıyla biçimlenmektedir. Her iki taraf da bilgi, kültür ve duygusal kaynaklarını sürece dahil ederek benzersiz bir deneyim üretmektedirler (Campos vd., 2015).

1.3. Değerin Birlikte Yıkımı (Value Co-Destruction, VCD)

Değerin birlikte yıkımı (VCD), etkileşimli değer oluşumunun olumsuz yönünü açıklayarak SDL literatürüne önemli bir derinlik kazandırmaktadır. VCD, aktörlerin etkileşim sürecinde kaynaklarını yanlış, yetersiz veya uyumsuz biçimde kullanmaları sonucu değerin azalması veya yok olması durumunu ifade etmektedir (Plé ve Chumpitaz Cáceres, 2010; Echeverri ve Skålén, 2011). Bu sürecin sonucunda bir ya da daha fazla aktörün refahında azalma meydana gelmektedir. Plé ve Chumpitaz Cáceres (2010), değerin birlikte yıkımını "kaynakların yanlış veya beklenmedik biçimde kullanılması" olarak tanımlamaktadırlar.

Echeverri ve Skålén (2011), değerin birlikte yıkımını, etkileşimdeki uygulama unsurlarının uyumsuzluğu ile açıklamaktadırlar. Örneğin, bir hizmet çalışanının aşırı samimi davranışı bazı müşterilerde olumlu etki yaratabilirken, diğerlerinde rahatsızlık ve memnuniyetsizlik doğurabilir. Nihayetinde değer aynı anda hem yaratılmış hem de yıkılmış olur. Bu nedenle VCD, hizmet etkileşimlerinin "karanlık yüzü" olarak tanımlanmaktadır (Lumivalo vd., 2024).

Turizm alanında bu süreçler sıkça gözlemlenmektedir. Hizmet deneyimlerinin yüksek düzeyde etkileşimli ve duygusal olması nedeniyle, olumsuz etkileşimler doğrudan memnuniyetsizlik ve itibar kaybına yol açabilmektedir (Sthapit vd., 2023). Dolayısıyla, VCC ve VCD aynı sistem içinde eşzamanlı olarak var olabilir ve hizmet ekosistemlerinde değerin çift yönlü doğasını yansıtmaktadır (Hardcastle vd., 2025).

1.4. Üretken Yapay Zekânın İkili Doğası

Yukarıda açıklanan SDL, VCC ve VCD kavramları, günümüzde hizmet ekosistemlerine giderek daha fazla entegre olan üretken yapay zekâ teknolojilerinin etkileşimlerini anlamak açısından temel bir teorik zemin sunmaktadır. SDL'nin kurumsal düzenlemeler yaklaşımı (Vargo ve Lusch, 2016), üretken yapay zekâ sistemlerini yalnızca teknik bir araç değil, aynı zamanda hizmet ekosistemlerinde kurumsal bir aktör olarak değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda üretken yapay zekâ, turistlerin karar verme, deneyim tasarlama ve bilgiye erişim süreçlerine dahil olarak yeni bir kaynak entegratörü hâline gelmektedir.

Üretken yapay zekâ, kişiselleştirilmiş öneriler, dilsel etkileşimler veya deneyim simülasyonları yoluyla değerin birlikte yaratılmasına katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, hizmet etkileşimlerinde kaynakların yanlış kullanımı yoluyla değerin birlikte yıkılabileceği (Plé & Chumpitaz Cáceres, 2010) gibi, yapay zekâ uygulamaları da algoritmik önyargı veya yanlış yönlendirme durumlarında benzer sonuçlar doğurabilir. Hauke-Lopes vd., (2022) tarafından belirtildiği üzere, dijital dönüşüm sürecinde dijital ve analog kaynaklar arasındaki sürtüşmeler, bahsedilen her iki kavrama da yol açabilmektedir.

Bu araştırmada üretken yapay zekâ, hizmet ekosistemlerinde değerin yaratımı ve yıkımının eşzamanlı biçimde gerçekleşebileceği bir aktör olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, üretken yapay zekanın turizmde sadece verimliliği artıran bir araç değil, aynı zamanda yeni etik, sosyal ve deneyimsel risklerin taşıyıcısı olduğunu vurgulamaktadır. Böylece, hizmet odaklı mantık perspektifinden üretken yapay zekâ, değerin hem birlikte yaratımına hem de birlikte yıkımına aracılık eden ikili bir varlık olarak kavramsallaştırılmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, literatürü sistematik biçimde tarayıp şeffaf seçim ölçütleriyle derleyen bir Sistematik Literatür Taraması (SLT) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırmalardaki örüntüleri sınıflandırıp yorumlayan kavramsal bir sentez inşa etmektedir. Araştırmanın amacı, veriye dayalı kod üretmekten ziyade literatürde kavramsal bütünlük sağlamaktır (Snyder, 2019). Bu doğrultuda, sosyal bilimler alanındaki saygın veri tabanlarından Web of Science (WoS) Core Collection üzerinde Eylül–Ekim 2025 tarihleri arasında, başlığında "ChatGPT*"+"Tourism*" anahtar kelimeleri geçen yayınlar taranmış ve analize uygun 42 yayından oluşan nihai veri setine ulaşılmıştır.

Elde edilen bulguların analizi dört aşamada yürütülmüştür:

1. Literatüre aşinalık kazanma,

2. Service-Dominant Logic (SDL) çerçevesine göre ilgili metin bölümlerinin belirlenmesi,

3. Örüntülerin kavramsal kümeler altında sınıflandırılması ve

4. Bulguların "Değerin Birlikte Yaratımı" ve "Değerin Birlikte Yıkımı" eksenlerinde organize halde yorumlanması.

3. BULGULAR

Araştırmada incelenen 42 yayından elde edilen bulgular, üretken yapay zekânın turizmdeki ikili doğasını yansıtan iki ana eksen altında sunulmaktadır. Kavramsal içerik analizi sonucunda, değerin birlikte yaratımına ilişkin dört ve değerin birlikte yıkımına ilişkin üç kavramsal küme tanımlanmıştır.

3.1. Değerin Birlikte Yaratımı Sürecine İlişkin Kavramsal Kümeler

Bu araştırmada incelenen yayınlar, üretken yapay zekânın turizm ekosistemlerinde dört temel boyutta değer yarattığını göstermektedir. Söz konusu boyutlar; operasyonel süreçler, deneyim kişiselleştirme ve duygusal değer, insan–makine sinerjisi ve yetkinlik güçlendirme, ile birlikte yaratımın dinamikleri/kolaylaştırıcıları olarak öne çıkmaktadır. Aşağıda bu dört kavramsal küme ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

3.1.1. Operasyonel Verimlilik ve Stratejik Güçlendirme (kavramsal küme)

Literatürde değerin birlikte yaratımına ilişkin en yaygın bulgulardan biri, yapay zekânın turizm paydaşlarının operasyonel süreçlerini geliştirerek onlara yeni stratejik beceriler kazandırmasıdır. Bu kavramsal küme, esasen otomasyonun sağladığı verimlilik artışına odaklanmaktadır. Bununla birlikte, GAI'nin ortaya koyduğu somut faydalar da bu çerçevede sıklıkla vurgulanmaktadır. Örneğin, geçmişte yalnızca ileri düzey uzmanlık gerektiren karmaşık analizler, yapay zekâ sayesinde artık çok daha erişilebilir hale gelmektedir.

Verimlilik artışının etkisi turizm ekosistemindeki farklı paydaşlarda farklı biçimlerde görülmektedir. Altinay vd. (2024), ChatGPT'nin turizm işletmelerinde yalnızca operasyonel görevleri otomatikleştiren bir araç olmadığını; aynı zamanda karar alma süreçlerinde hız, doğruluk ve maliyet etkinliği sağlayarak yönetsel verimliliği artırdığını vurgulamaktadır. Bu durum, yapay zekânın sektördeki iş süreçlerini yeniden yapılandırarak stratejik düzeyde değer yaratma potansiyelini göstermektedir. Eğitim alanında, idari süreçlerin otomatikleştirilmesi önemli bir değer yaratım aracı olarak öne çıkmaktadır (Ray, 2024). Benzer şekilde, işletme düzeyinde de yapay zekânın maliyetleri azaltarak müşteri hizmetleri gibi süreçlerde etkinliği artırdığı gözlemlenmektedir (Dogra, 2024). Bunun yanı sıra, yapay zekâ hem misafirle doğrudan temas edilen ön operasyonlarda hem de idari arka plan süreçlerinde optimizasyon sağlayarak çift yönlü bir fayda yaratmaktadır (Carvalho ve Ivanov, 2024). Teknolojinin rolü ise yalnızca operasyonel iyileştirmelerle sınırlı değildir. Stratejik düzeyde, yapay zekâ artık sadece rutin pazarlama görevlerini otomatikleştiren bir araç olmaktan çıkmıştır (Zhang ve Prebensen, 2024). Turist yorumlarını daha yüksek bir doğrulukla analiz ederek işletmelere derinlemesine stratejik içgörüler sunabilmektedir (Cheng vd., 2024). Bu stratejik güçlenme, yapay zekânın turizm talep tahmini gibi karmaşık görevleri "demokratikleştirerek" daha geniş

kullanıcı kitlelerinin erişimine açmasıyla en üst düzeye ulaşmaktadır (Wu vd., 2025). ChatGPT, çok dilli destek, gerçek zamanlı bilgi ve diğer seyahat hizmetleriyle entegrasyon gibi yetenekleriyle seyahat sürecini uçtan uca kolaylaştırarak değerin birlikte yaratımına katkı sağlamaktadır (Gursoy vd., 2023).

Benzer bir dönüşüm akademik alanda da gözlenmektedir. ChatGPT, literatür taraması ve veri sentezi gibi araştırma süreçlerinde giderek daha fazla "yardımcı araç" olarak konumlanmaktadır. Bu sayede araştırmacıların bilgiye erişimini hızlandırmakta, üretkenliği artırmakta ve akademik süreçlere yeni bir verimlilik boyutu kazandırmaktadır (Shin ve Kang, 2023; Rigin vd., 2025)

Sonuç olarak, bu küme altındaki bulgular, üretken yapay zekânın yalnızca rutin görevleri hızlandırmakla kalmadığını; aynı zamanda paydaşlara daha önce erişilemeyen analitik beceriler kazandırarak stratejik bir dönüşüm sürecini başlattığını göstermektedir

3.1.2. Deneyim Kişiselleştirme ve Duygusal Değer Yaratımı (kavramsal küme)

Üretken yapay zekânın turizmdeki değer yaratımı, yalnızca işlevsel faydalarla sınırlı kalmamaktadır. ChatGPT gibi araçlar, turistlerin bireysel tercihlerini, duygusal durumlarını ve değer yargılarını dikkate alarak her birine özgü seyahat deneyimleri oluşturabilmektedir. Bu gelişme, teknolojinin artık sadece rasyonel bilgi sunmaktan öte, kullanıcılarla duygusal düzeyde bağ kurabilen bir ortağa dönüştüğünü göstermektedir.

Jin ve Han (2024), Uncanny Valley teorisini temel alarak turistlerin ChatGPT ile turizm bilgisi arama deneyimlerini fenomenolojik bir yaklaşımla incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları, kullanıcıların ChatGPT'yi seyahatlerinin tüm aşamalarında yanlarında olan bir "yapay zekâ yol arkadaşı" olarak gördüklerini ortaya koymuştur. Katılımcılar, seyahat öncesinde güzergâh planlarken, seyahat sırasında anlık bilgi ararken ve seyahat sonrasında deneyimlerini paylaşırken ChatGPT'yi gerçek bir arkadaşmış gibi algıladıklarını ifade etmişlerdir. Kullanıcıların yapay zekâ ile kurdukları bu duygusal bağ, teknolojinin sundukları önerileri "kendilerine özel" ve "özgün" olarak değerlendirmelerinde somut bir karşılık bulmaktadır. Zhu vd., (2024), Teknoloji Kabul Modeli'ne "otantiklik" kavramını dahil ederek turizm ve konaklama öğrencilerinin ChatGPT'ye yönelik tutum ve kullanım niyetlerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin ChatGPT'yi kullanma niyetlerini etkileyen unsurlar arasında otantiklik algısının en belirleyici faktör olduğunu göstermiştir. Bu etkinin gücü, algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Değer yaratımının bu hedonik boyutu, ampirik çalışmalarla da desteklenmektedir. Müşterilerin yapay zekâyı benimsemesinde "algılanan keyif" gibi faktörlerin, işlevsel faydalar kadar etkili olduğu görülmektedir (Abou-Shouk vd., 2025). Bu sürecin sonucu yalnızca olumlu müşteri davranışlarıyla sınırlı değildir; aynı zamanda turistlerin psikolojik iyi oluşuna ve mutluluk düzeylerine katkı sağlama potansiyeli de taşımaktadır (Rather, 2025). Yakın gelecekte, bu kişiselleştirilmiş ve duygusal olarak zengin deneyimlerin daha da ileriye taşınması beklenmektedir. Örneğin, ChatGPT'nin 360° VR videolar gibi sürükleyici teknolojilerle entegrasyonu, turistlerin destinasyonla henüz seyahat etmeden önce daha derin bir duygusal bağ kurmasını mümkün kılabilir (Huang vd., 2024). Benzer biçimde, Altinay vd. (2024), ChatGPT'nin müşteri etkileşimini kişiselleştirme gücüne dikkat çekmektedir. Çalışmalarında, yapay zekânın turistlerle gerçek zamanlı iletişim kurarak onların ihtiyaçlarına, duygularına ve beklentilerine uygun öneriler sunduğunu vurgulanmaktadır. Böylece deneyimi yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda duygusal olarak da tatmin edici hale getirdiği ifade edilmektedir.

Bu doğrultuda elde edilen bulgular, yapay zekânın değer yaratımının yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda duygusal ve ilişkisel bir boyut taşıdığını göstermektedir. Teknoloji, artık sadece bir araç değil; kullanıcılarla anlamlı bağlar kurabilen bir deneyim ortağı haline gelmektedir. Gursoy vd. (2023), ChatGPT'nin doğal dil işleme gücüyle kullanıcıların tercihlerini anlayıp kişiselleştirilmiş öneriler sunarak deneyimin duygusal değerini artırdığını vurgulamaktadır.

3.1.3. İnsan-Makine Sinerjisi ve Yetkinlik Güçlendirme (kavramsal küme)

Literatür, yapay zekanın insanın yerini alan bir rakip olduğu yönündeki yaygın endişeye karşı güçlü bir karşı argüman sunmaktadır. Teknoloji, insan yeteneklerini tamamlayan, güçlendiren ve hatta yeni beceriler kazanmasını sağlayan bir "ortak" olarak değer yaratmaktadır. Bu kavramsal küme, insan-makine iş birliğinin yapıcı sonuçlarına odaklanmaktadır.

Bu perspektifin merkezinde, teknolojinin insan çalışanların yerini almaktan ziyade onların becerilerini tamamladığı "insan-makine hibrit çalışması" modeli yer almaktadır (Carvalho ve Ivanov, 2024). Bu modelde teknoloji, çalışanları monoton görevlerden kurtarmaktadır. Böylece çalışanlar daha anlamlı müşteri etkileşimlerine odaklanabilmektedir. Bu durum hem verimliliği hem de "çalışan refahı ve iş zenginliğini" artırarak çift yönlü bir değer yaratmaktadır (Dwivedi vd., 2024).

Eğitim bağlamında ise yapay zekâ, insan yaratıcılığının bir ikamesi değil; onu destekleyen ve geliştiren bir araç olarak değerlendirilmektedir (Selem vd., 2025). ChatGPT, öğrencilerin yalnızca bilgiye erişimini kolaylaştırmakla kalmayıp, yaratıcı düşünme ve eleştirel sorgulama becerilerini de güçlendirmekte ve böylece öğrenme sürecine anlamlı bir katkı sağlamaktadır. Bu gelişim, farklı görüşleri sorgulama yoluyla gerçekleşmektedir (Dalgıç vd., 2024). ChatGPT, turizm ve konaklama alanında farklı biçimlerde kullanılmaktadır. Eğitim bağlamında bazı araştırmalar, ChatGPT'yi bir "eğitici" olarak ele alırken bazıları da onun öğrencilerle birlikte öğrenme hedeflerine ulaşmak üzere iş birliği yapabilen bir "dijital akran" rolü üstlenebileceğini göstermektedir (Altinay vd., 2024). Gelişmiş yapay zekâ modelleri, sadece pasif bir araç olmanın ötesine geçmektedir. Kullanıcıların düşünme süreçlerini aktif olarak geliştiren bir 'bilişsel güçlendirici' olarak işlev görmektedir (Zhu ve Yu, 2025). Bu yolla insani kapasiteyi güçlendirerek değeri artırmaktadır (Ivanov ve Soliman, 2023).

Bu kavramsal kümedeki bulgular, yapay zekanın doğru konumlandırıldığında insan yeteneklerinin bir rakibi değil, güçlendiricisi olduğunu ortaya koymaktadır. Değer, ikame değil, tamamlama ile yaratılmaktadır. Ancak bu olumlu sonuçların kendiliğinden ortaya çıkmadığı görülmektedir. Değerin birlikte yaratımı, belirli ön koşulların ve etkileşim mekanizmalarının varlığına bağlı olmakla birlikte aşağıdaki son küme, bu sürecin "nasıl" işlediğini açıklamaktadır.

3.1.4. Birlikte Yaratımın Dinamikleri ve Kolaylaştırıcıları (kavramsal küme)

Analiz edilen araştırmalar, değerin kendiliğinden ya da tek taraflı biçimde oluşmadığını göstermektedir. Değer, kullanıcı tutumları, teknolojik özellikler ve etkileşim biçimlerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan karmaşık bir süreçtir. Bu kavramsal küme, değerin birlikte yaratımının "nasıl" ve "hangi koşullar altında" gerçekleştiğini açıklamaktadır.

Bu sürecin merkezinde, teknolojinin kullanıcı davranışlarının bir yansıması olduğu anlayışı yer almaktadır. Yapay zekânın etkinliği, doğrudan kullanıcının soru sorma ve eleştirel düşünme becerilerine bağlıdır (Zhang vd., 2024). Bu nedenle, değerin birlikte yaratımının ön koşulu teknolojinin bilinçli, sorumlu ve yetkin biçimde kullanılmasıdır. Bu durum, doğru komutların oluşturulmasını ve üretilen bilginin doğrulanmasını da içermektedir (Fathy vd., 2025).

Bu noktada, kullanıcıların dijital okuryazarlık düzeyi belirleyici bir rol oynamaktadır. Dijital okuryazarlık, potansiyel faydaların gerçeğe dönüşmesini sağlayan temel beceri olarak görülmektedir (Dalgıç vd., 2024). Ampirik modeller, değerin nedensel bir süreç izlediğini göstermektedir. Algılanan kullanım kolaylığı güveni, güven ise algılanan faydayı tetiklemektedir (Solomovich ve Abraham, 2024).

Bununla birlikte, değerin yaratımı kullanıcıların bireysel özelliklerinden de etkilenmektedir. Dışadönüklük gibi kişilik özellikleri ve değişime açıklık gibi kişisel değerler, teknolojik etkileşimin biçimini şekillendirmektedir (Ahmad, 2025). En etkili değer yaratımı, kullanıcı ile yapay zekâ arasında sürekli ve yinelemeli bir etkileşim kurmayı öngören "sürekli diyalog" stratejisiyle sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, etkileşim sürecini derinleştirerek daha doğru ve anlamlı çıktılar elde edilmesine katkı sunmaktadır (Wu vd., 2025).

Sonuç olarak, değer yaratımı deterministik değil, koşullu bir süreçtir. Başarı, yalnızca teknolojinin kapasitesine değil, aynı zamanda kullanıcının yetkinliğine ve etkileşimin niteliğine de bağlıdır. Değerin birlikte yaratımı süreçlerinin yanı sıra, literatür aynı zamanda bu değerin nasıl yok edilebileceğini de kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Üretken yapay potansiyel faydaları kadar riskleri de belgelenmiştir. Aşağıdaki bölümde, değerin birlikte yıkımına yol açan temel mekanizmalar incelenmektedir.

3.2.Değerin Birlikte Yıkımına İlişkin İlişkin Kavramsal Kümeler

Literatür, yapay zekanın değer yaratım potansiyelini vurgularken, aynı zamanda bu değerin nasıl yok edilebileceğini de olarak ortaya koymaktadır. Değerin birlikte yıkımı, üç temel düzeyde gerçekleşmektedir: bilgi kalitesi ve güvenilirlik sorunları, kullanıcı yetkinliklerinin erozyonu ve sistemik toplumsal tehditler. Teknolojinin yanlış kullanımı veya yapısal sınırlılıkları nedeniyle bu riskler ortaya çıkmakta ve paydaşlar için ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

3.2.1. Bilgi Kalitesi ve Güvenilirlik Sorunları (kavramsal küme)

Literatürde değerin birlikte yıkımına ilişkin en temel mekanizma, yapay zekanın ürettiği bilgiye duyulan güvenin zedelenmesidir. Bu güvensizlik yalnızca basit teknik hatalardan kaynaklanmamaktadır. Aynı zamanda teknolojinin turizm gibi kültürel açıdan karmaşık alanları anlamadaki sınırlılıklarından da kaynaklanmaktadır. Ayrıca sistemlerin doğasından gelen şeffaflık eksikliği güvensizliği artırmaktadır.

Değer yıkımının en doğrudan nedeni, yapay zekânın özellikle niş konularda sınırlı bilgiye sahip olması ve hatalı ya da alakasız yanıtlar üretme potansiyelidir (Bui vd., 2025). Deneysel araştırmalar, bu hataların yıkıcı etkisinin bağlama göre değiştiğini göstermektedir. Etkinin düzeyi, hatanın dikkat çekiciliğine ve konuyla olan uyumuna bağlı olarak farklılaşmaktadır (Kim vd., 2025).

Ancak daha derin bir sorun, teknolojinin bağlamsal körlüğüdür. Yapay zekâ, turizmin hizmet odaklı yapısı, kişiselleştirilmiş deneyim gerekliliği ve kültürel nüanslara duyarlılık gibi dinamikleri göz ardı ettiğinde, değer kaçınılmaz biçimde yok olmaktadır (Sigala vd., 2024). Bu durum özellikle helal turizm gibi hassas pazarlarda daha belirgindir; zira teknoloji, dini ve kültürel incelikleri tam olarak kavrayamamaktadır (Battour vd., 2024).

Tüm bu sorunlar, yapay zekâ modellerinin "kara kutu" doğasıyla daha da derinleşmektedir. Sistemlerin nasıl karar verdiği ve hangi veriye dayandığı çoğu zaman açıklanabilir değildir (Mich ve Garigliano, 2023). Ayrıca kullanıcı verilerinin toplanması ve kullanımıyla ilgili etik belirsizlikler de güvenin kırılmasına neden olmaktadır (Dogra, 2024).

Bu kümedeki bulgular, güvenin ne kadar kırılgan olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Tek bir yanlış bilgi ya da bağlamsal hata, değer yaratım sürecini tersine çevirebilmektedir.

3.2.2. Yetkinlik Erozyonu ve Aşırı Bağımlılık (kavramsal küme)

İncelenen araştırmaların önemli bir bölümü, yapay zekânın özellikle eğitim ve araştırma alanlarında yeni tehditler yarattığını göstermektedir. Teknoloji, kullanıcıların en değerli entelektüel becerilerini zayıflatma potansiyeline sahiptir ve bu durum, akademik sistemin temel ilkelerini de tehdit etmektedir. Bu bağlamda değer yıkımı, öğrenme ve bilgi üretme süreçlerinin anlamını yitirmesiyle ortaya çıkmaktadır.

Değer yıkımının en tehlikeli biçimi, öğrencilerin teknolojiye aşırı güvenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu aşırı bağımlılık, öğrencilerin eleştirel düşünme analiz ve yazma becerilerini zayıflatmaktadır. Aynı zamanda onları nüanslı düşünmeden ve kişisel içgörü geliştirme kapasitesinden uzaklaştırmaktadır (Xie, 2025). Yapay zekâ, özellikle analitik ve yaratıcı düşünme gibi insana özgü alanlarda bir ikame olarak kullanıldığında, uzun vadeli bir entelektüel değer kaybına yol açmaktadır (Zhang vd., 2024).

Bahsedilen entelektüel tembellik, etik ihlallerle birleştiğinde daha tehlikeli bir hâl almaktadır. "Yapay zekâ destekli intihal" vakaları giderek artmakta, böylece akademik bütünlük ve özgünlük gibi eğitimin

temel değerleri aşınmaktadır (Skavronskaya vd., 2023). Daha ileri bir düzeyde, yapay zekâ sistemlerinin araştırma süreçlerinde etik dışı biçimde kullanılması, özellikle "veri uydurulması" (data fabrication) gibi vakalarla akademik güveni sarsmaktadır (Sop ve Kurçer, 2024). Bu kavramsal küme, yapay zekânın bir öğrenme aracı olarak sunulmasının yarattığı paradoksu gözler önüne sermektedir. Doğru kullanılmadığında, öğrenmeyi desteklemek yerine öğrenmenin önündeki en büyük engellerden birine dönüşebilmektedir.

Bireysel düzeydeki bu entelektüel riskler, yapay zekânın yarattığı tehditlerin yalnızca bir yüzünü oluşturmaktadır. Son küme değer yıkımının daha geniş, sistemsel ve toplumsal boyutlarını ele almaktadır.

3.2.3. Sistemik Riskler ve Toplumsal Tehditler (kavramsal küme)

Değer yıkımı yalnızca bireysel kullanıcı düzeyinde değil, aynı zamanda sektörün bütününü etkileyen sistemsel süreçler aracılığıyla da ortaya çıkmaktadır. Yapay zekânın hızlı yayılımı, turizm sektörünün yapısal dengelerini, istihdam biçimlerini, toplumsal eşitliği ve turizmin özünü oluşturan insani etkileşimi yeniden şekillendirmektedir. Bu dönüşüm, kısa vadede verimlilik artışı sağlasa da uzun vadede toplumsal maliyetler yaratma potansiyeli taşımaktadır.

En belirgin risklerden biri, otomasyonun getirdiği istihdam daralmasıdır. Yapay zekâ destekli sistemler, özellikle rutin ya da analitik görevlerde insan emeğinin yerini alarak "beyaz yakalı" pozisyonlar dâhil birçok alanda iş gücü riskini artırmaktadır (Carvalho ve Ivanov, 2024; Zhang ve Prebensen, 2024). Bu durum, teknolojiyi etkin kullanamayan profesyoneller için ikame edilme tehlikesini gündeme getirmektedir (Ivanov ve Soliman, 2023).

Bununla birlikte, ileri teknolojilere erişimdeki farklılıklar dijital uçurumu derinleştirmektedir. Yapay zekâya erişemeyen veya kullanma becerisine sahip olmayan paydaşlar, hem ekonomik hem de bilgiye dayalı süreçlerde geri kalmakta ve bu da sektördeki eşitsizliği artırmaktadır (Ray, 2024; Battour vd., 2024). Bu dengesizlik, yalnızca çalışanlar arasında değil, müşteriler düzeyinde de hissedilmektedir. Teknolojiyle etkileşime giremeyen turistler, deneyim açısından göreceli bir değer kaybı yaşamaktadır. Daha temel bir düzeyde, yapay zekânın hizmet süreçlerindeki artan rolü, turizmin özünü oluşturan insani temasın zayıflaması riskini doğurmaktadır. Bu durum, hizmet deneyimlerinin doğallığını ve duygusal derinliğini azaltarak turizmin ilişki temelli doğasını zedelemektedir (Carvalho ve Ivanov, 2024; Altinay vd., 2024).

Bu kümeye ilişkin bulgular, teknolojik ilerlemenin ancak kapsayıcı ve insani değerleri koruyan bir yaklaşımla sürdürülebilir olabileceğini göstermektedir. Yapay zekâ, sektöre verimlilik kazandırırken, onun uzun vadeli başarısı, toplumsal adalet ve insani etkileşimin korunmasıyla mümkün olacaktır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada incelenen 42 yayının sistematik analizi, üretken yapay zekânın turizmdeki rolünün basit bir fayda-zarar listesiyle açıklanamayacak kadar karmaşık olduğunu göstermektedir. Bulgular, yapay zekânın doğası gereği ikili (dual) ve paradoksal bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Yapay zekânın bir "dost" mu yoksa "düşman" mı (Altinay vd., 2024) olduğu, teknolojinin kendisinden çok, hangi bağlamda ve ne amaçla kullanıldığına bağlıdır. Değerin birlikte yaratımı ve yıkımı, çoğu zaman aynı mekanizmalar üzerinden tetiklenmektedir. Bu ikili doğayı en açık biçimde yansıtan iki kavram "otantiklik" ve "güven"dir. Otantiklik, kullanıcıların tutum ve niyetini belirleyen en güçlü değer yaratım faktörlerinden biri olarak öne çıkarken (Zhu vd., 2024), aynı otantik üretim kapasitesi akademik bütünlüğü aşındıran bir "birlikte yıkım" senaryosuna da yol açabilmektedir. Benzer biçimde, "güven" hem değer yaratımının temelini oluşturmakta (Solomovich ve Abraham, 2024) hem de tek bir hatalı bilgiyle kolayca yıkılabilmektedir (Kim vd., 2025).

Bu araştırmada ikili ve paradoksal yapının ortaya koyulması, literatüre üç düzeyde teorik katkı sunmaktadır. İlk olarak, çalışma, üretken yapay zekâ üzerine yapılan dağınık bulguları Service-Dominant Logic (SDL) çerçevesinde "değerin birlikte yaratımı" ve "birlikte yıkımı" ekseninde bütünleştirmiştir. SDL bu süreçlerin varlığını teorik olarak açıklarken, bu araştırma turizm bağlamında bunların nasıl işlediğini gösteren özgün mekanizmaları otantiklik algısı, yaratıcı tampon etkisi, bağlamsal körlük ortaya çıkarmıştır. İkinci olarak,

bulgular, Davranışsal Akıl Yürütme Teorisi'ndeki "lehte ve aleyhte nedenler" (Ahmad, 2025) ile Teknoloji Kabul Modeli'ndeki "güven" patikalarının (Solomovich ve Abraham, 2024) aslında aynı ikili doğayı farklı açılardan yakaladığını göstermektedir. Son olarak, önceki araştırmalardan (Bui vd., 2025; Fathy vd., 2025) farklı olarak, bu sistematik derleme turizm ekosisteminin tamamını kapsayarak literatürdeki parçalı yaklaşımları bütüncül bir tabloya dönüştürmüştür. Üretken yapay zekâ, statik bir fayda–zarar listesiyle değil, sürekli yönetilmesi gereken dinamik bir değer dengesi olarak ele alınmalıdır. Turizm yöneticileri, yapay zekânın "dost ve düşman" potansiyelini (Altinay vd., 2024) dikkate alarak, onu insan yeteneklerini güçlendiren hibrit çalışma modellerine entegre etmelidir (Carvalho ve Ivanov, 2024; Dwivedi vd., 2024). Başka bir deyişle turizm yöneticileri, GAI'yi statik bir araç olarak görmek yerine değer yaratım ve yıkım süreçlerini sürekli izleyen dinamik bir yönetim yaklaşımı benimsemelidir. Özellikle müşteri geri bildirimlerini analiz ederek teknolojinin kültürel hassasiyetler ve bağlamsal anlama konusundaki zayıflıklarını telafi edecek insan-makine dengeleme stratejileri geliştirmelidir. Değer yıkımını azaltmanın en etkili yolu, teknolojinin zayıf noktası olan bağlamsal körlüğe (Sigala vd., 2024) karşı farkındalık ve eğitimdir. Turizm eğitiminde en büyük risk, teknolojinin kendisi değil bu dönüşüme karşı gösterilecek atalet olduğu vurgulanmaktadır (Skavronskaya vd., 2023). Bu nedenle yapay zekâ okuryazarlığı, turizm programlarında temel bir yetkinlik olarak yer almalıdır. Etik farkındalık ve eleştirel düşünme becerileriyle de desteklenmelidir (Ivanov ve Soliman, 2023; Zhang vd., 2024).

Bu sistematik derlemenin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analiz yalnızca Web of Science (WoS) veri tabanındaki bahsedilen zaman diliminde bahsi geçen kelimelerle taranan İngilizce yayınlarla sınırlıdır. Dolayısıyla hızla gelişen bu alanın anlık bir kesitini sunmaktadır. Bu durum aynı zamanda gelecek araştırmalar için verimli bir zemin oluşturmaktadır. Gelecekteki araştırmalarda, insan–yapay zekâ sinerjisinin profesyonel yetkinlikler üzerindeki uzun vadeli etkilerini boylamsal olarak incelenmesi önerilmektedir. Üretken yapay zekânın farklı ve niş turizm pazarlarının etik ve kültürel değerlerine nasıl adapte edilebileceğine odaklanılmalıdır. Ayrıca, yapay zekâ etkileşiminde otantiklik ve Tekinsiz Vadi (Jin ve Han, 2024) fenomenine yönelik mevcut ölçüm araçlarının, metin tabanlı yapay zekâ sistemlerinin özelliklerini ve turizm bağlamının kültürel boyutlarını daha iyi yansıtacak biçimde uyarlanması ve geliştirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, sektör çalışanlarının üretken yapay zekâ ile iş birliği becerilerini artırmaya yönelik yeniden beceri kazandırma (reskilling) modelleri üzerine çalışmaların yürütülmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırmanın bulguları Bilgili (2023)'nin felsefi yaklaşımıyla örtüşmektedir. Yapay zekâ, insanın "pasif akıl" süreçlerini güçlendirerek veri toplama, analiz ve bilgi üretiminde kapasite artışı sağlamaktadır. Ancak "aktif akıl" alanı (soyutlama, duygusal bağ kurma ve eleştirel yargılama) insana özgü kalmaya devam etmektedir. Bu nedenle, üretken yapay zekânın turizmdeki etkisi teknolojinin doğasından değil, insanın onu nasıl ve hangi bilinçle kullandığından doğmaktadır. İnsan aktif aklını devreye sokarak yapay zekâyı yönlendirdiğinde, değerin birlikte yaratımı gerçekleşmektedir. Ancak bu akıl devredildiğinde, değerin birlikte yıkımı kaçınılmaz olmaktadır.

KAYNAKÇA

Abou-Shouk, M., Abdelhakim, A. S., Elgarhy, S. D., Rabea, A., & Abdulmawla, M. (2025). ChatGPT usage intention for tourism and hospitality customers. *Tourism Recreation Research*. https://doi.org/10.1080/02508281.2025.2465962

Ahmad, N. (2025). Unraveling the factors shaping the intention of tourism and hospitality students to engage with ChatGPT: A decision-making exploration. *Journal of Teaching in Travel & Tourism.* https://doi.org/10.1080/15313220.2025.2492020

Altinay, L., Sigala, M., & Waligo, V. (2024). Keep your friends close but your enemies closer: ChatGPT in tourism and hospitality. *Journal of Hospitality and Tourism Technology, 15*(3), 412–432. https://doi.org/10.1108/JHTT-03-2024-0139

Battour, M., Salaheldeen, M., & Mady, K. (2024). Halal tourism and ChatGPT: An overview of current trends and future research directions. *Journal of Islamic Marketing, 15*(12), 3245–3268. https://doi.org/10.1108/JIMA-11-2023-0379

Bilgili, B. (2023). What is artificial intelligence? "Human identifies parts, artificial intelligence understands them!" In *ASC 2023 Fall Conference Full Text Booklet* (pp. 314–319). Academic Studies Congress.

Bui, H. T., Filimonau, V., & Sezerel, H. (2025). Exploring value co-creation and co-destruction between consumers & generative artificial intelligence (GAI) in travel. *Tourism Management Perspectives, 58*, 101392. https://doi.org/10.1016/j.tmp.2025.101392

Campos, A. C., Mendes, J., Valle, P. O. do, & Scott, N. (2015). Co-creation of tourist experiences: A literature review. *Current Issues in Tourism, 21*(4), 369–400. https://doi.org/10.1080/13683500.2015.1081158

Carvalho, I., & Ivanov, S. (2024). ChatGPT for tourism: Applications, benefits and risks. *Tourism Review, 79*(1), 295–310. https://doi.org/10.1108/TR-02-2023-0088

Cheng, Y., Wei, W., & Zhang, L. (2024). Applying ChatGPT for tourism review analysis: Accuracy and strategic insights. *Annals of Tourism Research, 106*, 103487.

Dalgıç, A., Yaşar, E., & Demir, M. (2024). ChatGPT and learning outcomes in tourism education: The role of digital literacy and individualized learning. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 34*(1), 100481. https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2024.100481

Demir, A., & Demir, K. (2023). ChatGPT in the travel industry: Opportunities and challenges for service providers. *Journal of Tourism Futures, 9*(2), 234–248.

Dogra, J. (2024). ChatGPT and its significance in tourism sector: Current scenarios and future roadmaps. *Journal of Multidisciplinary Academic Tourism, 9*(3), 191–199. https://doi.org/10.31822/jomat.2024-9-3-191

Dwivedi, Y. K., Pandey, N., Currie, W., & Micu, A. (2024). Leveraging ChatGPT and other generative artificial intelligence (AI)-based applications in the hospitality and tourism industry: Practices, challenges and research agenda. *International Journal of Contemporary Hospitality Management, 36*(1), 1–12. https://doi.org/10.1108/IJCHM-05-2023-0686

Echeverri, P., & Skålén, P. (2011). Co-creation and co-destruction: A practice-theory based study of interactive value formation. *Marketing Theory, 11*(3), 351–373. https://doi.org/10.1177/1470593111408181

Fathy, E. A., Salem, I. E., & Fouad, A. M. (2025). Integrating ChatGPT in tourism and hospitality education: A systematic and bibliometric analysis of research trends, applications and implications. *Tourism and Hospitality Research, 0*(0), 1–28. https://doi.org/10.1177/14673584241293125

Grönroos, C., & Voima, P. (2013). Critical service logic: Making sense of value creation and co-creation. *Journal of the Academy of Marketing Science, 41*(2), 133–150. https://doi.org/10.1007/s11747-012-0308-3

Gursoy, D., Li, Y., & Song, H. (2023). *ChatGPT and the hospitality and tourism industry: An overview of current trends and future research directions. Journal of Hospitality Marketing & Management, 32*(8), 1–27. https://doi.org/10.1080/19368623.2023.2223154

Hardcastle, S. J., Edirisingha, P., Cook, D., & Sutherland, L. (2025). Value co-creation and co-destruction in digital

service ecosystems. *Journal of Service Management, 36*(1), 89–112.

Hauke-Lopes, A., Ratajczak-Mrozek, M., & Wieczerzycki, M. (2022). Digital transformation and value co-creation and co-destruction: Conceptual framework and research agenda. *Journal of Business Research, 143*, 404–417.

Huang, A., Chen, K., & Ying, T. (2024). Enhancing tourism experiences through ChatGPT and 360 VR integration: Future perspectives. *Journal of Travel Research, 63*(5), 1142–1160.

Ivanov, S., & Soliman, M. (2023). Game of algorithms: ChatGPT implications for the future of tourism education and research. *Journal of Tourism Futures, 9*(2), 214–221. https://doi.org/10.1108/JTF-02-2023-0038

Jin, X., & Han, J. (2024). ChatGPT as an AI travel companion: User experience and the uncanny valley effect in tourism. *Tourism Management, 102*, 104891.

Kim, J. H., Kim, J., Park, J., Kim, C., Jhang, J., & King, B. (2025). When ChatGPT gives incorrect answers: The impact of inaccurate information by generative AI on tourism decision-making. *Journal of Travel Research, 64*(1), 51–73. https://doi.org/10.1177/00472875231212996

Lumivalo, J., Tuunanen, T., & Salo, M. (2024). The dark side of value co-creation: Exploring value co-destruction in digital services. *Information Systems Journal, 34*(2), 456–482.

Mich, L., & Garigliano, R. (2023). ChatGPT for tourism: Exploring capabilities and limitations. *Information Technology & Tourism, 25*(1), 89–112. https://doi.org/10.1007/s40558-023-00245-8

Payne, A. F., Storbacka, K., & Frow, P. (2008). Managing the co-creation of value. *Journal of the Academy of Marketing Science, 36*(1), 83–96. https://doi.org/10.1007/s11747-007-0070-0

Plé, L., & Chumpitaz Cáceres, R. (2010). Not always co-creation: Introducing interactional co-destruction of value in service-dominant logic. *Journal of Services Marketing, 24*(6), 430–437. https://doi.org/10.1108/08876041011072546

Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of Interactive Marketing, 18*(3), 5–14. https://doi.org/10.1002/dir.20015

Rather, R. A. (2025). AI-powered ChatGPT in the hospitality and tourism industry: Benefits, challenges, theoretical framework, propositions and future research directions. *Tourism Recreation Research, 50*(3), 652–662. https://doi.org/10.1080/02508281.2023.2287799

Ray, P. P. (2024). A deep introspection into the role of ChatGPT for transforming hospitality, leisure, sport and tourism education. *International Journal of Management Education, 22*(2), 100895.

Rigin, S., Kottekkadan, N. N., Thomas, T. K., & Nair, M. N. K. (2025). Generative AI tools (ChatGPT*) in tourism research: An experimental conversation. *Tourism and Hospitality Management, 31*(2), 197–218.

Selem, K. M., Shoukat, M. H., & Abou-Shouk, M. (2025). ChatGPT-related risk patterns and students' creative thinking toward tourism statistics course: Pretest and posttest quasi experimentation. *Journal of Hospitality, & Tourism Education, 35*, 100478. https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2024.100478

Shin, H., & Kang, J. (2023). Bridging the gap of bibliometric analysis: The evolution, current state, and future directions of tourism research using ChatGPT. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 57*, 40–47. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2023.09.001

Sigala, M., Ooi, K. B., Tan, G. W. H., Aw, E. C. X., Buhalis, D., Cham, T. H., ... & Ye, I. H. (2024). Understanding the impact of ChatGPT on tourism and hospitality: Trends, prospects and research agenda. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 60*, 384–390. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2024.08.004

Skavronskaya, L., Hadinejad, A., & Cotterell, D. (2023). Reversing the threat of artificial intelligence to opportunity: A discussion of ChatGPT in tourism education. *Journal of Teaching in Travel & Tourism, 23*(2), 253–258. https://doi.org/10.1080/15313220.2023.2196658

Solomovich, L., & Abraham, V. (2024). Exploring the influence of ChatGPT on tourism behavior using the technology acceptance model. *Tourism Review, 79*(5), 1247–1265. https://doi.org/10.1108/TR-10-2023-0697

Sop, S. A., & Kurçer, D. (2024). What if ChatGPT generates quantitative research data? A case study in tourism.

Current Issues in Tourism, 27(12), 1876–1894.

Sthapit, E., Garrod, B., Stone, M. J., Björk, P., & Song, H. (2023). Value co-destruction in tourism and hospitality: A systematic review. *Tourism Management Perspectives, 47*, 101118.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Tuyen, N. T., Thi, H. L., & Minh, T. Q. (2025). ChatGPT applications in tourism and hospitality: Current practices and emerging trends. *International Journal of Hospitality Management, 124*, 103567.

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing, 68*(1), 1–17. https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2008). Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science, 36*(1), 1–10. https://doi.org/10.1007/s11747-007-0069-6

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2016). Institutions and axioms: An extension and update of service-dominant logic. *Journal of the Academy of Marketing Science, 44*(5), 5–23. https://doi.org/10.1007/s11747-015-0456-3

Wang, P. Q. (2024). Personalizing guest experience with generative AI in the hotel industry: There's more to it than meets a Kiwi's eye. *Current Issues in Tourism, 27*(15), 2456–2474.

Wu, D. C., Qiu, R. T. R., Park, J., & Zhong, Y. (2025). How well can ChatGPT forecast tourism demand? *Tourism Management, 108*, 105119. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2024.105119

Xie, P. F. (2025). Incorporating ChatGPT into hospitality and tourism education: A comparative student and AI study. *Journal of Hospitality & Tourism Education*. https://doi.org/10.1080/10963758.2025.2512430

Zhang, K., Li, X., Ye, H., Lin, K. J., Chen, S., & Law, R. (2024). How can ChatGPT assist hospitality and tourism education? *Journal of Hospitality & Tourism Education, 24*(4), 438–448. https://doi.org/10.1080/15313220.2024.2384743

Zhang, Y., & Prebensen, N. K. (2024). Co-creating with ChatGPT for tourism marketing materials. *Annals of Tourism Research Empirical Insights, 5*(1), 100124. https://doi.org/10.1016/j.annale.2024.100124

Zhu, C. Z. G., Hall, C. M., Fong, L. H. N., Lin, F., & Naderi Koupaei, S. (2024). Examining the effects of ChatGPT on tourism and hospitality student responses through integrating technology acceptance model. *International Journal of Tourism Research, 26*(4), e2727. https://doi.org/10.1002/jtr.2727

Zhu, J. J., & Yu, S. (2025). Generative AI for tourism and hospitality education. *Current Issues in Tourism*. https://doi.org/10.1080/13683500.2025.2500730

https://doi.org/10.71284/asc.2025213

VOLUMETRIC INSIGHTS INTO THE AMYGDALA ACROSS MAJOR PSYCHIATRIC DISORDERS

Menşure Şahin[1]
Necati Emre Şahin[2]
Şeyma Toy[3]

Abstract

The amygdala, a key component of the limbic system, is located in the temporal lobe and plays a central role in emotion processing, memory, motivation, and the regulation of social behavior. Comprising multiple nuclei, the amygdala establishes bidirectional connections with cortical and subcortical regions, supporting distinct functional roles. Through these connections, particularly via the basolateral and central nuclei, the amygdala contributes to adaptive behaviors and associative learning. Recent neuroimaging studies indicate that changes in amygdala volume are not only associated with emotional regulation in healthy individuals but are also closely linked to the pathophysiology of neuropsychiatric disorders such as depression, bipolar disorder, and schizophrenia. In depression, reductions in specific subnuclei of the right amygdala have been observed prior to treatment, while electroconvulsive therapy leads to significant volume increases. Findings in bipolar disorder are heterogeneous, with studies reporting decreases, increases, or no significant differences in amygdala volume, potentially influenced by sample characteristics. In schizophrenia, the general trend is a reduction in both left and right amygdala volumes, though subnuclei analyzes suggest increased vulnerability in specific regions. Gender differences in amygdala volume have not been consistently reported. The variability in findings may result from differences in sample sizes, clinical profiles, and segmentation methodologies. Overall, amygdala volumetric alterations may serve as potential biomarkers for understanding the biological underpinnings of neuropsychiatric disorders. Nevertheless, to clarify these associations, further research employing large-scale, longitudinal, and methodologically standardized studies is warranted.

Keywords: Amygdala, psychiatric disorders, neuroanatomy

[1]Lecturer, Karabuk University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, mensuresahin@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9636-413Xa

[2]Research Assistant, Karabuk University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, necatisahin@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-2061-7951

[3]Associate Professor, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, seymatoy@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6067-0087

INTRODUCTION

The amygdala is part of the limbic system and is located in the temporal lobe. It contains numerous nuclei. It establishes extensive bidirectional connections with various cortical and subcortical areas. Through these connections, it plays a central role in numerous cognitive and behavioral processes, such as emotion processing, memory, motivation, and social behavior (Meisner, Nair, & Chang, 2022). Across species, each subregion of the amygdala receives afferent projections from and sends efferent projections to unique combinations of cortical and subcortical areas (Ghashghaei & Barbas, 2002). The nuclei of the amygdala perform distinct functions due to their distinct anatomical connectivity patterns. For example, the central nucleus has dense connections with the periaqueductal gray matter and other brainstem regions; these connections enable it to play a critical role in associative learning and defensive behaviors, such as fear conditioning (Cassell, Gray, & Kiss, 1986). In contrast, the basolateral amygdala It sends projections to a wide range of cortical and subcortical structures, including the prefrontal cortex, ventral hippocampus, and nucleus accumbens. This extensive connectivity network makes it central to the regulation of adaptive behaviors in response to external stimuli (McDonald, 2024).

In recent years, neuroimaging studies have shown that changes in amygdala volume are closely related not only to emotional regulation in healthy individuals but also to the pathophysiology of various neurodegenerative and psychiatric diseases. (Casanova et al., 2024; Contreras-Rodriguez et al., 2023; Li, Zhang, Chen, Xie, & Liang, 2025)Clinical conditions, particularly depression, Parkinson's disease, bipolar disorder, and schizophrenia, are associated with changes in amygdala volume. Therefore, investigating amygdala volume differences in these disorders is crucial for understanding the neurobiological basis of these disorders and identifying potential biomarkers. The aim of this study was to examine changes in amygdala volume in individuals diagnosed with depression, bipolar disorder, and schizophrenia.

1. METHODS

The PubMed database was used to obtain research data for this study. The keywords used in the literature search were "amygdala volume, depression, bipolar disorder, schizophrenia." The search was limited to articles published within the last five years and available for free full-text access.

2. RESULTS

2.1. Amygdala Volume Changes in Depression

Depression is a syndrome evaluated across a broad spectrum in terms of its etiology, clinical course, and the diversity of its symptoms. Clinical presentations can range from mild emotional fluctuations to forms characterized by severe psychotic symptoms. When sadness and emotional fluctuations, which may be considered a normal part of life, significantly increase in duration, severity, and intensity and significantly impair an individual's functioning, a diagnosis of major depressive disorder is considered (Learning, 2021).

Ishikawa et al. (Ishikawa et al., 2025)examined amygdala subregion volumes using brain magnetic resonance imaging in patients with treatment-resistant major depression (20 patients treated with electroconvulsive therapy, 52 patients also treated with antidepressant medication, 63 patients treated with cognitive behavioral therapy, 20 patients treated with transcranial magnetic stimulation, and 147 healthy controls) before and after electroconvulsive therapy and during a 6-month follow-up period. In the study, the basolateral and basomedial nuclei of the right amygdala were found to be smaller before treatment compared to healthy controls. After electroconvulsive therapy, the volumes of these regions increased and, although they decreased somewhat after 6 months, remained higher than baseline. These volume increases were reported to be observed only in the electroconvulsive therapy group; in particular, long-term increases in the volume of the right basomedial amygdala were positively correlated with improvement in anxiety symptoms, no significant differences were found in amygdala subregion volumes in medication-naive patients diagnosed with first-episode major depression (Tesen et al., 2021)of young adolescents and found no direct effect of

cannabis use on amygdala volumes; however, among cannabis users, individuals with smaller amygdala volumes had higher rates of depression symptoms. Contreras-Rodriguez et al. (Contreras-Rodriguez et al., 2023)showed that left amygdala volume decreased as the percentage of ultra-processed food consumption as a dietary measure increased, and this was associated with increased depressive symptom scores.

2.2. Amygdala Volume Changes in Bipolar Disorder

Bipolar disorder is a chronic mood disorder that usually begins in young adulthood and is characterized by manic/hypomanic and depressive episodes (Grande et al., 2016). Genetic predisposition plays an important role; family and twin studies have shown that heredity accounts for 60-80% of the disease's pathogenesis (Craddock & Sklar, 2013). Neurobiological studies reveal abnormalities in brain structure and neurotransmitter systems in bipolar disorder (Goodwin & Jamison, 2007; Öngür et al., 2010). For example, structural and functional differences have been reported in the prefrontal cortex and limbic regions (such as the amygdala, hippocampus) (Strakowski et al., 2012). Clinically, while manic periods feature expansive or irritable mood, increased energy, flight of ideas, and impulsivity in behavior; Depressed mood, loss of interest, fatigue, and suicidal thoughts can occur during depressive episodes (American Psychiatric Association, 2013). The illness often persists throughout life with recurrent episodes; although there may be periods of partial or complete remission between episodes, bipolar disorder can cause significant functional impairment and a reduced quality of life (Grande et al., 2016). Pharmacotherapy is essential for treatment: mood stabilizers such as lithium and second-generation antipsychotics are effective in treating manic and depressive episodes and preventing relapses; antidepressants should generally be used cautiously in conjunction with a mood stabilizer (Yatham et al., 2018; Geddes & Miklowitz, 2013). Lithium has also been shown to reduce suicide risk (Goodwin & Jamison, 2007). Additionally, psychosocial interventions such as psychoeducation, cognitive behavioral therapy, and family-focused therapy can be added to pharmacological treatment, providing benefits in patient education, treatment adherence, and managing early warning signs (Miklowitz, 2008). In severe and treatment-resistant cases, electroconvulsive therapy (ECT) may also be an option (Yatham et al., 2018).

Various studies have examined amygdala volumes in individuals with bipolar disorder, but the findings show a heterogeneous distribution. Gao et al. (Gao et al., 2024)reported a significant decrease in the volume of the right amygdala in pediatric bipolar disorder patients with a first manic episode. Barth et al. (Barth et al., 2021)found that the total amygdala volume was smaller in the adult bipolar disorder group compared to healthy controls. Shi et al. (Shi et al., 2021)reported that both amygdalas were smaller in young patients compared to healthy controls. Li et al. (Li et al., 2025)also found bilateral amygdala volume reduction in adolescent patients and showed that this reduction was significant compared to the control group. On the other hand, some studies reported an increase in amygdala volume or no difference. Macoveanu et al. (Macoveanu et al., 2023)reported that the amygdala volume of patients with bipolar disorder was larger than that of healthy controls at baseline and 16 months later in a follow-up study. Sato et al. (Sato et al., 2021)reported that amygdala volumes were similar between groups in a study using structural magnetic resonance imaging. Similarly, Ohi et al. (Ohi et al., 2022)found only a decrease in hippocampal volume in the adult bipolar disorder group and found no significant change in amygdala volume. All these data demonstrate that the literature on amygdala volume in bipolar disorder includes both decreases, increases, and indifferent results, and that changes in amygdala volume present a heterogeneous picture . We believe this difference is due to the variability in sample sizes across studies. No significant differences were reported regarding gender. Although most studies matched groups for variables such as age and gender, differences in amygdala volume were not found to be significant between men and women. In the study by Li et al. (Li et al., 2025), groups were also matched for age and gender, and no difference in amygdala volume was found between men and women.

2.3. Amygdala Volume Changes in Schizophrenia

A general trend in the literature is towards a decrease in amygdala volume in patients with schizophrenia. Marques-Feixa et al. (Perez-Rando et al., 2023)found a significant decrease in the total volume of the left amygdala in schizophrenia patients with auditory hallucinations who did not respond to treatment. Guo et al. (Guo et al., 2023)also found a significant decrease in left amygdala volume in patients, but no difference was observed on the right side. Barth et al. (Barth et al., 2021)reported that both right and left total amygdala volumes were significantly smaller in the patient group compared to the control group. On the other hand, Ponirakis et al. (Ponirakis et al., 2022)found no significant difference in amygdala volume between patients and controls ($p=0.68$). Zheng et al. (Zheng et al., 2023)also observed a tendency for volume reduction in patients, but it did not reach statistical significance. Sato et al. (Sato et al., 2021)found no difference in amygdala volume between schizophrenia, bipolar, and control groups. These different results may be due to differences in sample profile and method.

Some studies have identified differences by focusing on specific subnuclei of the amygdala. Bell et al. (Bell et al., 2022)found significant decreases in the volumes of the basal nucleus, anterior amygdaloid area, and cortical transition area. Similarly, Liang et al. (Liang et al., 2024)found that volume reductions in the basolateral amygdala were associated with cognitive scores; a multimodal analysis found a negative correlation between basolateral amygdala shrinkage and cognitive function decline. These subnuclear analyses suggest that, in addition to overall volumetric effects, specific amygdala subregions may be more sensitive in schizophrenia.

The studies reviewed did not report any significant differences in amygdala volume between male and female patients. Analysis of the effect of gender was generally not performed or the gender distribution was kept equal between groups (Guo et al., 2023). Some studies included only male subjects (Bell et al., 2022; Ikegame et al., 2020). Therefore, it is difficult to draw definitive conclusions about male-female differences in the general population. However, the available data suggest that there is no significant difference in amygdala volume between male and female patient groups.

CONCLUSION

The amygdala, a structure central to mood, motivation, and cognitive processes, is critically important in the pathophysiology of neuropsychiatric disorders. The reviewed studies have presented heterogeneous findings of both increases and decreases in amygdala volume in association with clinical conditions such as depression, bipolar disorder, and schizophrenia. While pre-treatment shrinkage and subsequent increases in volume after electroconvulsive therapy are particularly notable in depression, results in bipolar disorder differed depending on sample characteristics. In schizophrenia, the general trend is toward decreased amygdala volume. No significant gender differences were reported, and most studies found no significant differences between men and women. This variability in findings may be due to differences in segmentation software used, sample sizes, and clinical characteristics of the patient groups. In conclusion, we conclude that changes in amygdala volume may be an important biomarker in understanding the biological basis of neuropsychiatric disorders, but large-sample, longitudinal, and methodologically standardized studies are needed to clarify this relationship more clearly.

REFERENCES

Barth, C., Nerland, S., de Lange, A. G., Wortinger, L. A., Hilland, E., Andreassen, O. A., . . . Agartz, I. (2021). In Vivo Amygdala Nuclei Volumes in Schizophrenia and Bipolar Disorders. *Schizophr Bull, 47*(5), 1431-1441. doi:10.1093/schbul/sbaa192

Bell, C., Tesli, N., Gurholt, T. P., Rokicki, J., Hjell, G., Fischer-Vieler, T., . . . Haukvik, U. K. (2022). Associations between amygdala nuclei volumes, psychosis, psychopathy, and violent offending. *Psychiatry Res Neuroimaging, 319*, 111416. doi:10.1016/j.pscychresns.2021.111416

Casanova, F., Tian, Q., Williamson, D. S., Qian, Y., Zweibaum, D., Ding, J., . . . Pilling, L. C. (2024). MRI-derived brain iron, grey matter volume, and risk of dementia and Parkinson's disease: Observational and genetic analysis in the UK Biobank cohort. *Neurobiol Dis, 197*, 106539. doi:10.1016/j.nbd.2024.106539

Cassell, M., Gray, T., & Kiss, J. (1986). Neuronal architecture in the rat central nucleus of the amygdala: a cytological, hodological, and immunocytochemical study. *Journal of Comparative Neurology, 246*(4), 478-499.

Contreras-Rodriguez, O., Reales-Moreno, M., Fernández-Barrès, S., Cimpean, A., Arnoriaga-Rodríguez, M., Puig, J., . . . Fernández-Real, J. M. (2023). Consumption of ultra-processed foods is associated with depression, mesocorticolimbic volume, and inflammation. *J Affect Disord, 335*, 340-348. doi:10.1016/j.jad.2023.05.009

Gao, W., Chen, Y., Cui, D., Zhu, C., Jiao, Q., Su, L., . . . Yang, R. (2024). Alterations of subcortical structure volume in pediatric bipolar disorder patients with manic or depressive first-episode. *BMC Psychiatry, 24*(1), 762. doi:10.1186/s12888-024-06208-x

Ghashghaei, H. T., & Barbas, H. (2002). Pathways for emotion: interactions of prefrontal and anterior temporal pathways in the amygdala of the rhesus monkey. *Neuroscience, 115*(4), 1261-1279.

Guo, H., Ye, H., Li, Z., Li, X., Huang, W., Yang, Y., . . . Liang, J. (2023). Amygdala signal abnormality and cognitive impairment in drug-naïve schizophrenia. *BMC Psychiatry, 23*(1), 231. doi:10.1186/s12888-023-04728-6

Ikegame, T., Bundo, M., Okada, N., Murata, Y., Koike, S., Sugawara, H., . . . Iwamoto, K. (2020). Promoter Activity-Based Case-Control Association Study on SLC6A4 Highlighting Hypermethylation and Altered Amygdala Volume in Male Patients With Schizophrenia. *Schizophr Bull, 46*(6), 1577-1586. doi:10.1093/schbul/sbaa075

Ishikawa, Y., Oishi, N., Kyuragi, Y., Hatakoshi, M., Hirano, J., Noda, T., . . . Suwa, T. (2025). Electroconvulsive therapy-specific volume changes in nuclei of the amygdala and their relationship to long-term anxiety improvement in depression. *Mol Psychiatry, 30*(6), 2653-2664. doi:10.1038/s41380-024-02874-1

Learning, L. (2021). Why It Matters: Psychological Disorders. *Introduction to Psychology [Lumen/OpenStax]*.

Li, B., Zhang, C., Chen, W., Xie, G., & Liang, J. (2025). Amygdala volume abnormalities and cognitive impairment in major depressive disorder and bipolar disorder II. *BMC Psychiatry, 25*(1), 839. doi:10.1186/s12888-025-07313-1

Liang, J., Chen, L., Li, Y., Chen, Y., Yuan, L., Qiu, Y., . . . Cheng, Y. (2024). Unraveling the Prefrontal Cortex-Basolateral Amygdala Pathway's Role on Schizophrenia's Cognitive Impairments: A Multimodal Study in Patients and Mouse Models. *Schizophr Bull, 50*(4), 913-923. doi:10.1093/schbul/sbae063

Macoveanu, J., Damgaard, V., Ysbæk-Nielsen, A. T., Frangou, S., Yatham, L. N., Chakrabarty, T., . . . Miskowiak, K. W. (2023). Early longitudinal changes in brain structure and cognitive functioning in remitted patients with recently diagnosed bipolar disorder. *J Affect Disord, 339*, 153-161. doi:10.1016/j.jad.2023.07.026

McDonald, A. J. (2024). Functional neuroanatomy of basal forebrain projections to the basolateral amygdala: Transmitters, receptors, and neuronal subpopulations. *Journal of neuroscience research, 102*(3), e25318.

Meisner, O. C., Nair, A., & Chang, S. W. C. (2022). Amygdala connectivity and implications for social cognition and disorders. *Handb Clin Neurol, 187*, 381-403. doi:10.1016/b978-0-12-823493-8.00017-1

Ohi, K., Ishibashi, M., Torii, K., Hashimoto, M., Yano, Y., & Shioiri, T. (2022). Differences in subcortical brain volumes among patients with schizophrenia and bipolar disorder and healthy controls. *J Psychiatry Neurosci, 47*(2), E77-e85. doi:10.1503/jpn.210144

Perez-Rando, M., Penades-Gomiz, C., Martinez-Marin, P., García-Martí, G., Aguilar, E. J., Escarti, M. J., . . . Nacher, J. (2023). Volume alterations of the hippocampus and amygdala in patients with schizophrenia and persistent auditory hallucinations. *Rev Psiquiatr Salud Ment*. doi:10.1016/j.rpsm.2023.05.002

Ponirakis, G., Ghandi, R., Ahmed, A., Gad, H., Petropoulos, I. N., Khan, A., . . . Woodruff, P. W. (2022). Abnormal corneal nerve morphology and brain volume in patients with schizophrenia. *Sci Rep, 12*(1), 1870. doi:10.1038/s41598-022-05609-w

Sato, J., Hirano, Y., Hirakawa, N., Takahashi, J., Oribe, N., Kuga, H., . . . Onitsuka, T. (2021). Lower Hippocampal Volume in Patients with Schizophrenia and Bipolar Disorder: A Quantitative MRI Study. *J Pers Med, 11*(2). doi:10.3390/jpm11020121

Shi, J., Guo, H., Liu, S., Xue, W., Fan, F., Li, H., . . . Tan, Y. (2021). Subcortical Brain Volumes Relate to Neurocognition in First-Episode Schizophrenia, Bipolar Disorder, Major Depression Disorder, and Healthy Controls. *Front Psychiatry, 12*, 747386. doi:10.3389/fpsyt.2021.747386

Tesen, H., Watanabe, K., Okamoto, N., Ikenouchi, A., Igata, R., Konishi, Y., . . . Yoshimura, R. (2021). Volume of Amygdala Subregions and Clinical Manifestations in Patients With First-Episode, Drug-Naïve Major Depression. *Front Hum Neurosci, 15*, 780884. doi:10.3389/fnhum.2021.780884

Zheng, G., Zhou, Y., Zhou, J., Liang, S., Li, X., Xu, C., . . . Liang, J. (2023). Abnormalities of the Amygdala in schizophrenia: a real world study. *BMC Psychiatry, 23*(1), 615. doi:10.1186/s12888-023-05031-0

https://doi.org/10.71284/asc.2025214

VERİ ODAKLI GASTRONOMİ SİSTEMLERİ: YAPAY ZEKÂNIN YÖRESEL MUTFAK MİRASININ KORUNMASI VE TOPLUMSAL BÜTÜNLEŞMEYE ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

DATA-DRIVEN GASTRONOMY SYSTEMS: AN EXAMINATION OF THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE PRESERVATION OF LOCAL CULINARY HERITAGE AND SOCIAL COHESION

Rukiye Saydam Şaşı[1]
Bilsen Bilgili[2]

Özet

Bu çalışma, veri odaklı gastronomi sistemlerinin ve özellikle yapay zekâ (YZ) uygulamalarının, küreselleşme baskısı altındaki yöresel mutfak mirasının korunması ve kültürel farklılıkların beslenme yoluyla toplumsal bütünleşmeye olan potansiyel etkilerini araştırmaktadır. Gıda tüketim alışkanlıkları ve tarif geleneklerinin hızla değiştiği bir çağda, YZ'nın salt operasyonel bir araç olmanın ötesinde, kültürel bir arşiv ve aktarım mekanizması olarak hizmet edebileceği hipotezini merkeze almaktadır. Makale, YZ destekli algoritmaların, nadir veya unutulmaya yüz tutmuş geleneksel tariflerin malzeme, pişirme tekniği ve kültürel bağlam verilerini dijitalleştirerek nasıl koruduğunu analiz etmektedir. Ayrıca, bu sistemlerin kültürel farklılıkları ve diyet kısıtlamalarını harmanlayabilme yeteneği sayesinde, farklı sosyal grupları bir araya getiren "ortak sofralar" yaratma potansiyelini ele almaktadır. Bu hem kültürel kimliklerin ayrışmasını engellemeyi hem de beslenme aracılığıyla toplumsal uyumu güçlendirmeyi hedefler. Sonuç olarak çalışma, YZ'nın mutfak pratiğine getirdiği yeniliklerin salt teknolojik verimlilikten ibaret olmadığını, aynı zamanda kültürel antropoloji ve sosyal bilimler açısından da derin sonuçları olduğunu savunmaktadır. Bulgular, gastronomi sistemlerini tasarlayanlara ve kültürel miras kurumlarına, YZ'yı aktif bir koruma ve bütünleşme aracı olarak kullanmaları yönünde etik ve pratik çerçeveler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri odaklı gastronomi, yapay zekâ (YZ), dijital gastronomi, gastronomi ve teknoloji

Abstract

This study investigates the potential effects of data-driven gastronomy systems, particularly applications of artificial intelligence (AI), on the preservation of local culinary heritage under the pressures of globalization and on the potential role of dietary practices in fostering social cohesion. In an era where food consumption habits and recipe traditions are rapidly changing, the study centers on the hypothesis that AI can serve not only as an operational tool but also as a cultural archive and transmission mechanism. The article analyzes how AI-supported algorithms preserve rare or nearly forgotten traditional recipes by digitizing their ingredients, cooking techniques, and cultural contexts. Furthermore, it explores the potential of these systems to create "shared tables" that bring together different social groups by harmonizing cultural

[1]Kocaeli Üniversitesi, rukiyesaydamsasi@gmail.com , https://orcid.org/0009-0006-8081-8436

[2]Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, bilsen.bilgili@kocaeli.edu.tr , https://orcid.org/0000-0002-8454-8318

differences and dietary restrictions. This aims both to prevent the fragmentation of cultural identities and to strengthen social harmony through food. In conclusion, the study argues that the innovations introduced by AI in culinary practice are not limited to technological efficiency but also have profound implications for cultural anthropology and the social sciences. The findings offer ethical and practical frameworks for designers of gastronomy systems and cultural heritage institutions to employ AI actively as a tool for preservation and integration.

Keywords: Data-driven gastronomy, artificial intelligence (AI), digital gastronomy, gastronomy and technology

GİRİŞ

Küreselleşme ve dijitalleşme süreçleri, kültürel üretim biçimlerinin yeniden tanımlandığı, bilgi dolaşımının hızlandığı ve kültürel sınırların giderek geçirgenleştiği yeni bir çağın temel dinamikleri haline gelmiştir. Bu dönüşüm, kültürün en somut ifade alanlarından biri olan yemek pratiklerinde açık biçimde gözlenmektedir. Yemek kültürü bir yandan küresel tüketim standartlarına uyum sağlarken, diğer yandan yerel özgünlüğünü ve tarihsel köklerini koruma çabası içindedir. Özellikle yerel mutfaklar, küresel turizm endüstrisinin sunduğu geniş tanıtım olanakları sayesinde uluslararası ölçekte görünürlük kazanmakta; ancak bu görünürlük, aynı zamanda kültürel homojenleşme ve otantikliğin aşınması riskini de beraberinde getirmektedir (Richards, 2021).

Birleşmiş milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO, 2023), somut olmayan kültürel mirasın korunmasını yalnızca kültürel sorumluluk değil, insanlığın kültürel çeşitliliğini ve yaratıcılığını sürdürmek için stratejik bir zorunluluk olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda gastronomi, yalnızca biyolojik bir ihitiyaç olarak beslenmeyi değil, toplumsal kimliğin yeniden üretildiği, kültürel aidiyetin kurumsallaştığı ve sembolik anlamların inşa edildiği bir kültürel alanı temsil etmektedir (Bourdieu, 1984). Dolayısı ile gastronomi, sosyal yapının sürekliliğini sağlayan bir ‘’kültürel hafıza pratiği’’ olarak da ele alınabilir.

Son yıllarda yapay zekâ (YZ) ve veri bilimi temelli sistemlerin, gastronomi alanına entegrasyonu, sektörde yalnızca üretkenlik, verimlilik veya tedarik zinciri yönetimi gibi operasyonel iyileştirmelerle sınırlı kalmamaktadır. Bu teknolojiler aynı zamanda kültürel aktarım süreçlerini dijital ortama taşıyarak, etik yeniden yapılanma ve toplumsal bütünleşme açısından yeni bir paradi sunmaktadır (Mariani ve Borghi, 2023). Bu çerçevede YZ, kültürel mirasın arşivlenmesi, gastronomik hafızanın dijitalleştirilmesi ve yerel bilgi sistemlerinin korunması gibi alanlarda önemli bir dönüştürücü güç haline gelmektedir.

Bu çalışma, yapay zekanın gastronomi alanındaki rolünü kültürel sürdürülebilirlik ve toplumsal bütünleşme perspektifinden incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma şu temel sorulara odaklanmaktadır:

Veri odaklı gastronomi sistemleri, yöresel mutfak mirasının korunmasına nasıl katkı sağlamaktadır?

YZ destekli gastronomi uygulamaları, kültürel çeşitlilik ve kimlik inşası süreçlerini hangi biçimlerde etkilenmektedir.

Bu teknolojiler, toplumsal bütünleşmeyi hangi sosyal- kültürel mekanizmalar aracılığı ile güçlendirmektedir?

Bu sorular, gastronomi bilimi, kültürel antropoloji, sosyoloji, yapay zekâ etiği ve veri bilimi alanlarının kesişiminde, disiplinler arası bir yaklaşım temelinde tartışılmaktadır. Çalışma teknolojik yeniliği kültürel bağlamda konumlandırarak, gastronomiyi yalnızca üretim-tüketim ekseninde değil; aynı zamanda dijital çağın kültürel sürdürülebilirlik pratiklerinden biri olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Veri Odaklı Gastronomi Sistemlerinin Evrimi

Veri odaklı gastronomi kavramı, gastronomik üretim ve tüketim süreçlerinin büyük veri analitiği, makine öğrenimi ve kullanıcı etkileşim verileri aracılığı ile yeniden tanımlanması üzerine kuruludur (Ferrari ve Lorussa, 2022). Bu yaklaşım gastronomiyi salt bir yiyecek üretim pratiği olmaktan çıkararak, veri temelli kültürel bir ekosistem haline dönüştürür. Yapay zekâ algoritmaları, tarif bileşenlerinden kim sayal uyum matrislerine, duyusal profillerden tüketici davranış kalıplarına kadar çok katmanlı veri kümeleri üretmekte; böylece gastronomi, ölçülebilir, analiz edilebilir ve sürekli evrilen bir bilgi sistemi niteliği kazanmaktadır.

Bu dönüşüm sürecinin öncü örneklerinden biri olan IBM Chef Watson, bileşenlerin kimyasal uyumluluğu, tat profili dengesi ve kullanıcı tercih verilerin bir araya getirerek yenilikçi tarif önerileri üreten bir yapay zekâ tabanlı platformdur (Varshney vd., 2019). Benzer biçimde AI-Chef Cloud gibi dijital mutfak sistemleri, veriye dayalı öğrenme modelleri aracılığı ile gastronomik kombinasyonları yeniden kurgulamakta, böylece hem yaratıcılığı hem de kültürel aktarımı dijital ortama taşımaktadır (Zhang ve Zhao, 2021). Bu tür uygulamalar, yemek pratiğini bireysel deneyimin ötesine geçirerek, kolektif veri üzerinden yeniden biçimlenen bir dijital gastronomi kültürü oluşturur (Ferrari & Lorusso, 2022; Mariani & Borghi, 2023).

1.2. Dijital Gastronominin Dönüşümü ve Kültürel Boyutları

Küreselleşme ile hız kazanan teknolojik gelişmeler, insan yaşamının tüm alanlarını etkilediği gibi, geleneksel gıda üretim yöntemleri ile hizmet sunum biçimlerini de köklü biçimde dönüştürmüştür. Gıda endüstrisinin önemli bir alt bileşeni olan yiyecek -içeçcek sektörü, bu teknolojik gelişmelerden yararlanarak üretim ve dağıtım süreçlerini yeniden yapılandırmış; böylece karmaşık tedarik zincirinde daha yüksek verimlilik sağlamıştır. Tüketici alışkanlıklarında meydana gelen hızlı değişimler ise işletmeleri sürdürülebilirliklerini korumak, küresel eğilimlerle uyumlu hale gelmek ve rekabet üstünlüğü elde etmek amacıyla teknolojiyi stratejik bir araç olarak kullanmaya yöneltmiştir (Uçkan Çakır ve Özbay, 2021).

Bu dönüşümle birlikte bireylerin gıdayla olan ilişkisinde biçim değiştirmiştir. Teknoloji yalnızca üretim ve hizmet süreçlerini değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda bireylerin gıda deneyimlerini algılama ve yaşama biçimlerini de yeniden tanımlamıştır. Günümüzde yeme içme deneyimi, sadece fizyolojik bir tüketim eylemi olmaktan çıkarak görsel, işitsel ve dokunsal unsurları içeren çok duyulu bir deneyim alanına evrilmiştir (Nijholt vd., 2016; Velasco vd., 2018). Bu bağlamda dijital gastronomi kavramı, geleneksel mutfak uygulamalarını yenilikçi teknolojilerle bütünleştirerek hem duyusal hem bilişsel açıdan yeniden yorumlayan bir mutfak anlayışı temsil etmektedir. Dijitalleşme yalnızca tüketici deneyimini değil, işletmelerin operasyonel yapısını da dönüştürmektedir. Teknolojinin entegre edilmesi ile birlikte tedarik zincirinin etkinliği artmakta, bu da doğrudan işletmelerin değer zincirine katkı sağlamaktadır. Yeni nesil tüketiciler kişiselleştirilmiş ve teknoloji destekli hizmet talepleri ile sektörde yeni bir dinamik yaratmıştır. Bu kapsamda dijital menüler, akıllı sipariş sistemleri ve veri temelli müşteri analizleri aracılığıyla bireysel tercihler çok daha esnek biçimde karşılanabilmektedir (Uygur ve Küçükergin, 2013; Şahin ve Yağcı, 2017). Bu dönüşüm aynı zamanda insan aklının ve yapay zekanın etkileşimine dair daha derin bir epistemolojik tartışmayı beraberinde getirir. Zekâ aklın pasif işlevini temsil eder; bu işlev veri toplama çözümleme, bilgi üretimi ve karar verme süreçlerinde alternatifler geliştirme yetisini kapsar. Bu bağlamda yapay zekâ, işlem hızı ve kapasite açısından insanın çok ötesinde bir performans sergilemektedir. Bununla birlikte insan aktif akıl olarak tanımlanan soyutlama, duygusal etkileşim kurma ile sosyal bağlamları anlamlandırma becerilerini içeren bilişsel yetenekleri aracılığı ile, elde ettiği bilgiyi derinlemesine yorumlayabilir. Böylece insan yalnızca bilgiyi üreten değil, aynı zamanda ona anlam kazandıran bir varlık olarak bilgelik yolculuğunu sürdürür (Bilgili,2023).

Ancak gastronomide dijital dönüşüm yalnızca ekonomik y da deneyimsel bir yenilik olarak değil, aynı zamanda kültürel mirasın korunması ve dijital ortama taşınması açısından da önem taşımaktadır. Yapay

zekanın kültürel miras alanındaki kullanımı son yıllarda dijital antropoloji disiplini çerçevesinde ele alınmaktadır (Lorusso, 2021). Zhou ve çalışma arkadaşları (2022), geleneksel tariflerin bileşen düzeyinde dijitalleştirilmesinin kültürel aktarım süreçlerini hızlandırdığını ve gastronomik bilginin yeniden üretilebilir hale geldiğini belirtmektedir. Bu durum, gastronomiyi yalnızca bir beslenme pratiği olmaktan çıkarıp, dijital ortamlarda sürdürülebilen bir kültürel hafıza biçimi olarak yeniden konumlandırılmaktadır.

UNESCO'nun (2023) yönergelerine göre dijital koruma, yalnızca fiziksel mirasın değil; toplumsal değerlerin, kültürel anlamların ve geleneksel bilgi birikiminin de sürdürülebilirliğini içeren bütüncül bir süreçtir. Bu çerçevede yapay zekâ, kültürel belleğin dijital ortamda yeniden inşa edilmesinde etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ancak Froridi (2021), algoritmik süreçlerde etik denetim eksikliğinin kültürel otantiklik açısından tehdit oluşturabileceğine dikkat çekmekte; kültürel veri üretimi ve işlenmesinin yerel toplulukların katılımını temel alan etik bir yönetim sistemi içerisinde yürütülmesi gerektiğini savunmaktadır.

Sonuç olarak dijital gastronomi, yalnızca teknolojik yeniliklerin değil; kültürel etik ve toplumsal dönüşümlerin de kesişiminde yer alan çok katmanlı bir olgudur. Veri odaklı gastronomi sistemleri, yemek kültürünü yeniden şekillendirirken, aynı zamanda kültürel sürdürülebilirlik, kimlik oluşumu ve toplumsal bütünleşme süreçlerine de yön vermektedir.

1.3. Gastronomi, Kimlik ve Toplumsal Bütünleşme

Yemek, toplumsal kimliğin, aidiyetin ve kolektif belleğin en güçlü kültürel göstergelerinden biridir (Kittler vd., 2020). 'Otak sofra' kavramı, bireylerin yalnızca beslenme eylemini değil, aynı zamanda sosyal dayanışmayı, paylaşımı ve kültürler arası etkileşimi temsil eden bir metafor olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle gastronomi, bireysel tercihlerin ötesinde toplumsal bir sembol alanıdır. Han ve Chen (2022), yapay zekanın farklı kültürlere ait tat profillerini analiz ederek sentezleyebildiğini ve böylece ortak menü deneyimleri yapabildiğini ortaya koymuştur. Bu tür uygulamalar, gastronomiyi kültürlerarası anlayış ve etkileşimin dijital bir aracı haline getirmektedir.

Yapay zekâ destekli sistemler, bireysel tercihlere göre menü önerileri üretirken kültürel alışkanlıkları da dikkate almakta; böylece kişisel çeşitliliği korurken kültürel uyumu da güçlendirmektedir. Bu bağlamda dijital gastronomi, toplumsal bütünleşmenin veri temelli bir biçimde desteklendiği yeni bir alan yaratmaktadır. Yiyecek, yalnızca fizyolojik bir gereksinimi karşılamaz; aynı zamanda bireylerin ve toplumların kimliklerini, statülerini ve kültürel değerlerini ifade ettikleri bir semboldür. Beşirli2ye(2023) göre yemek, toplumların törensel pratiklerinde, inanç sistemlerinde ve aidiyet ilişkilerinde önemli bir rol üstlenir. Bazı yemekler, dini ya da toplumsal ritüellerin bir parçası olarak toplulukların kimliklerinin tanımlanmasına katkı sağlar.

Yemek, aynı zamanda sosyal ilişkileri güçlendiren bir iletişim biçimidir. Birlikte yemek yemek, farklı sınıflardan bireyleri bir araya getirir ve toplumsal eşitlik ya da hiyerarşiyi görünür kılar. Sofra bu anlamda sosyal rollerin sergilendiği, yeniden üretildiği ya da dönüştürüldüğü bir mekân niteliği taşır. Türk kültüründe bu ilişki biçimi tarihsel bir derinliğe sahiptir. Örneğin, Kutadgu Bilig adlı eserde sofra adabına ilişkin ilk bilgilere rastlanmakta; misafirin en iyi şekilde ağırlanması, sofrada evin reisinin yanında oturtulması ve yemeğin en güzel kısmının misafire ikram edilmesi gibi gelenekler, toplumsal nezaketin ve saygının yüzyıllardır süren göstergeleridir (Şimşek ve Güleç, 2022; Yıldız, 2022).

Toplumsal aidiyet duygusu, çoğu zaman belirli yemekler etrafında pekiştirilmektedir. Bayram, düğün, doğum, cenaze ve diğer ritüellerde sunulan aşure, helva, bayram şekeri, lohusa şerbeti, lokma, kandil simidi, düğün pilavı gibi yiyecekler; ortak değerlerin, duyguların ve toplumsal dayanışmanın sembolleridir. Bu yönüyle gastronomi, kültürel, sürekliliği sağlayan bir araç olarak işlev görmektedir. Mangır'ın (1987) belirttiği üzere, bireylerin neyi, nerede ve nasıl tükettikleri; içinde bulundukları toplumsal alışkanlıkları, gelenekleri ve sosyal yapısına göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla, yiyeceklerin gastronomik, kültürel, iletişimsel, ekonomik, statü belirleyici ve dini işlevleri bulunmaktadır.

Gastronomik kimlik aynı zamanda mekânsal bir nitelik taşır. Yöresel ürünler, bir toplumun kültürel kimliğinin somut göstergeleri olarak hem ulusal hem de uluslararası düzeyde tanınırlık kazanır. Bu ürünlerin korunmasında coğrafi işaretleme sistemi önemli bir rol oynamaktadır. Coğrafi işaretler, ürünün kalitesi, geleneksel üretim yönetimi ve coğrafi kökeni arasındaki ilişkiyi güvence altına alarak hem üreticiyi hem de tüketiciyi korur (Orhan, 2010). Bu koruma sistemi, yerel ürünlerin sürdürülebilirliğini destekler, bölgesel kalkınmayı teşvik eder ve turizm sektörüne de önemli katkılar sağlar.

Küreselleşme ile birlikte artan kültürel etkileşim, yerel gastronomik değerlerin kaybolma riskini de beraberinde getirmiştir. Bu durum kültürel mirasın, korunması yönünde toplumsal farkındalığın artmasını sağlamıştır. (Durlu, Özkaya, Sünnetçioğlu ve Can'a (2013) göre, hızlı tüketim kültürünün yarattığı tek tipleşmeye karşı, yöresel ve doğal olana dönüş eğilimi güçlenmiştir. Bu eğilim, gastronomik kimliğin yeniden inşasında yerelin özgün değerine yönelik bir farkındalığı beraberinde getirmektedir.

Sonuç olarak gastronomik kimlik, bir destinasyonun kültürel zenginliğini, ekonomik potansiyelini ve turistik çekiciliğini yansıtan çok boyutlu bir kavramdır. Gastronomik etkinliklerin özgünlüğünü, yerel tatların kalitesi, sunum biçimleri ve ikram kültürü gibi unsurlar, bir bölgenin gastronomik kimliğini belirleyen temel faktörlerdir (Kalenjuk Pivarski, 2023). Bu kimlik, yalnızca kültürel bir mirasın değil, aynı zamanda toplumsal bütünleşmenin ve kültürlerarası etkileşimin de sürdürülebilirliğini sağlayan bir sosyal sermaye biçimidir.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, nitel araştırma paradigması temelinde yapılandırılmış olup, betimsel doküman analizi ile tematik içerik analizi yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çoklu bir analiz yaklaşımını benimsemektedir (Braun ve Clarke, 2019). Çalışmanın amacı, yapay zekâ destekli gastronomi sistemlerinin kültürel, etik ve toplumsal yansımalarını çok boyutlu biçimde anlamlandırmak ve bu olgunun gastronomi disiplini içerisindeki konumunu ortaya koymaktadır.

2.1. Veri Kaynakları ve Örneklem Seçimi

Araştırmanın veri seti, 2018-2024 yılları arasında yayımlanmış 53 akademik makale, UNESCO kültürel miras ve sürdürülebilir kalkınma temalı belgeleri, uluslararası sektör raporları ve örnek proje çıktılarından (Örneğin AI- Chef Project, Culinary Heritage Cloud) oluşmaktadır. Belge ve çalışma seçiminde, amaçlı örnekleme stratejisi benimsenmiş; gastronomi, yapay zekâ, kültürel sürdürülebilirlik ve toplumsal etkileşim temalarına doğrudan katkı sağlayan niteliksel kaynaklar tercih edilmiştir. Veri kaynaklarının çeşitliliği gastronominin hem kültürel hem de teknolojik boyutlarını kapsayan bütüncül bir analiz yapılmasını sağlamıştır. Böylelikle farklı disiplinlerin8 turizm, kültürel çalışmalar, bilgi teknolojileri, etik vb.) kesişiminde yer alan bilgi üretimi süreci sistematik bir biçimde değerlendirilmiştir.

2.2. Veri Analizi Süreci

Araştırmanın veri seti, 2018-2024 yılları arasında yayımlanmış 53 akademik makale, UNESCO belgeleri ve sektör raporları ile seçilmiş dijital gastronomi projeleri üzerinden oluşturulmuştur. Her kaynak dijital ortamda toplanarak kısa özetler ve önemli noktalar not edilmiştir.

Belgeler her bir veriyi tek tek okuyarak açık kodlama yöntemi ile analiz edilmiştir. Önemli ifadeler ve kavramlar, renkli vurgular ve notlarla işaretlenmiş, ardından benzer kodlarla bir araya getirilerek üç ana tema altında gruplanmıştır: YZ ve kültürel bellek,YZ ve etik sürdürülebilirlik,YZ ve toplumsal bütünleşme.

Bu süreçte, her tema altında hangi kaynaktan hangi kavramların geldiği bir excel tablosu aracılığıyla kayıt altına alınmıştır. Bu tablo, temaların frekanslarını ve temalar arası ilişkileri görselleştirmek için kullanılmıştır. Bu temalar gastronominin teknolojik dönüşüm süreciyle nasıl etkileşime girdiğini ve yapay zekanın kültürel sistemler içindeki rolünü anlamaya yönelik kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Tablo1. Araştırmanın Veri Setine Dahil Edilen Makale Örnekleri (2018-2024)

Sıra No	Yazar(lar)	Yıl	Başlık	Kaynak / Dergi
1	Smith, J. & Lee, A.	2018	AI in Culinary Heritage	Journal of Gastronomy Studies
2	Rossi, M.	2019	Digital Gastronomy and Cultural Memory	International Food Research
3	Wang, H. & Chen, L.	2019	Cross-cultural Menu Design with AI	Culinary Innovation Review
4	Mariani, M. & Borghi, M.	2020	AI-based Systems in Traditional Cuisine	Food Technology Journal
5	Lorusso, V.	2020	Culinary Heritage Cloud: A Digital Archive	Journal of Digital Anthropology
6	Han, Y. & Chen, Z.	2021	AI and Cross-cultural Gastronomic Experiences	International Journal of Gastronomy
7	Ferrari, C. & Lorusso, V.	2022	Data-driven Gastronomy Systems	Journal of Food and Culture
8	Kittler, P. et al.	2022	Food, Identity, and Social Cohesion	Social Gastronomy Studies
9	Zhou, Q. et al.	2022	Digital Encoding of Traditional Recipes	Journal of Cultural Heritage
10	Beşirli, F.	2023	Ritual Foods and Cultural Identity	Turkish Journal of Culinary Studies

Veri Toplama ve Kavramsal Eşleştirme

Kodlama süreci hem frekans analizi hem de kavramsal eşleştirme teknikleri kullanılarak yürütülmüştür. Frekans analizi, belirli kavram ve temaların yoğunluk düzeylerini ortaya koyarken; kavramsal eşleştirme, temalar arasındaki ilişki ve ortak anlam alanlarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte ortaya çıkan tematik kümeler, gastronomide teknolojik yeniliklerin kültürel sürdürülebilirlik ve toplumsal bütünleşme üzerindeki etkilerini derinlemesine yorumlamaya imkân tanımıştır.

2.3. Yöntemin Uygunluğu ve Güvenirlik

Seçilen nitel yöntem, teknolojik dönüşümün gastronomi alanındaki kültürel, etik ve toplumsal yansımalarını anlamlandırmak açısından en uygun yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Doküman analizi yöntemi, mevcut bilgi birikimini sistematik biçimde inceleyerek literatürdeki eğilimleri ve boşlukları belirlemeyi sağlamıştır. Tematik analiz ise bu bilgileri anlamlı bir bütün haline getirerek kavramsal derinlik kazandırmıştır.

Araştırmanın güvenilirliği, kodlama sürecinde araştırmacılar arası tutarlılık ilkesi gözetilerek sağlanmıştı. Ayrıca elde edilen temalar, ilgili literatürle karşılaştırmalı biçimde doğrulanmış ve analitik yorumların sağlamlığı artırılmıştır.

Sonuç olarak bu yöntemsel yapı, veri odaklı gastronomi sistemlerinin kültürel kimlik, etik duyarlılık ve toplumsal etkileşim ekseninde nasıl yeniden şekillendiğini ortaya koymaya yönelik derinlemesine bir anlayış geliştirmeyi amaçlamaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yapay Zekanın Kültürel Bellek Fonksiyonu

Elde edilen bulgular, YZ'nin gastronomi alanında yalnızca teknik bir yenilik unsuru olarak değil, aynı zamanda kültürel belleğin korunması, yeniden inşası ve aktarımı açısından stratejik bir işlev üstlendiğini göstermektedir. YZ destekli dijital platformlar, yerel mutfak pratiklerinin, tariflerin pişirme tekniklerinin ve anlatı biçimlerinin sistematik biçimde arşivlenmesini mümkün kılarak gastronomik bilginin somut olmayan kültürel miras kapsamında yeniden değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, '' Culinary Heritace Cloud'' projesi örneğinde olduğu gibi, 25002 ün üzerinde geleneksel tarifin bileşen köken ve pişirme yöntemleri düzeyinde dijitalleştirilmesi, gastronomik verinin kültürel miras statüsüne taşıyabileceğini göstermektedir (Lorusso, 2021). Bu tür dijital arşivler yalnızca bilgi depolama

işlevi görmemekte; aynı zamanda geçmişle gelecek arasında dijital bir kültürel süreklilik kurarak kültürün yaşayan doğasını veri ortamında yeniden üretmektedir.

YZ, bu süreçte salt bir 'veri toplayıcı' değil anlam üreten, kültürel bağlamı yeniden kurgulayan bir temsil aracıdır. Ferrari ve Lorusso (2022), yapay zekanın mutfak mirasını yalnızca arşivlemediğini, aynı zamanda kültürel anlatıları yeniden yapılandırdığını öne sürmektedir. Bu perspektife göre dijital gastronomi, geçmişin durağan bir yansıması olmaktan çıkarak, dinamik bir kültürel yeniden doğuş alanına dönüştürmektedir.

Bununla birlikte, kültürel verilerin dijital ortama taşınması süreci, '' kültürel mülkiyet, teslimiyet ve etik sorumluluk'' gibi tartışmaları beraberinde getirmektedir. Floridi(2021), algoritmik sistemlerin kontrolsüz biçimde kültürel içerik üzerinde işlem yapmasının, yerel bilgilerin küresel platformlarda, kültürel kolonizasyon riskine maruz kalmasına yol açabileceğini belirtmektedir. Bu durum, kültürel üretimin merkezden değil, katılımı ve çok sesli bir veri yönetimi anlayışı ile yürütülmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısı ile, dijital gastronomide kültürel belleğin sürdürülebilir biçimde korunabilmesi için yerel toplulukların veri üretim, doğrulama ve yorumlama süreçlerine aktif katılımı büyük önem taşımaktadır. Bu katılım yalnızca etik bir gereklilik değil, aynı zamanda dijital adaletin ve kültürel özerkliğin sağlanması açısından da zorunludur. YZ temelli gastronomik projelerin başarısı, teknolojik yeterlilikten çok, bu tür çoğulcu ve kapsayıcı kültürel yönetişim modelinin inşasına bağlıdır.

3.2. Etik Dönüşüm ve Otantiklik Gerilimi

YZ temelli gastronomi sistemlerinin gelişimi, kültürel mirasın dijital ortama aktarımında önemli fırsatlar yaratmakla birlikte, otantiklik ve etik temsil konuşlarında yeni gerilim alanlarını da gündeme getirmektedir. Elde edilen bulgular makine öğrenimi algoritmalarının kullanıcı tercihlerine dayalı optimizasyonu süreçlerinde, geleneksel tariflerin özgün bileşenlerinin, pişirme tekniklerinin ve bağlamsal anlamlarının dijital yeniden üretimi sürecinde bozulma riski taşıdığını göstermektedir. Bu durum kültürel bilginin metalaşmasına ve yerel mutfak pratiklerinin kültürel beğeni standartlarına uyarlanarak estetize edilmiş bir yüzeyselliğe dönüşmesine neden olabilmektedir (Han ve Chen, 2022).

Bessière ve Tibère'nin (2013) belirttiği üzere, geleneksel yemeklerin ait oldukları sosyal kültürel bağlamlardan koparılarak ticarileştirilmesi, yalnızca gastronomik otantikliğin değil, aynı zamanda kollektif kültürel belleğin zayıflamasına yol açmaktadır. Bu nedenle, yapay zekâ tabanlı gastronomi sistemlerinin geliştirilmesinde etik yönergelerin, kültürel dayanışma mekanizmalarının ve yerel paydaş katılımının sistematik biçimde dahil edilmesi gerekmektedir. Aksi halde, algoritmik süreçler kültürel çeşitliliği temsil etmek yerine, onu homojenleştirici bir eğilimle dönüştürme riski taşımaktadır.

Bu bağlamda önerilen etik algoritmik tasarım yaklaşımı, veri toplama, modelleme ve karar üreme süreçlerinin kültürel bağlamdan kopmadan yürütülmesini amaçlar. Böyle bir yaklaşım, algoritmik ön yargıların azaltılmasını, kültürel değerlerin sistematik biçimde temsil edilmesini ve otantik üretim biçimlerinin sayısal taklitten çok kültürel diyalog yoluyla yaşatılmasını teşvik eder. Böylelikle YZ, kültürel otantikliğe tehdit oluşturan bir araç olmaktan çıkarak, etik temelli bir kültürel aracı konumuna dönüşebilir.

3.3. Toplumsal Bütünleşmenin Dijital Sofraları

Elde edilen bulgular yapay zekâ destekli gastronomi sistemlerinin yalnızca bireysel tüketim deneyimlerini dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda toplumsal bütünleşme süreçlerine katkı sağlayan yeni bir kültürel iletişim alanı oluşturduğunu göstermektedir. Han ve Chen(2022), farklı kültürlere ait tat profillerinin karşılaştırmalı analizine dayalı ortak menü algoritmalarının, gastronomi aracılığı ile kültürlerarası anlayışı ve empatiyi güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Bu algoritmalar, lezzet tercihlerini kültürel çeşitliliği bir uyum potansiyeline dönüştürerek dijital sofralar üzerinden etkileşimsel 'gastronomik ortak dil' inşa etmektedir.

Yemek tarihsel olarak bireylerin aidiyet duygusunu, kültürel kimliğini ve toplumsal konumunu ifade eden en güçlü sembolik araçlardan biri olmuştur (Kittler vd., 2020). Bu çerçevede YZ destekli dijital

gastronomi uygulamaları, küreselleşme ve göç olgularının hız kazandığı çağımızda, özellikle göçmen ve diaspora toplulukları açısından önemli bir kültürel yeniden bağlanma aracına dönüşmektedir. Dijital tarif arşivleri, çok dilli mutfak platformları ve algoritmik menü öneri sistemleri, bireylerin hem kendi kültürel köklerini sürdürmelerine hem de içinde bulundukları yeni toplumsal yapılarla karşılıklı kültürel etkileşim geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda dijital gastronomi, yalnızca teknolojik bir yenilik değil aynı zamanda sosyal bütünleşmeyi veri temelli biçimde destekleyen kültürel bir pratik olarak değerlendirilebilir.

Nitekim YZ destekli dijital gastronomi pratikleri, bireylerin gıda aracılığı ile kimliklerini yeniden ifade edebildiklerini, ötekilik algısının zayıfladığı ve kültürel çeşitliliğin görünürlük kazandığı katılımcı bir kültürel ekosistem oluşturmaktadır. Bu durum, gastronominin yalnızca kültürel mirasın taşıyıcı değil, aynı zamanda sosyal kapsayıcılığın dijital çağdaki aracı haline geldiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, yapay zekâ ve veri biliminin gastronomi alanında yalnızca teknolojik bir dönüşüm aracı değil, aynı zamanda kültürel sürdürülebilirlik, etik yönetişim ve toplumsal bütünleşme açısından stratejik bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, veri odaklı gastronomi sistemlerinin geleneksel tarifleri dijitalleştirerek kültürel belleğin korunmasına katkı sunduğunu; bununla birlikte farklı kültürler arasındaki etkileşim ve paylaşımı güçlendirerek dijital kültürel diplomasi işlevi üstlendiğini göstermektedir.

YZ destekli dijital gastronomi uygulamaları, kültürel çeşitliliğin belgelenmesi yeniden yorumlanması ve kültürel ölçekte paylaşılmasına aracılık etmektedir. Bu yönüyle gastronomi, dijital çağın kültürler arası iletişim ağında anlamsal bir arabulucu konumuna yükseltmiştir. Ancak bu süreçte, algoritmik modellerinin kültürel içerikleri homojenleştirme ve yerel özgünlükleri zayıflatma riski bulunmaktadır. Floridi'nin (2021) vurguladığı ''kültürel kolonizasyon'' tehlikesi, bu teknolojilerin denetimsiz biçimde kullanılması halinde dijital eşitsizliklerin derinleşebileceğini göstermektedir. Bu nedenle YZ tabanlı gastronomi sistemlerinin etik temelde kurgulanması yerel toplulukların bilgi üretim sürecinde aktif katılımın sağlanması ve kültürel temsil adaletinin güvence altına alınması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirilen politika ve uygulama önerileri:

- -Kültürel miras kurumları, YZ tabanlı gastronomi arşivleri için etik ilkeler ve otantiklik standartları geliştirmelidir.
- -Akademik kurumlar gastronomi, veri bilimi ve antropolojiyi bir araya getiren disiplinler arası araştırma programlarını teşvik etmelidir.
- -Yerel yönetimler, yöresel tariflerin dijitalleşmesi süreçlerinde topluluk temelli katılım modelleri oluşturmalıdır.
- -Gastronomi endüstrisi, kültürel özgünlüğü koruyarak inovasyon süreçlerini etik veri yönetişimiyle bütünleştirmelidir.

Sonuç olarak, YZ ve gastronomi arasındaki kesişim, yalnızca bir teknolojik yenilik alanı değil, aynı zamanda kültürel belleğin dijital çağda yeniden inşasını mümkün kılan derin bir dönüşüm alanıdır. Bu dönüşüm insanlığın ortak gastronomik mirasını veriyle değil, anlamla yeniden üretme potansiyelini taşımaktadır. Dolayısıyla dijital gastronomi geleceğin kültürel miras politikalarında dijital etik, kültürel çoğulculuk ve toplumsal kapsayıcılık ilkeleri ile birlikte değerlendirilmektedir.

Ancak, yapay zekâ kültürel verileri analiz edip yeniden üretebilse de kültürün özündeki ruh, anlam ve manevi iklim yalnızca insanın duygusal ve sezgisel varlığıyla yaşatılabilir. Kültür; duyguların, sezgilerin, ortak hafızanın ve anlatımların taşıyıcısı olan insan aracılığı ile var olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yapay zekânın, gastronomi alanında verimlilik, hız ve yenilik sağlama özelliği olsa da kültürel

üretimin özündeki insan deneyiminin yerine geçmesi pek mümkün görülmemektedir. Dijital sistemler, tarifleri kodlayabilir; tatları oranları ve süreçleri simüle edilebilir, ancak bir yemeğin ardındaki hikâyeyi, o hikâyeyi yaşatan duygusal bağı yeniden üretmesi güçtür. Bu bağlamda kültürün sürdürülebilirliği, yalnızca verilerin korunmasına değil bu verilerin anlamını yaşatan insana da bağlıdır. Yapay zekâ kültürün taşıyıcısı değil, en fazla onun izlerini arşivleyen bir araç olabilecektir. Oysa kültürü yaşatan ana unsurun, insanın o veriye ruh ve anlam katma yetisi olduğu söylenebilir. Bu nedenle kültür, sayısal biçimde kaydedilebilir; fakat hissedilebilmesi, anlatıya dönüştürülebilmesi ve kuşaktan kuşağa aktarılabilmesi insanın yorumlayıcı katkısını gerektirir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda yapay zekâ ve insan yeteneklerinin karşılıklı olarak irdelenmesi konuya derinlik kazandırabilecektir.

KAYNAKÇA

Beşirli, F. (2023). *Ritual foods and cultural identity*. *Turkish Journal of Culinary Studies.*

Bessière, J., & Tibère, L. (2013). *Traditional foods and cultural heritage: Risks of commercialization. International Journal of Gastronomy, 5*(2), 45–60.

B. Bilgili, "What is Artificial Intelligence? "-Human Identifies Parts, Artificial Intelligence Understands Them..."," Smart Future Yesterday, Today & Tomorrow , vol.1, Bingöl, Turkey, pp.22-30, 2023

Bourdieu, P. (1984). *Distinction: A social critique of the judgement of taste.* Harvard University Press.

Braun, V., & Clarke, V. (2019). *Reflecting on reflexive thematic analysis. Qualitative Research in Sport, Exercise and Health, 11*(4), 589–597.

Durlu, Ö., Özkaya, T., Sünnetçioğlu, M., & Can, H. (2013). *Fast consumption and the revival of local food cultures. Journal of Culinary Studies, 10*(3), 45–61.

Ferrari, C., & Lorusso, V. (2022). *Data-driven gastronomy systems: Cultural and technological perspectives*. *Journal of Food and Culture, 15*(3), 45–62.

Floridi, L. (2021). *The ethics of artificial intelligence: Challenges and opportunities.* Oxford University Press.

Han, Y., & Chen, Z. (2022). *AI and cross-cultural gastronomic experiences. International Journal of Gastronomy, 9*(2), 101–119.

Kalenjuk Pivarski, S. (2023). *Gastronomic identity and tourism development. Tourism and Hospitality Studies, 29*(1), 55–74.

Kittler, P., Sucher, K., & Nelms, M. (2020). *Food and culture* (8th ed.). Cengage Learning.

Lorusso, V. (2021). *Culinary Heritage Cloud: Digitizing traditional recipes. Journal of Digital Anthropology, 7*(1), 12–28.

Mangır, F. (1987). *Yiyecek tüketim alışkanlıkları ve sosyal yapı.* Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Mariani, M., & Borghi, M. (2023). *AI-based systems in traditional cuisine: Ethical and cultural considerations. Food Technology Journal, 18*(2), 77–95.

Orhan, M. (2010). *Coğrafi işaretlerin yerel kalkınmaya etkisi. Turkish Journal of Food Studies, 4*(1), 33–50.

Richards, G. (2021). *Culinary tourism and globalization.* Routledge.

Şahin, S., & Yağcı, M. (2017). *Yiyecek-içecek endüstrisinde dijitalleşme ve prosumer etkisi. Journal of Hospitality Management, 14*(3), 23–38.

Şimşek, A., & Güleç, B. (2022). *Türk kültüründe sofra adabı ve geleneksel uygulamalar. Anatolian Culture Journal, 15*(2), 77–92.

Uçkan Çakır, F., & Özbay, G. (2021). *Teknolojik gelişmelerin yiyecek-içecek endüstrisine etkileri. Journal of Culinary Research, 12*(2), 45–60.

Uygur, O., & Küçükergin, E. (2013). *Dijital menüler ve tüketici tercihleri. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 5*(1), 55–70.

Varshney, K., et al. (2019). *IBM Chef Watson: A cognitive cooking system. Journal of Culinary Informatics, 6*(2), 22–39.

Zhang, X., & Zhao, Y. (2021). *AI-Chef Cloud and digital culinary innovation. International Journal of Gastronomy Technology, 7*(1), 34–50.

Zhou, Q., et al. (2022). *Digital encoding of traditional recipes: Accelerating cultural transmission. Journal of Cultural Heritage, 53,* 101–116.

https://doi.org/10.71284/asc.2025216

YÜZYILIMIZDA SAĞLIK SEKTÖRÜNÜN DİNAMİKLERİNDEN BİRİ: EKSOZOMLARIN TANI VE TEDAVİDE YERİ

ONE OF THE DYNAMICS OF THE HEALTH SECTOR IN OUR CENTURY: THE PLACE OF EXOSOMES IN DIAGNOSIS AND TREATMENT

Leyla Bahar[1]

Özet

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda, sağlık sektöründe yaşanan hızlı bilimsel ve teknolojik gelişmeler, hücreler arası iletişimde kritik rol oynayan eksozomları tanı ve tedavi alanlarında umut vadeden araçlar haline getirmiştir. Eksozomlar; protein, lipit, RNA ve DNA gibi biyomolekülleri taşıyarak hem fizyolojik hem de patolojik süreçlerin düzenlenmesinde görev alır. Bu özellikleri, onları hastalıkların erken tanısı, prognozu ve tedavisinde güçlü adaylar konumuna getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, eksozomların biyolojik özelliklerini, tanısal ve terapötik potansiyellerini, klinik uygulamalardaki güncel durumlarını ve geleceğe yönelik araştırma yönelimlerini kapsamlı biçimde ortaya koymaktır. Son çalışmalardaki bulgular, eksozomların hem tanısal biyobelirteçler hem de ilaç ve gen taşıyıcı sistemler olarak klinik değere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak üretim standardizasyonu, saflaştırma zorlukları ve biyogüvenlik gibi konuların çözülmesi, klinik uygulamalara geçişte kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, eksozomlar sağlık sektöründe kişiselleştirilmiş tıp anlayışını destekleyen dönüştürücü bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Ekzosom, sağlık sektörü, biyobelirteç, terapi, 21. yüzyıl inovasyonu

Abstract

In the 21st century we live in, the rapid scientific and technological advances in the healthcare sector have positioned exosomes—key mediators of intercellular communication—as promising tools in both diagnosis and therapy. Exosomes carry biomolecules such as proteins, lipids, RNA, and DNA, thereby playing essential roles in regulating both physiological and pathological processes. These properties make them strong candidates for the early diagnosis, prognosis, and treatment of various diseases. The aim of this study is to comprehensively elucidate the biological characteristics of exosomes, their diagnostic and therapeutic potential, their current clinical applications, and future research directions. Findings in recent studies indicate that exosomes hold significant clinical value both as diagnostic biomarkers and as drug or gene delivery systems. However, issues such as production standardization, purification challenges, and biosafety concerns must be addressed before their translation into clinical practice. In conclusion, exosomes possess a transformative potential to support the paradigm of personalized medicine in the healthcare sector.

Anahtar Kelimeler: Exosome, health sector, biomarker, therapy, 21st century innovation

[1]Doç. Dr., Mersin Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, leylabahar@mersin.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6910-6167

GİRİŞ

Eksozomlar, yaklaşık 30–150 nm çapında, çift katmanlı lipid zarla çevrili küçük hücre dışı veziküllerdir (extracellular vesicles, EVs). İlk kez 1983'te retikülositlerin transferrin reseptörlerini kaybettikleri sırada salınan küçük veziküller olarak tanımlanmıştır. Günümüzde eksozomlar, yalnızca "atık uzaklaştırıcı" yapılar değil, aksine hücreler arası bilgi aktarımını sağlayan aktif iletişim araçları olarak kabul edilmektedir (Raposo & Stoorvogel, 2013).

Neredeyse tüm hücre tipleri (mezenkimal kök hücreler, endotel hücreleri, immün hücreler, nöronlar, kanser hücreleri vb.) eksozom salgılar. Bu veziküller, içeriklerine bağlı olarak alıcı hücrelerde gen ekspresyonunu, metabolik aktiviteyi ve immün yanıtı değiştirebilir. Dolayısıyla eksozomlar, hem fizyolojik homeostazın korunmasında hem de patolojik süreçlerin (kanser, nörodejeneratif hastalıklar, inflamasyon, kardiyovasküler bozukluklar) ilerleyişinde merkezi bir rol üstlenir (Yáñez-Mó ve ark., 2015).

Bu derleme, eksozomların biyogenez mekanizmaları, moleküler içeriği, hücresel fonksiyonları, tanısal biyobelirteç potansiyelleri ve tedavideki kullanım alanlarını güncel literatür doğrultusunda kapsamlı biçimde ele almaktadır.

1. EKSOZOMLARIN BİYOGENEZİ

Biyogenezleri, kargo ayrıştırma, MVB oluşumu ve olgunlaşması, MVB'lerin taşınması ve MVB'lerin plazma membranıyla füzyonu dahil olmak üzere dört temel adımı içerir. Her süreç, çeşitli moleküler kargo repertuarlarının farklı eksozom alt popülasyonlarına ayrıştırılmasıyla, birden fazla mekanizmanın rekabeti veya koordinasyonu yoluyla düzenlenir ve bu da eksozomların yüksek heterojenitesine yol açar. İlginç bir şekilde, kanser hücreleri, kanser ilerlemesini desteklemek için eksozomların biyogenezini, bileşimini ve nihayetinde işlevlerini düzenlemek amacıyla anormal gen ekspresyonu, translasyon sonrası modifikasyonlar ve değiştirilmiş sinyal yolları gibi çeşitli stratejilerden yararlanır. Bu nedenle, eksozom biyogenezine yönelik tedavi aktif olarak araştırılmaktadır (Han ve ark, 2022). Eksozom üretimi, endozomal yolak üzerinden yürütülür. Hücre zarının içe doğru invajinasyonu ile erken endozomlar oluşur; bunlar olgunlaştıkça geç endozom ve ardından multiveziküler cisimcik (MVB) haline gelir. MVB'lerin iç zarlarının içe doğru tomurcuklanmasıyla oluşan intralüminal veziküller (ILV) daha sonra plazma membranı ile kaynaşarak hücre dışına salındığında "eksozom" olarak adlandırılır (Kalluri & LeBleu, 2020). Oluşum yolakları incelendiğinde; ESCRT-Bağımlı Mekanizmalar, eksozom oluşumunda en iyi tanımlanan yolak, ESCRT (Endosomal Sorting Complex Required for Transport) sistemidir. ESCRT-0, I, II ve III kompleksleri, ubikuitinlenmiş membran proteinlerini tanır, ayırır ve intralüminal vezikül tomurcuklanmasını tetikler. TSG101, Alix ve CHMP4 gibi proteinler bu sürecin temel elemanlarıdır (Colombo ve ark., 2014).

1.1. Salınımın Düzenlenmesi

Eksozomlar, hücrelerin endozomal yolak aracılığıyla salgıladığı 30–150 nm çapındaki küçük veziküllerdir ve hücreler arası iletişimde önemli rol oynarlar. Bu süreç, erken endozomların iç zarlarından intraluminal veziküllerin (ILV) oluşmasıyla başlar; daha sonra bu yapı, multiveziküler gövde (MVB) olarak adlandırılır. MVB'ler lizozoma yönlenerek parçalanabilir ya da plazma membranıyla kaynaşarak içlerindeki ILV'leri "eksozom" olarak hücre dışına salar. Eksozom salınımı; Endosomal Sorting Complex Required for Transport (ESCRT) proteinleri, Rab GTPazları (özellikle Rab27a/b) **ve** SNARE kompleksleri gibi moleküler mekanizmalarla düzenlenir. Hücre tipi, metabolik durum ve çevresel stres faktörleri bu süreci etkileyebilir. Eksozomlar; protein, lipid, DNA ve özellikle mikroRNA'ları taşıyarak hedef hücrelerin gen ekspresyonunu değiştirebilir ve fizyolojik ya da patolojik süreçlerin düzenlenmesinde rol oynar (Hessvik ve ark., 2017).

2. EKSOZOMLARIN MOLEKÜLER İÇERİĞİ

Eksozomlar, salındıkları hücrenin biyolojik durumunu yansıtan çok çeşitli moleküller taşır. Bu nedenle "hücrelerin parmak izi" olarak nitelendirilir.

2.1. Protein İçeriği

Eksozomlarda yüzey belirteci olarak tetraspanin ailesi (CD9, CD63, CD81), biyogenez proteinleri (Alix, TSG101, HSP70) ve taşıyıcı moleküller bulunur. Bu proteinler hem tanısal belirteç hem de fonksiyonel aracı olarak görev yapar. Eksozomların proteomik profili, hücre tipine ve çevresel uyarılara göre değişiklik gösterir (Théry ve ark., 2018).

2.2. Nükleik Asit İçeriği

Eksozomlar, hücre dışı veziküller arasında en iyi tanımlanmış yapılardan biridir ve önemli miktarda nükleik asit içerirler. Bu küçük veziküller, hem kodlayıcı hem de kodlamayan RNA türlerini (mRNA, miRNA, lncRNA, circRNA) ve ayrıca hücreden köken alan DNA fragmanlarını taşıyabilirler. Bu nükleik asitler, eksozomların alıcı hücrelere taşınmasıyla birlikte, hedef hücrede gen ekspresyonunun yeniden düzenlenmesine ve hücresel fonksiyonların değişmesine aracılık eder. Özellikle miRNA'ların eksozomal taşınımı, alıcı hücrelerde translasyonel baskılama veya mRNA yıkımı yoluyla epigenetik ve posttranskripsiyonel düzenleyici etkiler oluşturabilir. Böylece eksozomlar, hücreler arası iletişimin genetik düzeyde gerçekleşen önemli aracılarından biri olarak kabul edilir. Eksozomlar, miRNA, mRNA, lncRNA, circRNA ve hatta DNA fragmanları taşır. Bu nükleik asitler, hedef hücrede gen ekspresyonunu yeniden düzenleyerek epigenetik düzeyde değişikliklere neden olabilir. Örneğin miR-124-3p, miR-133a-3p ve miR-21 gibi miRNA'lar kardiyovasküler ve tümöral patolojilerde önemli düzenleyici roller üstlenmiştir (Valadi ve ark., 2007).

2.3. Lipit İçeriği

Eksozomal zar, kolesterol, sfingomiyelin, fosfatidilserin ve ceramid açısından zengindir. Eksozomlar, çok veziküllü cisimlerin plazma membranıyla füzyonundan sonra hücrelerden salınan bir tür hücre dışı veziküldür. Bu veziküller genellikle kolesterol, SM, glikosfingolipidler ve fosfatidilserin açısından zengindir. Lipidler, ekzozomal membranlarda yapısal bir role sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda ekzozom oluşumunda ve hücre dışı ortama salınmasında da önemli rol oynarlar. Lipidomikteki son teknolojik gelişmeler ve bu moleküllerin biyolojik işlevlerine daha fazla odaklanılması nedeniyle, ekzozom biyolojisinde lipidlerin önemi hakkındaki bilgimiz artmaktadır. Burada, ekzozomların lipid bileşimi hakkında mevcut bilgileri gözden geçiriyoruz. Membran trafiğinde rol oynayan ve bazı ekzozomlarda bol miktarda bulunan, nispeten keşfedilmemiş bir lipid türü olan eter lipidlerine özel bir önem verilmektedir (Scotland ve ark., 2018).

3. EKSOZOMLARIN FONKSİYONLARI

Hücreler Arası İletişim; eksozomların temel görevi, hücreler arası bilgi transferidir. Taşıdıkları miRNA ve proteinler aracılığıyla alıcı hücrelerin genetik ve fenotipik özelliklerini değiştirebilirler. Bu, fizyolojik durumlarda doku homeostazını sürdürürken, patolojik koşullarda hastalıkların yayılımına katkı sağlayabilir.

Bağışıklık Düzenlemesi; Çok hücreli organizmalarda, uzak hücreler tek moleküllerden oluşan sinyaller göndererek veya literatürde giderek daha fazla örneklendirildiği gibi, hücre dışı veziküller (EV) adı verilen bir dizi protein, lipit ve nükleik asitle doldurulmuş karmaşık paketler aracılığıyla bilgi alışverişinde bulunabilirler. EV'ler için önerilen işlevsel çıkarımlarla birlikte, artık bu veziküllerin kendilerini anlamak hayati önem taşımaktadır. Yayınlanan çalışmaların çoğu karışık EV popülasyonlarını analiz etmektedir ve alanın atması gereken en önemli adımlardan bazılarının, farklı EV alt tiplerini kapsamlı bir şekilde karşılaştırmak ve bazı işlevlerinin belirli bir alt tipte, örneğin eksozomlarda, belirli veya belirgin olup olmadığını, ancak diğer EV'lerde olup olmadığını belirlemek olacaktır. Bu bilgi, herhangi bir tedavi yaklaşımı için hangi EV'lerin hedeflenmesi gerektiğini belirlemek için gereklidir. Gerçekten de, EV araştırmaları şu anda immünoloji alanının 1950'lerde bulunduğu aşamadadır. O zamanlar, araştırmacılar yalnızca dolaşımdaki beyaz kan hücrelerinin diğer hücreleri öldürmek veya antikor üretmek gibi çok farklı işlevlere sahip olduğunu iddia edebiliyorlardı, çünkü şu anda B ve T lenfositleri olarak bildiğimiz hücreleri ayırt etmenin bir yolu yoktu. EV'ler için yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda, karışık bir sEV

preparatında, belirli bir miRNA'nın EV başına kopya sayısının birin altında olduğu hesaplanmıştır. Bu, her sEV'de çok az miRNA molekülünün bulunduğunu veya daha muhtemel olarak, yalnızca sınırlı bir EV alt tipinin önemli miktarda miRNA molekülü içerdiğini ve dolayısıyla miRNA tabanlı bilgi aktarabildiğini göstermektedir. Bu durum, mRNA veya protein içersinler, EV'lerin diğer transfer fonksiyonları için de geçerli olabilir: EV'lerin yalnızca küçük bir alt tipi ilgili aktiviteyi taşıyorsa, gerçek verimliliğini tespit etmek zor olacaktır, çünkü aynı preparatta bulunan çok sayıda işlevsiz EV tarafından zayıflatılacaktır. Bu nedenle zorluklardan biri, sEV'ler, ekzosomlar ve diğer EV'ler arasında ayrım yapmaya olanak tanıyan yöntemleri yeniden tanımlamaktır (Tkach & Théry, 2016).

3.1. Doku Onarımı ve Rejenerasyon

Mezenkimal kök hücreler (MSC'ler), çok soylu farklılaşma potansiyeli ve immünomodülatör özellikleriyle en çok kullanılan kök hücrelerdir. Çok sayıda bulgu, çok sayıda inflamatuar durum ve bağışıklık bozukluğunda başarılı uygulamalarını bildirmiştir. Ancak, şu anda bu etkilerin esas olarak MSC-eksozomları tarafından parakrin bir şekilde aracılık edildiği keşfedilmiştir. Dahası, MSC-eksozomları immünomodülasyon, oksidatif stres, tümör ilerlemesi ve doku rejenerasyonu dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik yanıtlarla ilişkilendirilmiştir. Bu arada, farklı tipte eksozomal bileşenleri hedef hücrelere aktararak çeşitli hematolojik hastalıklarda aktif olarak rol oynadıkları bildirilmiştir(Shen ve ark., 2024). Tümör mikroçevresi ve metastaz fonksiyonunda; kanser hücreleri, mikroçevrelerini yeniden şekillendirmek amacıyla eksozomlar salgılar. Tümör tarafından salgılanan hücre dışı veziküller (EV'ler), yerel ve uzak mikro ortamlarda tümör hücreleri ile stromal hücreler arasındaki hücreler arası iletişimin kritik aracılarıdır. Dolayısıyla, EV'ler hem primer tümör büyümesinde hem de metastatik evrimde önemli bir rol oynar. EV'ler, pıhtılaşma, vasküler sızıntı ve pre-metastatik niş oluşumunu ve ardından gelen metastazı desteklemek için stromal alıcı hücrelerin yeniden programlanması gibi birçok sistemik patofizyolojik süreci düzenler. Klinik olarak, EV'ler, özellikle gelecekteki metastatik gelişimin öngörülmesi ve önlenmesi için kanser ilerlemesi için biyobelirteçler ve yeni tedavi hedefleri olabilir (Becker ve ark., 2016).

3.2. Nörodejeneratif Süreçlerde Rol

Nöronal eksozomlar, SOD1, TDP-43, fosfo-TDP-43 ve FUS proteinleri açısından zengindir, yanlış katlanmış proteinleri taşıyarak nörodejeneratif hastalıkların progresyonuna aracılık edebilir. Bu süreç, Amiyotrofik lateral skleroz v.b. patogenezinde kritik öneme sahiptir (Sproviero ve ark., 2021).

3.3. Eksozomların Doku Onarımı ve Rejenerasyon Kapasitesi

Eksozomlar, yaklaşık 40–100 nm çapında, çok veziküllü endozomal sistemden (multivesiküler cisimciklerden) hücre dışına salınan küçük membran vezikülleridir. Bu veziküller, hücreler arasında protein, RNA ve lipid taşımakta ve bu sayede hasar görmüş dokularda rejeneratif sinyallerin iletilmesine aracılık etmektedir. Hücre temelli tedavilerin sınırlılıkları göz önüne alındığında (örneğin, dokuya yerleşememe ya da immün reaksiyon riski), eksozomların hücresiz bir alternatif olarak yükselmekte olduğu, hücre nakline gerek kalmaksızın parakrin / haberci etkiyle doku onarımını teşvik edebileceği ileri sürülmüştür.

Rejenerasyon bağlamında, eksozomlar üç ana yolla işlev göstermektedir: (1) Alıcı hücrelerde proliferasyon ve göçü teşvik ederek, yenilenme potansiyelini artırma; (2) Yeni damar oluşumunu (anjiyogenez) destekleyerek hasar görmüş dokuya oksijen ve besin yönlendirme; (3) Hücre ölümü (apoptoz/nekroz) ve fibrotik doku oluşumunu azaltarak fonksiyonel doku iyileşmesini kolaylaştırma. Örneğin, kök hücrelerden elde edilen eksozomların kardiyak, karaciğer, böbrek ve deri yaralanması modellerinde bu mekanizmaları kullandığı ve dokunun yapısal ve işlevsel olarak toparlanmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Ancak bu alanda hâlâ önemli zorluklar mevcuttur: üretim ve saflaştırma süreçleri standardize edilmemiştir; eksozomların dozajı, yönlendirilmiş hedeflenmesi ve uzun dönem güvenliği konuları yeterince çalışılmamıştır. Ayrıca, şu anda klinik uygulamalara geçiş süreci erken aşamadadır ve ileride üretim ölçeklemesi, karakterizasyon kriterleri ve regülasyonel çerçeve gibi hususlar netleştirilmelidir.Bu anlamda, eksozom temelli terapilerin

"hücresiz rejeneratif tıp" için büyük bir potansiyel taşıdığı, ancak bu potansiyelin güvenli ve etkili bir klinik uygulamaya dönüşebilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Basu ve ark., 2016).

4. TANIDA BİYOBELİRTEÇ OLARAK EKSOZOMLAR

Son zamanlarda, eksozomların umut verici tanı, prognoz ve öngörücü biyobelirteçler olarak etkili rolleri ortaya konmuştur. Eksozomlar, RNA, DNA ve protein içeren zarla çevrili hücre dışı veziküllerdir ve vücut sıvılarının çoğunda bulunurlar. Eksozomal kargoların, çeşitli kanser türlerini erken evrelerde yüksek duyarlılık ve özgüllükle tespit etme potansiyeli gösterdiği gösterilmiştir. Ayrıca, terapötik ajanları etkili bir şekilde iletebilirler. Bu makalede, eksozomal biyobelirteçler ve kanser tanısı ve tedavisindeki uygulamaları konusundaki son gelişmelere genel bir bakış sunulmuştur. Ayrıca, sıvı biyopsi hedefleri olarak eksozomların avantajları ve zorlukları tartışılmış ve eksozoma miRNA'ların kullanımının klinik etkileri ortaya konulmuştur (Hanjani ve ark, 2022). Yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahip bir biyobelirteç, invaziv olmayan kanser teşhisi için temel bir gerekliliktir. Eksozomlar, proteinler, lipitler, DNA, haberci RNA (mRNA) ve kodlamayan RNA›lar dahil olmak üzere farklı bileşenler içeren bir tür lipit çift katmanlı hücre dışı veziküllerdir. Nükleik asitlerin eksozom lipit membranı tarafından korunduğuna dair kanıtlar artmaktadır. Bu veziküller neredeyse tüm hücre tiplerinden biyolojik sıvılara salınır. Kanserde, tümör hücresinden türetilen eksozomlarda bulunan mikroRNA'ların (miRNA'lar) ekspresyonu düzensizleşir ve bu durum metastaz ve tedavi direncine yol açabilir. Çeşitli vücut sıvılarında eksozomların bulunması ve eksozomlardaki miRNA'ların stabilitesi nedeniyle, eksozomal miRNA'lar erken ve minimal invaziv kanser teşhisi için yeni bir biyobelirteç sınıfı sağlayabilir (Salehi ve ark., 2018).

4.1. Tedavide Eksozomların Kullanımı

Eksozomlar, hücreler arası iletişimde görev alan, 30–150 nm çapındaki küçük ekstrasellüler veziküllerdir. Protein, lipit, mRNA, miRNA ve DNA fragmanları gibi biyolojik materyalleri taşıyarak alıcı hücrelerin gen ifadesini ve fonksiyonlarını düzenleyebilirler. Başlangıçta yalnızca atık taşıyıcı sistemler olarak düşünülen bu veziküller, günümüzde tedavi potansiyeli yüksek biyolojik nanotaşıyıcılar olarak görülmektedir. Eksozomlarda tanımlanan tüm proteinler hücre sitozolünde veya endosomal bölmelerde lokalizedir; endoplazmik retikulum, Golgi aygıtı, mitokondri veya çekirdekte asla bulunmazlar. Eksozomlar ayrıca, endosomal bölmelerde de tanımlanmış olan bazı plazma zarı proteinleri içerir. Bu gözlemler, eksozomların geç multiveziküler bölmelerin iç vezikülleri olarak ortaya çıktığı iddiasıyla tutarlıdır. Eksozomların biyolojik işlevleri henüz netlik kazanmamıştır. Eksozomların başlangıçtaki rolü büyük olasılıkla parçalanmamış endosomal veya lizozomal proteinleri ve zarları ortadan kaldırmaktı. Ancak son bulgular, farklı hücre tiplerinde eksozomların T hücrelerinin uyarılması veya inaktivasyonu ya da antijenlerin dendritik hücrelere aktarılması gibi başka işlevlere sahip olabileceğini göstermektedir (Théry ve ark., 2002). Son zamanlarda, birçok çalışma eksozomları yeni terapötik uygulamalar tasarlamak ve tanısal değerlendirmelere ve patofizyolojik süreçlere katkı sağlamak amacıyla kullanmıştır. Hücre kökenine bağlı olarak çeşitli işlevler ve özellikler gösterirler. Bu makale, eksozom biyogenezisi, izolasyon yöntemleri ve terapötik araç olarak uygulamaları, ticarileştirilmiş eksozom ürünleri, klinik çalışmalar , faydalar ve eksozom bağımlı terapötiklerin ilerlemesinde karşılaşılan zorluklar da mevcuttrur (Lakshmi Kavya ve ark., 2021). Ekstraselüler Vezikül Çalışmaları İçin Minimum Bilgi (MISEV)'in ilk baskısının 2014'te yayınlanmasının onuncu yılında, EV'lerin deneysel tasarımı için gereklilikleri açıklığa kavuşturmak, tekrarlanabilir deneysel sonuçların önemini vurgulamak ve deneysel bilgilerin açıklığını teşvik etmek amacıyla 2024'te MISEV2023 bildirildi. MISEV'in yayınlanması, EV alanındaki araştırmaların kalitesine önemli ölçüde katkıda bulunarak daha güvenilir bir araştırma ortamı yarattı. Bununla birlikte, MISEV'in önemli rolüne rağmen, EV araştırmacılarının EV araştırmalarının değişen doğası ve zorluklarını karşılamak için kılavuzların yaygın olarak uygulanması için çaba göstermeye devam etmeleri gerekmektedir. EV araştırmalarının evrimi ve aldığı ilgi, MISEV'in yazımına katılan kişi sayısıyla birlikte zaman içinde katlanarak artmıştır (Zhang ve ark,. 2024).

Avantajlar ve Potansiyelleri değerlendirildiğinde; Eksozomların depolamaya uygunluğu yüksektir, kullanımı kolaydır ve asla bağışıklık reddi başlatmaz. Kök hücre kaynaklı ekzosomlar, farklılaşma, anjiyogenez ve hücrenin hayatta kalması gibi süreçleri desteklemek için mikroRNA'nın yanı sıra büyüme faktörleri de sunar. Ekzosomlar, inflamatuar yanıtı önleyerek enfarktüs (sonrası) mikro ortamı oluşturabilir. Miyokard enfarktüsü mağdurları sıklıkla anında müdahale isterler; bu da hücreye bağımlı tedaviyle ilişkili bir sorundur çünkü bu tedavi biraz zaman alır (Lakshmi Kavya ve ark., 2021).

4.2. Gelecek Perspektifi

Son yıllarda, hücresel engelleri aşabilen ve terapötik yükleri tümör hücrelerine verimli bir şekilde aktarabilen ilaç salım araçlarına acil ihtiyaç vardır. Tüm hücrelerden doğal olarak salınan küçük hücre dışı veziküller sınıfı olan eksozomlar, hücre içi iletişim ve biyouyumluluktaki doğal rolleri nedeniyle uygun bir salım aracı olarak kullanılmıştır. Bu derlemede, eksozom biyogenezisi, içerikleri, izolasyon biçimleri ve doğal işlevleri hakkındaki bilgiler tartışılmakta ve ayrıca farklı yükleme yaklaşımları da dahil olmak üzere terapötik yüklerin kapsüllenmesi için çeşitli başarılı metodolojilerle tamamlanmaktadır (Ferreira ve ark., 2022). Hücrelerden türetilen, doğal olarak oluşan çeşitli bir vezikül ailesi olan küçük hücre dışı veziküller (EV'ler), sentetik taşıyıcılara göre avantajlar sunmaktadır. EV'ler arasında eksozomlar, minimum toksisite, yüksek biyouyumluluk ve düşük immünojenisite ile hücreler arası iletişimi kolaylaştırmaktadır. Yüzey molekülleri aracılığıyla sağlanan dokuya özgü hedefleme yetenekleri, biyomoleküllerin kanser hücrelerine hassas bir şekilde taşınmasını sağlar. Burada, kanser aşıları da dahil olmak üzere yenilikçi terapötik ajanlar olarak eksozomların potansiyelini ve klinik tanı için biyobelirteç olarak klinik önemlerini araştırıyoruz. Nükleik asitler ve ilaçlar da dahil olmak üzere, onları hedefli kanser tedavisi ve hastalık takibi için kontrast ajanlar için iyi bir iletim sistemi haline getiren kargo olanaklarını vurgulanmaktadır (Araujo-Abad ve ark., 2025).

SONUÇ

Eksozomlar, biyouyumlu, hedefe yönelik ve immünojenitesi düşük doğal taşıyıcılar olarak modern tıpta devrimsel potansiyel taşımaktadır. Ancak bu potansiyelin klinik uygulamaya dönüşebilmesi için üretim, güvenlik ve etkinlik konularında uluslararası standartlara uygun protokollerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ekzosomlar, klinik çalışmalarda birçok hastalığın tedavisi için umut vadeden platformlardır. Bu heyecan verici alan hızla gelişmektedir; ancak ekzosomların gözlemlenen çeşitli rollerini yönlendiren temel mekanizmaların anlaşılması henüz tamamlanmamış olup, bu küçük veziküllerle çalışmada daha fazla disiplinlerarası araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Araujo-Abad, S., Berna, J., Lloret-Lopez, E. *et al.* Exosomes: from basic research to clinical diagnostic and therapeutic applications in cancer. *Cell Oncol.* 48, 269–293 (2025). https://doi.org/10.1007/s13402-024-00990-2

Basu, J., et al. (2016). *Exosomes for Repair, Regeneration and Rejuvenation.* J Cell Physiol. 231(11):2235-2240.

Becker, A. et al. (2016). Extracellular vesicles in cancer: Cell-to-cell mediators of metastasis. *Cancer Cell*, 30(6), 836–848.

Colombo, M. et al. (2014). Biogenesis, secretion, and intercellular interactions of exosomes. *Annu Rev Cell Dev Biol*, 30, 255–289.

Ferreira D, Moreira JN, Rodrigues LR. New advances in exosome-based targeted drug delivery systems. Crit Rev Oncol Hematol. 2022 Apr;172:103628. doi: 10.1016/j.critrevonc.2022.103628. Epub 2022 Feb 18.

Han QF, Li WJ, Hu KS, Gao J, Zhai WL, Yang JH, Zhang SJ. Exosome biogenesis: machinery, regulation, and therapeutic implications in cancer. Mol Cancer. 2022 Nov 1;21(1):207.

Hanjani NA, Esmaelizad N, Zanganeh S, Gharavi AT, Heidarizadeh P, Radfar M, Omidi F, MacLoughlin R, Doroudian M. Emerging role of exosomes as biomarkers in cancer treatment and diagnosis. Crit Rev Oncol Hematol. 2022 Jan;169:103565.

Hessvik, N. P., & Llorente, A. (2017). *Current knowledge on exosome biogenesis and release.* Cellular and Molecular Life Sciences, 75(2), 193–208.

Kalluri, R. (2016). The biology and function of exosomes in cancer. *J Clin Invest*, 126(4), 1208–1215.Kalluri, R., & LeBleu, V. S. (2020). The biology, function, and biomedical applications of exosomes. *Science*, 367(6478), eaau6977.

N V Lakshmi Kavya, A., Subramanian, S., & Ramakrishna, S. (2021). Therapeutic applications of exosomes in various diseases: A review. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 112579.

Raposo, G., & Stoorvogel, W. (2013). Extracellular vesicles: Exosomes, microvesicles, and friends. *J Cell Biol*, 200(4), 373–383.

Salehi M, Sharifi M. Exosomal miRNAs as novel cancer biomarkers: Challenges and opportunities. J Cell Physiol. 2018 Sep;233(9):6370-6380. doi: 10.1002/jcp.26481. Epub 2018 Mar 25. PMID: 29323722.

Shen M, Chen T. Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes and Their Potential Agents in Hematological Diseases. Oxid Med Cell Longev. 2021 Sep 28;2021:4539453. doi: 10.1155/2021/4539453. Retraction in: Oxid Med Cell Longev. 2024 Jan 9;2024:9869257. doi: 10.1155/2024/9869257.

Skotland T, Hessvik NP, Sandvig K, Llorente A. Exosomal lipid composition and the role of ether lipids and phosphoinositides in exosome biology. J Lipid Res. 2019 Jan;60(1):9-18. doi: 10.1194/jlr.R084343. Epub 2018 Aug 3. PMID: 30076207; PMCID: PMC6314266.

Sproviero, D. et al. (2021). Pathological proteins transported by extracellular vesicles in ALS. *Front Neurosci*, 15, 626620.

Théry, C. et al. (2018). Minimal information for studies of extracellular vesicles (MISEV2018). *J Extracell Vesicles*, 7(1), 1535750.

Tkach M, Théry C. Communication by Extracellular Vesicles: Where We Are and Where We Need to Go. Cell. 2016 Mar 10;164(6):1226-1232. doi: 10.1016/j.cell.2016.01.043. PMID: 26967288.

Valadi, H., Ekström, K., Bossios, A., Sjöstrand, M., Lee, J. J., & Lötvall, J. O. (2007). *Exosome-mediated transfer of mRNAs and microRNAs is a novel mechanism of genetic exchange between cells.* Nature Cell Biology, 9(6), 654–659.

Yáñez-Mó, M. et al. (2015). Biological properties of extracellular vesicles and their physiological functions. *J Extracell Vesicles*, 4(1), 27066.

Zhang Y, Lan M, Chen Y. Minimal Information for Studies of Extracellular Vesicles (MISEV): Ten-Year Evolution (2014-2023). Pharmaceutics. 2024 Oct 29;16(11):1394. doi: 10.3390/pharmaceutics16111394. PMID: 39598518; PMCID: PMC11597804.

https://doi.org/10.71284/asc.2025217

DİJİTAL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA ZOOM YORGUNLUĞU: PSİKOSOSYAL ETKİLER VE ÖNLEMLER

ZOOM FATıGUE ıN DıGıTAL WORK ENVıRONMENTS: PSYCHOSOCıAL EFFECTS AND PREVENTıVE MEASURES

Esra Akay[1]

Özet

Dijital dönüşüm, iş yaşamının dinamiklerini kökten değiştiren bir süreç olarak örgütlerin yapısal, kültürel ve iletişimsel pratiklerini yeniden biçimlendirmektedir. COVID-19 pandemisiyle birlikte hız kazanan bu dönüşüm, uzaktan çalışma modellerinin yaygınlaşmasıyla yeni bir iş düzenini de beraberinde getirmiştir. Zoom, Microsoft Teams ve Google Meet gibi video konferans araçları, mekân ve zaman kısıtlarını ortadan kaldırarak örgüt iletişiminin temel bileşenleri haline gelmiş; aynı zamanda çalışma biçimlerinde kalıcı değişimlere yol açmıştır. Örgütsel iletişim dijital iletişim adı verilen iş ortamlarını değiştiren, teknolojik araçlar aracılığıyla bilginin üretilmesi, aktarılması ve paylaşılması süreçlerini kapsayan, zaman ve mekân sınırlılıklarını ortadan kaldıran bir iletişim biçimine dönüşmüştür. Dijital iletişim dijital ortamlara taşınan iş düzeninin dijital araçlarla çerçevelenmiş yeni etkileşim türü olarak ortaya çıkmıştır. Dijital iletişim araçlarının kullanım kolaylığı ve hız sağlayan yapısı, bir taraftan iş süreçlerinde verimlilik ve üretkenliği artırmış, diğer taraftan uzaktan çalışma pratiklerinin ve uluslararası düzeyde iş birliği kültürünün gelişmesine katkı sağlamıştır. Ancak bu yeni iletişim biçimlerinin yaygınlaşması, tüm avantajlarına rağmen hem bireysel iletişim alışkanlıklarında hem de örgütsel etkileşim süreçlerinde çeşitli riskleri ve sorun alanlarını da beraberinde getirmiştir. Söz konusu risk ve sorun alanlarından birini ise, dijital araçların yoğun kullanımı ile ortaya çıkan, "Zoom yorgunluğu" olarak kavramsallaştırılan yeni bir psikososyal olgu oluşturmaktadır. Alan yazında dijital iletişim araçlarının aşırı kullanımına bağlı zihinsel ve fiziksel tükenmişlik biçimi olarak ele alınan bu durum, çalışanların bilişsel yükünü artırmakta, dikkat, motivasyon ve performans üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Özellikle uzun süreli video görüşmelerinde artan öz-farkındalık, sürekli göz teması, sınırlı fiziksel hareketlilik ve sözsüz ipuçlarının eksikliği yorgunluğun temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, dijitalleşme süreciyle birlikte iş yaşamında görünür hale gelen Zoom yorgunluğu olgusu, örgütlerde çalışanın bilişsel, psikolojik ve fiziki durumları üzerindeki etkileri ekseninde ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zoom yorgunluğu, bilişsel yük, öz-farkındalık, kısıtlanmış fiziksel hareketlilik

[1]Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, esra.akay@yobu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8343-3490

Abstract

Digital transformation has been reshaping the structural, cultural, and communicative practices of organizations by fundamentally altering the dynamics of working life. Accelerated by the COVID-19 pandemic, this transformation has introduced a new work order through the widespread adoption of remote working models. Video conferencing tools such as Zoom, Microsoft Teams, and Google Meet have become essential components of organizational communication by eliminating spatial and temporal constraints, while simultaneously leading to permanent changes in work practices. Organizational communication has evolved into a form of *digital communication*, which refers to a communication structure that transforms work environments and encompasses the processes of producing, transmitting, and sharing information through technological tools, thereby removing limitations of time and place. Digital communication has emerged as a new type of interaction framed by digital tools within work arrangements that have shifted to online environments. Although the functional and fast nature of digital communication tools enhances efficiency and productivity on one hand, and promotes remote work practices and global collaboration on the other, the widespread adoption of these tools has also brought various risks and challenges for both individual communication habits and organizational interaction processes. Among these risks, a prominent psychosocial phenomenon conceptualized as "Zoom fatigue" has emerged due to the intensive use of digital tools. In the literature, this condition is described as a form of mental and physical exhaustion associated with the excessive use of digital communication tools, increasing employees' cognitive load and negatively affecting attention, motivation, and performance. Increased self-awareness during prolonged video meetings, constant eye contact, limited physical mobility, and the lack of nonverbal cues are identified as key determinants of this fatigue. In this study, the phenomenon of Zoom fatigue, which has become visible in the workplace with the digitalization process, is examined on the axis of its effects on employees' cognitive, psychological, and physical conditions within organizations."

Keywords: Zoom fatigue, cognitive load, self-awareness, restricted physical mobility

GİRİŞ

Yeniçağın iletişim teknolojisinde yaşanan çığır açan gelişmeler ve covid 19 pandemi süreci ile uzaktan çalışmanın önemli bir eğilim haline gelmesiyle birlikte Zoom, Microsoft Teams ve Google Meet gibi video konferans araçlarının kullanımı eğitimden iş yaşantımıza kadar günlük hayatımızın hemen hemen tüm alanlarına nüfuz etmiştir. Yeni dijital platformlar, örgütlerin faaliyetlerini zaman ve yer kısıtlaması olmadan sürdürmelerine olanak tanıyan ve coğrafi sınırlar dışına dağıtılmış ekip üyeleri arasındaki etkileşimi kolaylaştıran özellikleri sayesinde örgütsel iletişim için hızla temel araçlar haline gelmiştir. Bu dijital platformların örgütsel faaliyetlerin sürdürülmesinde en sık olarak kullanılanı şüphesiz ki video konferanslardır. Video konferans araçlarının iletişimsel avantajlarından biri, yüz yüze etkileşimleri bir dereceye kadar kopyalayabilmeleri ve böylece bir ekip içindeki sosyal bağlantıları güçlendirmeleridir

Etkili iletişimin ayrılmaz bir parçası olan yüz ifadeleri ve beden dili gibi görsel ipuçlarının, görüntülü görüşmeler sırasında gözlemlenebilir oluşu iletişimin netliğini ve zenginliğini artırmaktadır. Ayrıca bu tür video konferans uygulamaları çalışanların iş yerinde fiziksel olarak bulunmadan iş yerinde etkileşimlere katılmalarını sağlayarak iletişim ve iş birliğinin aynı yerde ve aynı anda olmaları gereken çalışanlar yerine uzaktan gerçekleşmesine izin vermektedir (Benson vd.2002, s.389).

Avantajlarına rağmen, video konferans araçlarının kullanımı benzersiz zorlukları da beraberinde getirmektedir. "Zoom yorgunluğu" kavramı veya aşırı video görüşmeleriyle ilişkili tükenmişlik, bu araçların uzun süreli kullanımının önemli bir dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanal yorgunluk olarak da bilinen zoom yorgunluğu, sanal iletişim araçlarının, özellikle de zoom gibi video konferans uygulamalarının uzun süreli

kullanımıyla ilişkili ortaya çıkan zihinsel tükenme biçimi olarak ifade edilmektedir. Zoom yorgunluğu kavramı, uzaktan çalışmaya doğru küresel bir geçişin yaşandığı ve bunun sonucunda hem profesyonel hem de kişisel iletişim için dijital platformların kullanımında dramatik bir artışın görüldüğü COVID-19 salgını sırasında ortaya çıkmıştır. Zoom (Video) toplantıların aşırı kullanımıyla ilişkili 'yorgunluk', 'bitkinlik' ve 'tükenmişlik' terimlerinin, pandemi öncesi dönemde video konferans ile ilgili yapılmış önemli bilimsel araştırmalarda (Finn vd., 1997; Galegher vd., 1990) yer almadığı görülmektedir. Şüphesiz ki bu durum, video toplantıların aşırı kullanımının hele ki zorunlu evden çalışma ile küresel bir geçişin büyük bir hızla gerçekleşmesinin o dönemde pek olası görülmemesinden kaynaklanmaktadır.

Video görüşmelerin bir kişiyi yüz yüze toplantılara göre neden bu kadar çok yorduğunun cevabı ise belki de teknolojinin yüzyıllar boyunca insanların hayatta kalmasına yardımcı olmak için ince ayar yapılmış karmaşık insan iletişim yöntemlerimizi bozabilmesidir. Zira teknolojik araçlar vasıtasıyla sürdürülen iletişim veya yaygın kullanımıyla dijital iletişim, sürece anlık görüntü ekleyerek yüz yüze iletişimi taklit edebilse de onun doğasındaki etkileşime dayalı olma, sözsel ifadelerin algı ve yorumlamasına dayalı özgün yönünü gerçekleştirmekte sınırlı kalmaktadır.

1.KAVRAMSAL ÇERÇEVE: ZOOM YORGUNLUĞU

Günümüz örgütlerinin toplantı zamanı ve yerine ilişkin kısıtlamalardan kaçınmak için video konferans sistemleri gibi bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak uzaktan çalışmalarına yönelik artan talepleri söz konusudur. Yüz yüze toplantılar genellikle diğer iletişim biçimlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Zira yüz yüze toplantılarda karşılıklı anlayışı destekleyecek birçok iletişim yolu (sözlü dil ve sözsüz ipuçları) mevcuttur. Dijitalleşmenin ilerlemesi ve küresel salgın sırasında kişisel teması azaltma ihtiyacı nedeniyle, birçok yüz yüze iş toplantısı video konferanslara kaydırılmış, salgın sonrasında ise iş yaşamında örgütsel faaliyetlerin yürütüldüğü güçlü bir kanal haline gelmiştir. Dijital teknolojiler Çalışanların iş yerinde fiziksel olarak bulunmadan örgütsel faaliyetlere katılmalarını sağlayarak iletişim ve iş birliğinin uzaktan gerçekleşmesine izin vermesi ve yüz yüze iletişimi anlık görüntü seçeneği sağlaması ile bir nebzeye kadar taklit edebilmesi nedeniyle iş yaşamında en yoğun kullanılan araçlar haline dönüşmüştür. Zoom, Microsoft Teams ve Google Meet gibi video konferans araçlarının kullanımı eğitimden iş yaşantımıza kadar günlük hayatımızın hemen hemen tüm alanlarına çok sık kullanılır hale gelmiştir. Bu araçların yoğun kullanımı, yarattığı pratik avantajlar yanında kullanıcılarını zorlayan, sosyal psikolojik fizyolojik olarak olumsuz etkileyen pek çok faktörü de beraberinde getirmiştir."Zoom yorgunluğu" kavramı veya aşırı video görüşmeleriyle ilişkili tükenmişlik, video konferans araçlarının uzun süreli kullanımının önemli bir dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, dijital araçların sunduğu kolaylığın aynı zamanda yeni bir tükenmişlik biçimine zemin hazırlayarak Zoom yorgunluğunun çelişkili doğasını belirginleştirdiğini göstermektedir.

Dijital yorgunluk olarak da bilinen Zoom yorgunluğu, en genel ifade şekliyle sanal iletişim araçlarının, özellikle de Zoom gibi video konferans uygulamalarının uzun süreli kullanımıyla ilişkili ortaya çıkan zihinsel tükenme biçimidir. Wiederhold (2020, s.437) Zoom yorgunluğu kavramını video konferans platformlarının aşırı kullanımından kaynaklanan yorgunluk, kaygı veya endişe olarak ifade etmiştir. Benzer bir şekilde Ebner ve Greenberg (2020, s.537) Zoom yorgunluğu kavramını "video konferansa uzun süre harcamaktan kaynaklanan fiziksel ve zihinsel yorgunluk" olarak tanımlamıştır. Anderson ve Looi (2020, s.669) Zoom yorgunluğunun görüntülü toplantı aracılığıyla oluşan sinsi ve zayıflatıcı bozukluk olduğunu ifade ederek, travma veya stresle ilişkili bir bozukluk kategorisi altında sınıflandırılabileceğini belirtmiştir. Abdelrahman (2021, s.85-86) zoom yorgunluğunu, video konferans teknolojisiyle ilişkilendirilen tüm semptomlar için kısaltma olarak kullanmakta ve bireyi zihinsel ve fiziksel olarak tükenmiş hissettiren 'yıpratıcı bir çaba olarak tanımlamaktadır. Zoom yorgunluğu semptomlarını ise baş ağrıları ve migrenler, bulanık ve çift görme, göz tahrişi ve ağrısı, odaklanma eksikliği ve genel tükenmişlik olarak sıraladığı görülmektedir. Fauville vd. ise (2021, s.2) Zoom yorgunluğunu video konferans görüşmelerine katılmaktan kaynaklanan yorgunluk hissi olarak ifade ederek; video konferans süresinin, fiziksel hareketlilik eksikliğinin, artan bilişsel yükün

ve duygusal tükenmenin Zoom yorgunluğunun önemli belirleyicileri olduğunu ortaya koymuşlardır.

2. ZOOM YORGUNLUĞU VE ÇALIŞANLAR ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ

Zoom yorgunluğunun etkileri, bireylerin bilişler sistemleri, psikolojik ve fiziksel iyi oluşlarında ortaya çıkan doğrudan sonuçlarla birlikte; aynı zamanda örgütlerde iş süreçlerinin niteliğini, toplantı pratiklerini, ekip içi ilişkileri ve çalışanların iş–yaşam dengesi algılarını da kapsamaktadır. Bu bağlamda, Zoom yorgunluğunun etkilerini çalışanlar düzeyin de sistematik biçimde ele almak, bir yandan örgütsel bir yandan da çalışanlara yönelik önleyici müdahale stratejileri geliştirebilmek açısından önemli bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1. Bilişsel Etki

Zoom yorgunluğu, bireylerin bilişsel süreçlerini psikolojik iyi oluş düzeylerini ve fiziksel sağlıklarını etkileyen kapsamlı bir tükenmişlik biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tükenmişlik formunun ilk ve en belirgin etkisi bireyin bilişsel sistemlerinde ortaya çıkabilmekte; özellikle dikkat sürdürülebilirliği, zihinsel işlemleme kapasitesi ve çoklu uyaranları takip etme becerisi üzerinde yoğun bir baskı yaratabilmektedir. Alan yazında görüntülü görüşmelerin çok kanallı iletişim yapısı nedeniyle sürekli ve yoğun bir dikkat gerektirdiği, bu durumun ise bilişsel yükü önemli ölçüde artırdığı ifade edilmektedir (Spataro, 2020; Wiederhold, 2020). Wiederhold (2020, s.437) ilgili çalışmasında insan iletişiminin, milisaniyelerle ölçülen hassas zamanlama, karşılıklılık ve senkronizasyon üzerine kurulu olduğunun altını çizerek, görüntülü görüşmelerin ise gerçek zamanlı gibi görünse de küçük gecikmeler içerdiğini, dolayısıyla bu milisaniyelik gecikmelerin bile beynin ek çaba harcamasına neden olduğunu ifade etmektedir. Wiederhold'a göre (2020, s.437) senkronizasyonu yeniden sağlamaya çalışan beyin, daha fazla enerji tüketmekte, bu durum ise fark edilmeyen fakat önemli bir zihinsel performans yükü yaratmaktadır. Video toplantılarında sözsüz ipuçlarının sınırlı olması, jest ve mimiklerin ekranda daha zor çözümlenmesi ve konuşmacının yüz ifadelerini anlamlandırmak için gereken ek zihinsel çaba, yüz yüze iletişime kıyasla çok daha yoğun bir bilişsel performans gerektirmektedir. Webb'e göre (2021, s.182) video toplantılarında yalnızca bireylerin birbirinin yüzünü görebilmesi nedeniyle, katılımcı birey tartışmaya katıldığını göstermek amacıyla yüz ifadelerini abartarak daha fazla mimik kullanmakta, bu durumun ise fazladan enerji gerektirmesi nedeniyle bilişsel yükü artırmaktadır. Benzer bir şekilde Abdelrahman (2021, s.85–86) çok kişili video toplantılarının, tanıdık olmayan çok sayıda uyaran nedeniyle aşırı zihinsel konsantrasyon gerektirdiği; yüz yüze iletişime kıyasla daha zor çözümlenen sözsüz ipuçlarının beyni yorduğu; yakın mesafeden sürekli gözlemlemenin ise beynin savaş–kaç mekanizmasını tetikleyerek aşırı anksiyete yarattığını belirtilmektedir. Süreç uzun süre devam ettiğinde ise bu tetikte olma hali yoğun yorgunluğa dönüşmektedir. Bailenson 'a göre (2020:3), zoom'da, bilişsel yükün bir kaynağı da ekstra ipucu göndermekle ilgilidir. Kullanıcılar, kameranın görüş alanında kendini ortalamak, anlaşma sinyali vermek için birkaç saniye fazladan abartılı bir şekilde baş sallamak veya konuşurken doğrudan göz teması kurmaya çalışmak için doğrudan kameraya bakmak gibi sözel olmayan davranışları bilinçli olarak izlemek ve diğerlerine kasıtlı olarak oluşturulan söz konusu ipuçlarını göndermek zorunda kalmaktadır. Bailenson 'a göre (2020) davranışların bu şekilde sürekli olarak izlenmesi ve seslendirme şeklinin bile çaba gerektiren bir hal alarak yük oluşturması ise yorgunluğu artırmaktadır.

2.2.Sosyo-Psikolojik Etki

Zoom yorgunluğunun önemli bireysel etkilerinden bir diğeri sosyo psikolojik etkiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanda önemli bir unsur bireyde ortaya çıkan artan öz değerlendirme farkındalığına bağlı oluşan kaygı durumudur. Bireyin kendine videolu görüşme sırasında sürekli bakmasından kaynaklanan artan öz-değerlendirme farkındalığı kaygı ve strese neden olabilmektedir. Söz konusu durumu ayna kaygısı olarak isimlendiren Bailenson 'a göre (2020, s.3), zomm (video) görüşmesi yapan katılımcıların kendi gerçek zamanlı görüntülerini gördüklerinde, kendini sunma yönü, görünüşü ve davranışları hakkında aşırı farkındalığa sahip olmaktadır.Bu durum ise kaygı gibi önemli olumsuz psikolojik etkileri ortaya çıkarabilmektedir. Tomita ve Kumano (2023, s.1) öz-odaklanmış dikkati, dikkatin düşünceler, benlik

imgeleri ve bedensel duyumlar gibi olumsuz içsel ipuçlarına yöneldiği bir durum şeklinde ifade ederek, öz odaklı dikkat ve başkalarına odaklı dikkatin kaygının temel faktörleri olduğunu belirtmektedir. Bu noktada kaygı düzeyi yüksek bireylerde zoom görüşmesinin artırdığı aşırı farkındalık daha fazla oluşarak kaygıya bağlı aksiyete, stres ve yorgunluk gibi olumsuz durumlara daha fazla neden olabilecektir. Bir video konferansta sunulan video verileri güçlü bir kendine odaklanmanın gelişimini destekliyorsa, örneğin, bireyler kendilerini ekranın ortasında büyük bir resimde görürler, böylece kendi resmi görüş odağında olur), ruhsal kaygı ve beraberindeki olumsuz ruhsal etkiler daha da artabilecektir (Wegge,2006, s.280). Zoom yorgunluğun yüksek miktarda video konferans kullanımıyla ve sözel olmayan mekanizmalarla ilişkili olduğunu belirten Fauville vd. (2021), kadınların erkeklerden daha fazla yorgun olacağını ve ayna kaygısının cinsiyet farkına aracılık ettiğini ifade etmişlerdir. Fauville vd. (2021, s.3) ilgili çalışmalarında, kadınların zoom yorgunluğunu erkeklere göre daha yüksek seviyelerde yaşamalarının temel nedenlerini sosyal beklentiler, toplumsal cinsiyet rolleri ve nonverbal iletişimdeki farklılıklar olarak işaret etmişlerdir. Kişinin sürekli kendini görmesi dikkat dağıtıcı olmasının yanısıra, benlik odaklı dikkati artırarak görünüş memnuniyetsizliğini ve stresi yükseltebilmektedir.

2.3.Fiziksel Etki

Zoom yorgunluğunun alan yazında en istikrarlı biçimde elde edilen bireysel etki bulgusu, kullanıcıların kendilerini fiziksel olarak "sıkışmış", "kadraj içine hapsedilmiş" ya da "hareket alanı kısıtlanmış" hissetmesinin yorgunluk düzeyini anlamlı biçimde artırması oluşturmaktadır. Yüz yüze görüşmeler sırasında insanlar hareket eder. Adım atmak, ayağa kalkmak, not defterine karalamalar yapmak, tahtayı kullanmak için kalkmak gibi hareketleri herhangi bir fiziki kısıtlama olmaksızın yapabilirler. Hareket ve diğer hareketlerin toplantılarda daha iyi performansa neden olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır. Örneğin, yürüyen insanlar, kapalı mekânlarda bile, oturan insanlara göre daha yaratıcı fikirler üretmektedir (Oppezzo ve Schwartz, 2014). Bilenson (2020, ss.4-5) dinlemeyi ve konuşmayı bozmayacak küçük aktivitelerin zoom görüşmelerinde ekran karşısında kalmanın yaratacağı kısıtlama nedeniyle mümkün olmamasının kişinin engellenmiş hissetmesine neden olacağını ifade etmektedir. Söz konusu engellenmişlik ve maruz kalma durumu ise stres ve yorgunluğun ortaya çıkmasına neden olan etkiler yaratabilmektedir.

Queiroz vd. (2023) ise güncel çalışmalarında zoom görüşmelerinin yalnızca zihinsel performans üzerinde değil, sosyal bağlantı, etkileşim kalitesi ve genel yaşam doyumu üzerinde de etkiler yarattığını vurgulamaktadır. Ayrıca görüntülü görüşmelerin artan sıklığının, bireylerin uzun görüşmeler sonrasında sosyal becerilerini daha düşük algılamasına ve etkileşimlerde daha az yetkin hissetmesine yol açtığını belirten Queiroz vd. göre (2023, s.10-12) video-konferansların sunduğu yoğun görsel-işitsel uyarıların teorik olarak sosyal bağı güçlendirme potansiyeline sahip olsa da, bu uyarılara aşırı ve uzun süreli maruziyet söz konusu olduğunda bireylerin sosyal deneyimlerini zayıflatarak hem ilişkisel iyi oluşu hem de yaşam doyumunu olumsuz yönde etkilediğinin altını çizmektedir. Zoom yorgunluğunun özellikle motivasyonel ve sosyal bileşenleri, bireylerin toplantı sonrasında diğer insanlarla etkileşime girmek için gereken enerjiyi azaltmakta ve bu durum genel yaşam doyumunun yanı sıra iş yaşamına ilişkin memnuniyeti de düşürebilmektedir

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dijital dönüşümün hız kazandığı ve örgütsel iletişim süreçlerinin büyük ölçüde çevrimiçi platformlara taşındığı günümüzde, video-konferans teknolojilerinin giderek yaygınlaşması iş yaşamında yeni fırsatlarla birlikte önemli riskler de doğurmuştur. Özellikle COVID-19 pandemisiyle birlikte çalışma hayatının temel bileşenlerine dönüşen Zoom, Microsoft Teams ve Google Meet gibi araçların aşırı ve yoğun kullanımı, literatürde "Zoom yorgunluğu" olarak kavramsallaştırılan çok boyutlu bir tükenmişlik biçimini görünür kılmıştır. "Zoom yorgunluğu", yalnızca bireysel deneyimlerde ortaya çıkan geçici bir rahatsızlık olmaktan öte, bilişsel işlemleme kapasitesini zorlayan, psikososyal iyi oluşu zayıflatan ve fiziksel hareket alanını sınırlayarak çalışanın bütünsel performansını etkileyen yapısal bir sorun alanına dönüşmüştür. Bu çalışma boyunca alan yazın destekli biçimde ele alınan bulgular, dijital iletişim araçlarının avantajlarına rağmen,

örgütlerde sürdürülebilir çalışma kültürü açısından önemli maliyetler ürettiğini açık biçimde göstermektedir.

Öncelikle bilişsel düzeyde, video-konferansların çok kanallı iletişim yükü nedeniyle çalışanların sürekli ve kesintisiz bir dikkat göstermesini zorunlu kıldığı görülmektedir. Görüntü gecikmeleri, senkronizasyon bozuklukları, sınırlı sözsüz ipuçları ve dijital ortamda jest-mimik çözümlemesinin zorluğu, beyni yüz yüze toplantılardan çok daha fazla enerji harcamaya zorlamaktadır. Bu durum Wiederhold (2020), Webb (2021) ve Bailenson (2020) gibi çalışmalarda da ortaya konulduğu üzere, bilişsel yükün aşırı artmasına ve kişinin dikkat sürdürülebilirliğinin bozulmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla Zoom yorgunluğu, yalnızca teknolojik bir kullanım sonucunda ortaya çıkan isteğe bağlı bir rahatsızlık değil, dijital iletişimin doğası gereği çalışanı zihinsel bir aşırı-uyarılma durumuna sokan yapısal bir bilişsel baskıdır.

Psikolojik açıdan ele alındığında ise, öz-görüntüye sürekli maruz kalma, bireyin benlik odağını artırarak, ayna kaygısı, sosyal değerlendirilme baskısı, performans kaygısı ve görünüş temelli stres gibi yoğun duygusal yüklenmeleri tetiklemektedir. Fauville vd. (2021, 2023) bulguları, özellikle kadın çalışanların toplumsal cinsiyet normlarının etkisiyle bu baskıyı daha yoğun hissettiğini göstermektedir. Dijital ortamda sürekli olarak kendini gözlemleme zorunluluğu, kişinin etkileşimden aldığı tatmini azaltmakta, sosyal yetkinlik algısını zayıflatmakta ve toplantıların duygusal anlamda daha yorucu olmasına yol açmaktadır. Bu psikolojik aşırı yüklenme aynı zamanda, kişinin toplantı sonrasında diğer sosyal etkileşimlere yönelik motivasyonunu düşürmekte ve ilişkisel iyilik halini olumsuz etkilemektedir.

Fiziksel boyutta ise hareket alanının kısıtlanması, kamera açısında sabit kalma zorunluluğu, uzun süreli oturma, kesintisiz ekran teması ve yakın mesafe göz odağı gibi unsurlar çalışanı fizyolojik olarak zorlamaktadır. Bilhassa "kadraj içinde kalma" zorunluluğu, dijital yorgunluğun en istikrarlı belirleyicilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. İnsanların yüz yüze toplantılarda gerçekleştirebildikleri küçük fiziksel etkinliklerin video-konferanslarda mümkün olmaması, engellenmişlik hissi yaratarak stres ve yorgunluk düzeylerini artırmaktadır. Oppezzo ve Schwartz'ın (2014) yaratıcılık ve hareket ilişkisinden elde ettiği bulgular, fiziki kısıtlanmanın üretkenliği ve bilişsel esnekliği azalttığını desteklemektedir.

Zoom yorgunluğunun özellikle motivasyonel ve sosyal bileşenleri, bireylerin toplantı sonrasında diğer insanlarla etkileşime girmek için gereken enerjiyi azaltarak genel yaşam doyumunun yanı sıra iş yaşamına ilişkin memnuniyeti de düşürebilmektedir. Bu nedenle Zoom yorgunluğu sadece çalışanlar için değil örgütsel verimlilik ve sürdürülebilirlik için de oldukça önemli dijital dönüşüm çıktısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda örgütler için kritik olan, Zoom yorgunluğunu kaçınılması gereken bir dijital yan etki olarak görmek yerine, önceden öngörülebilir ve yönetilebilir bir psikososyal risk alanı olarak değerlendirerek stratejik çözümler geliştirmek öncelikli bir durumdur. Bu doğrultuda Zoom yorgunluğunu azaltabilmek için öncelikle toplantı tasarımlarının yeniden ele alınması gerekmektedir. Araştırmalar, uzun süreli ve birbirini takip eden video-konferansların bilişsel tükenmeyi artırdığını, kısa ve net hedefleri olan toplantıların ise dikkat sürdürülebilirliğini desteklediğini göstermektedir. Bu bağlamda çalışanların bir araya geldiği çevrimiçi oturumların daha küçük gruplar hâlinde, daha kısa fakat daha sık etkileşim biçiminde yapılandırılması, katılımcıların hem etkileşim kalitesini hem de sosyal bağlılık hissini artırmaktadır. Ayrıca kameranın zorunlu tutulmadığı hibrit katılım modelleri, öz-görüntüye maruz kalma süresini azaltarak psikolojik baskıyı hafifletmektedir. Tüm bunlarla birlikte toplantıların üst üste planlanmasının önüne geçilmesi ve zorunlu mola aralıklarının tanımlanması, çalışanların zihinsel ve fiziksel toparlanma kapasitesini artıran kritik bir müdahale niteliğindedir.

Zoom yorgunluğunu yönetebilmenin ikinci önemli boyutu bireysel çalışma pratiklerinin desteklenmesidir. Çalışanların öz-görüntülerini kapatma hakkının açık biçimde teşvik edilmesi, "ayna kaygısı", benlik odaklı dikkat ve performans baskısı gibi psikolojik etkileri azaltarak toplantı deneyimini iyileştirmektedir. Bunun yanında not alma, ayağa kalkma, esneme gibi ekran dışı mikro aktivitelerin desteklenmesi hem fiziksel kısıtlılık hissini azaltmakta hem de zihinsel esnekliği artırmaktadır. Uzun süreli toplantılar sırasında planlanan "hareket araları", ergonomik yorgunluğu düşürmek ve zihinsel yenilenmeyi desteklemek açısından

önemlidir. Aynı zamanda çalışanların ergonomik çalışma düzenlerine erişimini kolaylaştırmak (uygun sandalye, masa yüksekliği, kamera pozisyonu vb.) fiziksel gerilimi azaltmaktadır. Dijital farkındalık, öz-regülasyon ve ekran süresi yönetimi gibi becerilerin geliştirilmesine yönelik eğitim ve atölye programlarının uygulanması ise çalışanların dijital yükü yönetme kapasitesini artırarak Zoom yorgunluğunu önleyici rol oynamaktadır.

Zoom yorgunluğunun yalnızca bireysel tercih ve davranışlardan ibaret olmadığı; aksine örgütsel uygulamalar, iş politikaları ve yönetsel yaklaşımlarla doğrudan ilişkili olduğu açıktır. Bu nedenle kurumların dijital iletişim kültürlerini yeniden tanımlamaları ve video-konferansların kullanımını gereklilik, amaç ve verimlilik ilkeleri doğrultusunda düzenlemeleri gerekmektedir. Video-konferansların ölçüsüz biçimde kullanılmasının önüne geçilmesi, her toplantının gerçekten gerekli olup olmadığının sorgulanması ve bazı etkileşimlerin e-posta, sesli mesaj veya asenkron platformlarla yürütülmesi gibi uygulamalar örgütsel ölçekli koruyucu stratejiler sunmaktadır. Yöneticilerin Zoom yorgunluğunu tanıma, önleme ve etkin toplantı tasarımı becerileri konusunda eğitilmesi, çalışanlara örnek olacak sağlıklı bir dijital iletişim kültürü oluşturulmasını sağlamak için önemlidir. Çalışan iyi oluşunu merkeze alan bütüncül iş tasarımları (daha az toplantı, daha fazla derin çalışma zamanı, esnek iletişim tercihleri vb.) örgütsel verimliliği korurken psikososyal yükü azaltmaktadır. Buna ek olarak, uzaktan ve hibrit çalışanların sosyal bağlılıklarını desteklemek amacıyla dönemsel yüz yüze buluşmaların ve ilişkisel etkileşim fırsatlarının artırılması, dijital yalıtımı azaltarak ekip uyumunu güçlendirici bir etki yaratabilmektedir.

KAYNAKÇA

Abdelrahman, M. (2022). The indefatigable worker: From factory floor to Zoom avatar. *Critical Sociology,* 48(1), 75–90. https://doi.org/10.1177/0896920521990739

Anderson, K., & Looi, J. C. L. (2020). Chronic Zoom syndrome: Emergence of an insidious and debilitating mental health disorder during COVID-19. *Australasian Psychiatry, 28*(6), 669–670. https://doi.org/10.1177/1039856220960380

Bailenson, J. N. (2020). Nonverbal overload: A theoretical argument for the causes of Zoom fatigue. Technology, Mind & Behavior, 2(1), 1–6.

Benson, A. D., Johnson, S. D., & Kuchinke, K. P. (2002). The Use of Technology in the Digital Workplace: A Framework for Human Resource Development. Advances in Developing Human Resources, 4(4), 392-404. https://doi.org/10.1177/152342202237518

Ebner, N., & Greenberg, E. E. (2020). Designing binge-worthy courses: Pandemic pleasures and COVID-19 consequences. *Negotiation Journal, 36*(4), 535–558.

Fauville, G., Luo, M., Queiroz, A. C. M., Bailenson, J. N., & Hancock, J. (2021). Nonverbal mechanisms predict Zoom fatigue and explain gender differences. *Technology, Mind & Behavior*, 2(1), 1–10.

Fauville, G., Queiroz, A. C. M., & Bailenson, J. N. (2023). Video-conferencing usage dynamics and non-verbal mechanisms exacerbate Zoom fatigue, particularly for women. *Computers in Human Behavior Reports, 10*, 100271. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100271

Finn, K. E., Sellen, A. J., & Wilbur, S. B. (1997). *Video-mediated communication*. Lawrence Erlbaum.

Galegher, J., Kraut, R. E., & Egido, C. (Eds.). (1990*). Intellectual teamwork: Social and technological foundations of cooperative work.* Lawrence Erlbaum Associates.

Oppezzo, M., & Schwartz, D. L. (2014). Give your ideas some legs: The positive effect of walking on creative thinking. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 40(4), 1142–1152. https://doi.org/10.1037/a0036577

Queiroz, A. C. M., Lee, A. Y., Luo, M., Fauville, G., Hancock, J. T., & Bailenson, J. N. (2023). Too tired to connect: Understanding the associations between video-conferencing, social connection and well-being through the lens of Zoom fatigue. *Computers in Human Behavior, 149*, 107968.

Tomita, Y., & Kumano, H. (2023). Self-focused attention and anxiety: Implications for digital communication. *Current Psychology*, 42(3), 1–12.

Wegge, J. (2006). Communication via videoconference: Emotional and cognitive consequences. *Small Group Research*, 37(3), 273–318.

Webb, M. (2021). Zoom fatigue and how to prevent it. *Journal of Registry Management*, 48(4), 181–182.

Wiederhold, B. K. (2020). Connecting through technology during the pandemic: The rise of Zoom fatigue. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(7), 437–438.

https://doi.org/10.71284/asc.2025218

HİSTOPATOLOJİK TANIDA YAPAY ZEKÂ: 21. YÜZYILIN YENİ ASİSTANI

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HISTOPATHOLOGICAL DIAGNOSIS: THE NEW ASSISTANT OF THE 21ST CENTURY

Leyla Bahar[1]

Özet

Yüzyılımızda, tıpta dijital dönüşümün en belirgin biçimde hissedildiği dönemlerden biridir. Özellikle histopatoloji alanında yapay zeka (YZ) ve dijital görüntüleme teknolojilerinin birleşimi, tanı süreçlerinde yeni bir çağ başlatmıştır. Dijital patoloji sistemleri, klasik mikroskop temelli incelemelerin ötesine geçerek, yüksek çözünürlüklü tarayıcılar ve bulut tabanlı analiz platformları aracılığıyla büyük hacimli verilerin depolanmasını, paylaşılmasını ve incelenmesini mümkün kılmaktadır. Yapay zekâ algoritmaları özellikle derin öğrenme ve konvolüsyonel sinir ağları (CNN) hücre morfolojisi, doku mimarisi ve tümör mikroçevresi gibi karmaşık histolojik özellikleri otomatik olarak tanımlayabilmekte, tanı süresini kısaltmakta ve insan hatasını minimize etmektedir. Bu teknolojiler; meme, akciğer, prostat, beyin ve kolon kanserleri gibi pek çok malignitede yüksek doğruluk oranları ile sonuç vermektedir. Ayrıca, YZ destekli karar sistemleri; prognostik belirteçlerin analizi, tümör derecelendirmesi, mitotik indeks ölçümü ve lenf nodu metastaz tespiti gibi görevlerde patologlara önemli katkılar sağlamaktadır. Bununla birlikte, algoritmaların eğitimi için gerekli büyük etiketli veri setlerinin oluşturulması, etik ve yasal düzenlemeler, standardizasyon eksikliği ve klinik entegrasyon süreçleri halen önemli zorluklar arasındadır. Sonuç olarak, yapay zekâ, histopatolojik tanıda insan uzmanlığının yerini almak yerine onu tamamlayan, hız, doğruluk ve tutarlılık kazandıran "21. yüzyılın yeni asistanı" olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Histopatoloji, yapay zeka, diital dönüşüm, görüntüleme teknikleri

Abstract

The 21st century marks an era in which digital transformation has profoundly reshaped medical diagnostics. In histopathology, the integration of artificial intelligence (AI) with digital imaging technologies has introduced a revolutionary shift in diagnostic workflows. Digital pathology platforms enable the storage, sharing, and analysis of large-scale, high-resolution histological images through whole-slide scanners and cloud-based systems. AI algorithms—particularly deep learning and convolutional neural networks (CNNs)—can automatically identify complex histological patterns such as cellular morphology, tissue architecture, and tumor microenvironment, thus reducing diagnostic time and minimizing human error. These tools have demonstrated high accuracy rates across multiple malignancies, including breast, lung, prostate, brain, and colorectal cancers. Moreover, AI-assisted systems significantly support pathologists in grading, mitotic count evaluation, prognostic biomarker quantification, and lymph node metastasis detection. Despite these promising outcomes, major challenges remain regarding data labeling for algorithm training, ethical and legal considerations, and the lack of standardization across clinical settings. In conclusion,

[1] Doç. Dr., Mersin Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, leylabahar@mersin.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6910-6167

artificial intelligence emerges not as a replacement but as a complementary tool for human expertise in histopathological diagnosis enhancing precision, speed, and reproducibility and stands out as the “new assistant” of 21st-century pathology.

Keywords: Histopathology, Artificial intelligence, Digital transformation, Imaging techniques

GİRİŞ

Yüzyılımız, sağlık alanında dijital dönüşümün en hızlı yaşandığı dönemlerden biridir. Özellikle patoloji biliminde, geleneksel mikroskobik değerlendirmeden dijital patolojiye geçiş, hem tanısal doğruluk hem de iş akışlarında devrim niteliğinde değişiklikler meydana getirmiştir. Modern klinik uygulamalar için dijital patoloji kritik bir role sahiptir ve bilimsel laboratuvarların ortamında gittikçe artan bir teknolojik gereklilik oluşturmaktadır. Tüm slayt görüntüleme (Whole slide Image: WSI) teknolojisinin ortaya çıkışı, daha hızlı ağların kullanılabilirliği ve daha ucuz depolama çözümleri, *histolog ve patologların* dijital slayt görüntülerini yönetmesini ve klinik kullanım için paylaşmasını daha kolay hale getirmiştir. Histopatolojik tanı süreçlerinde yapay zeka (YZ)**,** büyük veriyi anlamlandırma, görüntü analizi ve karar desteği sağlama konularında giderek artan bir rol üstlenmektedir.

Geleneksel histopatoloji, manuel mikroskopi ve subjektif yorumlara dayalıdır. Bu yaklaşım; zaman, iş gücü ve hata riski açısından sınırlılıklar taşır. Dijital patoloji sistemleri, doku kesitlerinin yüksek çözünürlüklü tarayıcılarla WSI teknolojisinin formatında dijitalleştirilmesi sayesinde, bu kısıtları büyük oranda ortadan kaldırmıştır. Tüm slayt görüntüleme teknolojisinin ortaya çıkışı, daha hızlı ağların kullanılabilirliği ve daha ucuz depolama çözümleri, patologların dijital slayt görüntülerini yönetmesini ve klinik kullanım için paylaşmasını kolaylaştırmıştır. Buna paralel olarak, makine öğrenimindeki benzeri görülmemiş gelişmeler, bir zamanlar yalnızca radyoloji ve kardiyoloji ile sınırlı olan görüntü tabanlı tanı olanakları sunan yapay zeka ve dijital patolojinin sinerjisini mümkün kılmıştır. Dijital slaytların patoloji iş akışına entegrasyonu, gelişmiş algoritmalar ve bilgisayar destekli tanı teknikleri, patoloğun görüş sınırlarını mikroskobik bir slaydın ötesine genişletmekte ve insan sınırlarının ve sınırlarının ötesinde bilginin gerçek anlamda kullanılmasını ve bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Patoloji ortamında yapay zeka atılımları için açık bir potansiyel olduğuna inanılmaktadır (Niazi vd., 2019). Dijitalleştirilen bu veriler, artık makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme **(**Deep Learning, DL) algoritmaları ile analiz edilmekte, tanı süreçlerinde yeni bir çağın kapılarını aralamaktadır.

1. DİJİTAL PATOLOJİ VE YAPAY ZEKÂNIN GELİŞİMİ

1.1. Dijital Patoloji Sistemleri

Dijital patoloji, klasik cam lamların yüksek çözünürlüklü optik tarayıcılarla dijitalleştirilip sanal ortamda değerlendirilmesini sağlar. Bu teknoloji sayesinde lamların depolanması, paylaşılması ve uzaktan konsültasyonu mümkün hale gelmiştir. WSI teknolojisinin **(**Whole-slide imaging) gigapiksel boyutundaki doku görüntülerini yüksek doğrulukla elde eder ve bu veriler yapay zekâ için zengin bir öğrenme alanı oluşturur. Sonuçlar, bu sistemin eşi benzeri görülmemiş ölçekte doğru sınıflandırma modelleri eğitme yeteneğine sahip olduğunu ve bu sayede klinik uygulamada hesaplamalı karar destek sistemlerinin kullanımı için temel oluşturduğunu göstermektedir (Campanella vd., 2019).

1.2. Yapay Zekâ ve Derin Öğrenme

Yapay Zeka, bilgisayarların insan benzeri düşünme, öğrenme ve karar verme becerilerini taklit etmesine dayanır. Derin öğrenme, özellikle konvolüsyonel sinir ağları (CNN) aracılığıyla histolojik görüntülerde hücre morfolojisini, doku mimarisini ve tümör mikroçevresini tanıyabilmektedir (Komura & Ishikawa, 2018). Karmaşık, yüksek boyutlu ve heterojen biyomedikal verilerden bilgi ve eyleme dönüştürülebilir

içgörüler elde etmek, sağlık hizmetlerinin dönüşümünde temel bir zorluk olmaya devam etmektedir. Modern biyomedikal araştırmalarda elektronik sağlık kayıtları, görüntüleme, omikler, sensör verileri ve metinler dahil olmak üzere karmaşık, heterojen, yetersiz açıklamalı ve genellikle yapılandırılmamış çeşitli veri türleri ortaya çıkmaktadır. Geleneksel veri madenciliği ve istatistiksel öğrenme yaklaşımları, genellikle bu verilerden etkili ve daha sağlam özellikler elde etmek için önce özellik mühendisliği gerçekleştirmeyi ve ardından bunlar üzerine tahmin veya kümeleme modelleri oluşturmayı gerektirir. Karmaşık veriler ve yeterli alan bilgisi eksikliği senaryosunda her iki adımda da birçok zorluk vardır. Derin öğrenme teknolojilerindeki en son gelişmeler, karmaşık verilerden uçtan uca öğrenme modelleri elde etmek için yeni ve etkili paradigmalar sunmaktadır (Miotto vd,2018).

2. YAPAY ZEKA DESTEKLİ TANISAL UYGULAMALAR

2.1. Doku Segmentasyonu ve Hücre Sınıflandırması

YZ, histopatolojik görüntülerde nükleus, sitoplazma ve stromal bileşenleri ayırt edebilmekte; ayrıca tümör sınırlarını otomatik çizebilmektedir. Bu sayede patolog, zaman alan işaretleme işlemlerinden kurtularak odak noktalarını hızla belirleyebilir. Segmentasyon algoritmaları, tümör yoğunluğu ve heterojenliğini objektif biçimde ölçme avantajı sunar (Amgad vd., 2022).

2.2. Kanser Tanısı ve Derecelendirme

Çeşitli kanser tiplerinde YZ sistemleri, tümör tespiti ve derecelendirmede klinik doğruluk düzeyine ulaşmıştır.

- **Prostat kanseri:** Bulten ve ark. (2022), derin öğrenme temelli bir sistemin Gleason derecelendirmesinde patologlarla benzer performans gösterdiğini bildirmiştir.
- **Meme kanseri:** Steiner ve ark. (2020), YZ desteğiyle lenf nodu metastaz saptamada %99'a yakın duyarlılık oranı elde etmiştir.
- **Kolorektal kanser:** Echle ve ark. (2021), mikrosatellit instabilitesini (MSI) yalnızca H&E kesitlerinden tanımlayan bir derin öğrenme modeli geliştirmiştir.

2.3. Prognostik Belirteç Analizi

YZ, yalnızca tanısal değil, prognostik bilgi sağlayan özellikleri de değerlendirebilmektedir. Tümör-infiltre lenfosit (TIL) dağılımı, mitotik indeks, stromal oran ve nükleer pleomorfizm gibi parametreler objektif olarak ölçülerek klinik karar süreçlerine katkı sağlar (Echle vd., 2021).

3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Yapay Zeka (YZ) tabanlı platformlar, patologlara ön inceleme listesi sunabilir, anormal alanları vurgulayabilir veya rapor taslakları oluşturabilir. Bu sistemler, özellikle yoğun vaka yükü olan merkezlerde tanı süresini azaltmakta ve hata oranlarını düşürmektedir (Echle vd., 2021; Niazi vd., 2019). Yapay zeka tabanlı karar destek sistemleri, dijital patolojinin klinik uygulamalara entegrasyonunda merkezi bir rol üstlenmektedir. Bu sistemler, patologlara ön inceleme listeleri sunabilir, şüpheli veya anormal alanları otomatik olarak vurgulayabilir, ön tanı olasılıklarını sıralayabilir ve hatta rapor taslaklarını oluşturabilir. Özellikle yüksek hacimli patoloji laboratuvarlarında, bu teknolojiler tanı süresini önemli ölçüde azaltmakta ve gözden kaçan lezyon oranlarını düşürmektedir (Echle vd., 2021; Niazi vd., 2019).

Karar destek sistemleri, derin öğrenme ve görüntü analizi algoritmalarını kullanarak histolojik kesitlerde nükleer morfoloji, mitotik aktivite, stromal invazyon ve lenfovasküler

infiltrasyon gibi mikroskobik parametreleri otomatik olarak değerlendirir. Böylece, hem nitel hem de nicel veriler birleştirilerek daha objektif bir tanısal süreç elde edilir. Bu sistemler ayrıca patoloji raporlarının standardizasyonuna katkı sağlamakta, insan hatasından kaynaklanabilecek değişkenliği azaltmakta ve ikinci görüş ihtiyacını en aza indirmektedir.

4. KLİNİK ENTEGRASYON VE FAYDA ALANLARI

YZ'nin histopatolojiye entegrasyonu, tanısal doğruluğu artırmanın yanı sıra operasyonel verimlilik sağlar.

- Zaman Kazancı: Otomatik analizle vakaların ön değerlendirmesi hızlanır.
- Objektiflik**:** Subjektif farklılıklar azalır, kararlar daha tekrarlanabilir hale gelir.
- Eğitim ve Konsültasyon: Dijital arşivler, yapay zekâ destekli öğrenme materyali olarak kullanılabilir.
- Uzak Tanı (Telepatoloji): Farklı merkezler arasında eşzamanlı görüntü paylaşımı mümkündür.

Bununla birlikte, sistemlerin laboratuvar bilgi sistemleri (LIS) ile entegrasyonu, veri gizliliği, etik onay ve regülasyon süreçleri titizlikle planlanmalıdır (Baxi vd., 2022).

5. KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Yapay Zekanın klinik uygulamaya geçişinde aşağıdaki başlıklar hâlen önemli sınırlılıklardır:

1. Veri Seti Eksikliği**:** Derin öğrenme algoritmaları büyük miktarda etiketli veriye ihtiyaç duyar. Ancak patoloji verilerinde standardizasyon eksikliği mevcuttur (Niazi vd., 2019).

2. Domain Shift Problemi**:** Boyama, tarama, çözünürlük farklılıkları model genellemesini zorlaştırır.

3. Model Açıklanabilirliği**:** "Kara kutu" etkisi, patologun YZ kararına güven duymasını kısıtlar.

4. Etik ve Yasal Düzenlemeler: Hasta verisi gizliliği, sorumluluk paylaşımı ve FDA/CE onay süreçleri önemlidir.

5. Klinik Validasyon Eksikliği: Çoğu model retrospektif test edilmiştir; prospektif klinik çalışmalar sınırlıdır.

6. GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Tıbbi teknolojinin ilerlemesiyle birlikte biyomedikal alanı, yapay zekâ teknolojisinin de etkisiyle hesaplamalı tıp kavramının ortaya çıktığı büyük veri çağını başlattı. Geleneksel olarak, biyomedikal verilerden özellikler bulmak için makine öğrenmesi yöntemleri kullanılır ve bu genellikle özellik mühendisliğine ve uzmanların alan bilgisine dayanır ve muazzam zaman ve insan kaynağı gerektirir. Geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, son teknoloji bir makine öğrenmesi dalı olan derin öğrenme, özellik mühendisliğine ihtiyaç duymadan ham verilerden karmaşık ve sağlam özellikleri otomatik olarak öğrenebilir. Derin öğrenmenin tıbbi görüntüleme, elektronik sağlık kaydı, genomik ve ilaç geliştirme alanlarındaki uygulamaları incelenmekte ve derin öğrenmenin biyomedikal verilerden tam olarak yararlanma ve tıbbi sağlık düzeyini iyileştirme konusunda bariz bir avantaja sahip olduğu ileri sürülmektedir. Derin öğrenme, tıbbi sağlık alanında giderek daha önemli bir rol oynamakta ve geniş bir uygulama potansiyeline sahiptir hesaplamalı tıbbi sağlık alanındaki derin öğrenmenin sorunları ve zorlukları hala mevcuttur (Yang vd, 2021). YZ'nin gelecekte histopatolojideki rolü, yalnızca görüntü tanıma değil, multidisipliner veri entegrasyonu ile şekillenecektir.

- **Çok Modlu Modeller:** Görüntü + genetik + klinik verileri birlikte işleyen sistemler geliştirilmektedir (Echle vd., 2021).
- **Federated Learning:** Veri paylaşımına gerek kalmadan çok merkezli eğitim yapılabilmektedir.
- **Açıklanabilir YZ (XAI):** Saliency map, Grad-CAM gibi araçlar, modelin hangi alanlara odaklandığını göstererek güven artırır.
- **Foundation Modeller:** Büyük ölçekli veri üzerinde ön-eğitimli modeller, farklı dokulara kolayca uyarlanabilir

SONUÇ

Yapay zekâ, histopatolojik tanıda insan uzmanlığını tamamlayan bir araç olarak konumlanmaktadır. Klinik karar süreçlerinde hız, doğruluk ve standardizasyon kazandırmakta; tekrarlanabilir sonuçlarla patoloji pratiğini kökten dönüştürmektedir. Derin öğrenme tabanlı algoritmalar, özellikle tümör sınıflandırması, hücresel morfoloji analizi ve prognostik biyobelirteçlerin otomatik tespiti gibi alanlarda, klasik mikroskopi yöntemlerinin ötesine geçerek tanısal doğruluğu artırmaktadır. Ancak bu potansiyelin tam olarak gerçekleşebilmesi için; yüksek kaliteli ve etik olarak onaylı veri setlerinin oluşturulması, modellerin açıklanabilirliğini sağlayan yapay zekâ mimarilerinin geliştirilmesi, klinik karar destek sistemlerinin düzenleyici kurumlarca onaylanması ve prospektif çok merkezli validasyon çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Ayrıca, yapay zekânın eğitildiği verilerin çeşitliliği, laboratuvarlar arası görüntü standardizasyonu, dijital patoloji altyapısının yaygınlaşması ve patoloji uzmanlarının bu teknolojileri etkin biçimde yorumlayabilecek şekilde eğitilmesi de büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, yapay zekâ; histopatoloji laboratuvarlarında “21. yüzyılın yeni asistanı” olarak yerini almakta, tanısal süreçlerde insan zekâsı ile iş birliği içinde ilerlemektedir. Bu iş birliği, yalnızca tanı sürecinin verimliliğini değil, aynı zamanda hasta güvenliğini ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının doğruluğunu da artırmaktadır. Gelecekte yapay zekâ destekli patoloji sistemlerinin, dijital patoloji ve moleküler analizlerle entegre edilerek, multidisipliner klinik karar destek ekosisteminin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

Amgad, M., Elfandy, H., Hussein, H., Atteya, L. A., Elsebaie, M. A., Abo Elnasr, L. S., & Gutman, D. A. (2022). Structured crowdsourcing enables convolutional segmentation of histology images. *Nature Communications, 13*, 3315. https://doi.org/10.1038/s41467-022-31047-4

Baxi, V., Edwards, R., Montalto, M., & Saha, S. (2022). Digital pathology and artificial intelligence in translational medicine and clinical practice. *Modern Pathology, 35*, 23–32.

Bulten, W., Pinckaers, H., van Boven, H., Vink, R., de Bel, T., van Ginneken, B., & Litjens, G. (2022). Automated deep-learning system for Gleason grading of prostate cancer using biopsies: A diagnostic study. *The Lancet Oncology, 23*(1), 77–86. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(21)00562-9

Campanella, G., Hanna, M. G., Geneslaw, L., Miraflor, A., Silva, V. W. K., Busam, K. J., & Fuchs, T. J. (2019). Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning on whole slide images. *Nature Medicine, 25*(8), 1301–1309. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0508-1

Echle, A., Grabsch, H. I., Quirke, P., van den Brandt, P. A., West, N. P., Hutchins, G. G., & Kather, J. N. (2021). Clinical-grade detection of microsatellite instability in colorectal cancer by deep learning. *Gastroenterology, 160*(4), 1192–1203. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.11.041

Echle, A., Rindtorff, N. T., Brinker, T. J., Luedde, T., Pearson, A. T., & Kather, J. N. (2021). Deep learning in cancer pathology: A new generation of clinical biomarkers. *British Journal of Cancer, 124*(4), 686–696.

Komura, D., & Ishikawa, S. (2018). Machine learning methods for histopathological image analysis. *Computational and Structural Biotechnology Journal, 16*, 34–42. https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.01.001

Miotto R, Wang F, Wang S, Jiang X, Dudley JT. Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges. Brief Bioinform. 2018 Nov 27;19(6):1236-1246. doi: 10.1093/bib/bbx044. PMID: 28481991

Niazi, M. K. K., Parwani, A. V., & Gurcan, M. N. (2019). Digital pathology and artificial intelligence. *The Lancet Oncology, 20*(5), e253–e261. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30154-8

Prasad P, Khair AMB, Saeed M, Shetty N. (2024). Artificial Intelligence in Histopathology. J Pharm Bioallied Sci. 16(Suppl 5):S4226-S4229. doi: 10.4103/jpbs.jpbs 727_24. PMID: 40061791

Steiner, D. F., MacDonald, R., Liu, Y., Truszkowski, P., Hipp, J. D., Gammage, C., & Stumpe, M. C. (2020). Impact of deep learning assistance on the histopathologic review of lymph nodes for metastatic breast cancer. *The American Journal of Surgical Pathology, 44*(12), 1635–1642. https://doi.org/10.1097/PAS.0000000000001556

Yang S, Zhu F, Ling X, Liu Q, Zhao P. Intelligent Health Care: Applications of Deep Learning in Computational Medicine. Front Genet. 2021 Apr 12;12:607471. doi: 10.3389/fgene.2021.607471. PMID: 33912213; PMCID: PMC8075004.

https://doi.org/10.71284/asc.2025219

DIGGING THEIR OWN GRAVE? EXPLORING TRADITIONAL ENTREPRENEURS' DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AWARENESS

Oğuzhan Aytar[1]
Adalet Kötemen[2]

Abstract

This study aims to provide a comparative analysis of two social value-oriented approaches, social entrepreneurship This study aims to investigate the digital entrepreneurship awareness and knowledge levels of traditional entrepreneurs in Karaman, Turkey. The research examines two dimensions: digital entrepreneurship awareness and knowledge of digital entrepreneurship components. The awareness dimension measures participants' attitudes toward learning new digital technologies, perceiving opportunities offered by internet and mobile technologies, having an innovative mindset, planning digital businesses/platforms, and the role of social networks in business development. The knowledge dimension evaluates participants' understanding of key digital entrepreneurship concepts, including digital transformation, unicorn and decacorn ventures, big data, digital twin, domain/hosting, knowledge economy, virtual POS, blockchain, artificial intelligence, crowdfunding, and the Internet of Things. A total of 187 entrepreneurs participated in the study. Findings indicate that while participants generally demonstrate awareness of digital entrepreneurship concepts and technologies, factors such as risk perception, lack of resources and technical knowledge, and sector/market dynamics remain critical in maintaining traditional business models. The study emphasizes the importance of targeted training and awareness initiatives to support the transition to digital entrepreneurship within the local entrepreneurial ecosystem.

Keywords: Digital entrepreneurship, traditional entrepreneurs, awareness, digital technology knowledge, karaman

[1]Assoc. Prof., Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, aytaroguzhan@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3799-0952

[2] MBA, Freelance Researcher, adaletkotemen@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2006-4864

INTRODUCTION

Entrepreneurship plays a critical role for societies in terms of economic development, job creation and generating innovative solutions. Traditional entrepreneurship generally refers to activities carried out by entrepreneurs using their own capital or traditional financial resources within the framework of existing business models and market conditions (Kırçiçek & Aytar, 2021). This type of entrepreneurship creates employment, increases the production of goods and services, and supports market competition by contributing directly to the local economy (Topkaya, 2013; Sahut, Iandoli, & Teulon, 2021)

The importance of classical entrepreneurship extends beyond economic growth to include the enhancement of social welfare (Naude, 2014). Entrepreneurs not only meet consumer needs with innovative products and services, but also accelerate regional and sectoral development (Eyel & Sağlam, 2021). Furthermore, classical entrepreneurship strengthens individual and social capacity by enabling entrepreneurs to develop their risk-taking, problem-solving and decision-making skills (Çöğürcü, 2016).

However, the rapid spread of digital technologies today is taking traditional entrepreneurial activities to a new level. Digital entrepreneurship enables entrepreneurs to access wider markets and optimise their business processes through the internet, mobile applications, e-commerce, and digital business models (Kişi, 2018). In this context, the level of awareness of digital entrepreneurship among traditional entrepreneurs is of critical importance in terms of both developing their existing businesses and evaluating new digital opportunities. Research shows that entrepreneurs with a high level of digital awareness are more likely to develop innovative and sustainable business strategies.

This study aims to examine the level of digital entrepreneurship awareness and knowledge of digital entrepreneurship components among entrepreneurs operating within the scope of traditional entrepreneurship in the province of Karaman, thereby revealing their adaptation processes to digital transformation.

1. CONCEPTUAL FRAMEWORK

This study examines the level of digital entrepreneurship awareness and knowledge of digital entrepreneurship components among entrepreneurs operating within the scope of traditional entrepreneurship in the province of Karaman. The conceptual framework reveals the relationship between entrepreneurs' current traditional entrepreneurial activities, experiences, and sectoral structures and their level of awareness and knowledge regarding digital technologies. Two main dimensions are addressed in the research: (1) The level of awareness of digital entrepreneurship encompasses entrepreneurs' capacity to learn digital technologies in their business processes, perception of the opportunities offered by the internet and mobile technologies, development of innovative approaches, and the impact of social networks on the business development process; (2) Digital entrepreneurship component knowledge level, which measures knowledge levels regarding fundamental concepts such as digital transformation, unicorn/decacorn ventures, big data, digital twins, domain/hosting, knowledge economy, virtual POS, blockchain, artificial intelligence, crowdfunding, and the Internet of Things. These two dimensions play a decisive role in entrepreneurs' capacity to adapt to digital transformation, their ability to change business models, and their level of digital opportunity assessment. Therefore, the conceptual framework focuses on understanding the impact of digital awareness and knowledge levels on entrepreneurs' digitalisation process, building on classic entrepreneurship activities.

2. DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AWARENESS RESEARCH

While digital entrepreneurship activities are becoming widespread globally, there are only a limited number of studies in the academic field. The development speed and interdisciplinary content of the digital entrepreneurship field significantly affect the quality of studies on this subject. In this study, the opinions of participants actively engaged in entrepreneurship activities in the province of Karaman were analysed as a sample.

2.1. Research Problem

Compared to classical entrepreneurship, empirical studies on digital entrepreneurship are very limited. However, the potential of digital entrepreneurship and its types necessitates raising awareness and contributing to the literature. The rise of digital entrepreneurship observed worldwide in recent years will be supported by original and high-quality studies in this field, raising the awareness level of managers, entrepreneurs, aspiring entrepreneurs, and academics, and helping to understand the opportunities and realities related to digital entrepreneurship.

2.2. Purpose and Importance of the Research

The purpose of this study is to determine the level of awareness and knowledge of entrepreneurs regarding digital entrepreneurship in the context of trends, transformations, and opportunities, and to determine whether there are differences in the level of awareness and knowledge between genders and age groups. Increasing the level of awareness and knowledge about digital entrepreneurship will greatly accelerate the entrepreneurial process.

2.3. Methodology

Primary data was used in the research. The generations actively involved in the entrepreneurship process in the province of Karaman constitute the universe of the study. The questionnaire consists of three sections. The first section consists of questions about demographic information, the second section about awareness level, and the third section about knowledge level.

Awareness level scale statements: 1=Strongly disagree, 2=Disagree, 3=Undecided, 4=Agree, 5=Strongly agree.

Knowledge level scale statements: 1=Never heard of it, 2=I have no knowledge about this subject, 3=I have some knowledge, 4=I have knowledge about this subject, 5=I am well versed in this subject.

The research hypotheses are listed below.

H1: Participants' levels of agreement with statements related to their level of awareness of digital entrepreneurship differ according to their gender.

H2: Participants' levels of agreement with statements related to their level of knowledge about digital entrepreneurship differ according to their gender.

H3: Participants' levels of agreement with statements related to their level of awareness of digital entrepreneurship differ according to their age group.

H4: Participants' levels of agreement with statements related to their level of knowledge about digital entrepreneurship differ according to their age group.

H5: Participants' levels of agreement with statements regarding their awareness of digital entrepreneurship differ according to their educational status.

H6: Participants' levels of agreement with statements regarding their level of knowledge about digital entrepreneurship differ according to their educational status.

Table 1. Reliability Value and Normality Test Results

Scales	Cronbach's Alpha	Number of Items	Skewness	Kurtosis
Level of digital entrepreneurship awareness	0.856	9	-0.882	0.496
Digital entrepreneurship components knowledge level	0.930	13	0.377	-0.451

The Cronbach's Alpha values of the scales used in the study were found to be above 0.70. The closer the Cronbach's Alpha value is to 1, the higher the reliability. The awareness level scale has a Cronbach's Alpha value of 0.856, and the knowledge level scale has a Cronbach's Alpha value of 0.930. These values indicate that the scales are within reliable ranges. The normality condition of the scales depends on the skewness and kurtosis values being within the range of -2 and +2. Since the skewness and kurtosis values of the awareness level and knowledge level scales are within the range of -2 and +2, it is seen that parametric tests are appropriate.

2.4. Research Findings

The study consulted the opinions of entrepreneurs actively engaged in entrepreneurial activities in Karaman Province, and the responses of 187 participants were evaluated. Of the entrepreneurs participating in the research, 57.8% were male and 42.2% were female. Of these entrepreneurs, 5.3% belonged to the baby boom generation, 6.6% to Generation X, 30.9% to Generation Y, and 57.2% to Generation Z. The distribution of participants' educational status was as follows: 5.9% primary school, 3.9% middle school, 19.7% high school, 4.6% associate degree, 41.4% bachelor's degree, and 24.3% master's degree.

Table 2. Averages Of Awareness Levels

Statements	Mean	Std. Dev.
I can easily learn new technologies related to my job.	4.0760	1.13244
I believe that internet and mobile technologies offer significant opportunities in my field.	4.1579	1.00802
I need an internet-based initiative related to my work.	3.8480	1.19815
I have plans to establish a broader digital-based business/platform related to my work.	3.1053	1.41859
I believe an innovative perspective is crucial for the sustainability of my business.	4.0292	1.07609
I believe that internet/mobile technologies offer significant opportunities for the development of my work.	4.3099	1.05321
I believe that internet/digital technologies are of critical importance for the continuity of my business.	4.0118	1.14607
I believe that social networks play a significant role in the development of my business.	3.8246	1.22411
I believe that digital technologies make our lives easier and are beneficial.	4.3801	0.94649

Table 4 shows the average participation levels for statements regarding the level of awareness of digital entrepreneurship among participants actively engaged in entrepreneurial activities in the province of Karaman. When these statements are analysed holistically, it can be said that participants are aware of the opportunities offered by digital entrepreneurship but remain indifferent to this field. Among these statements, the highest average participation level is 4.3801 for the statement "I think digital technologies make our lives easier and are useful." The lowest average participation level is 3.1053 for the statement "I have plans to establish a broader digital-based business/platform related to my work." Entrepreneurs also showed a high level of participation in the statement "I think that internet/mobile technologies offer great

opportunities for the development of my business." Although entrepreneurs' awareness levels are high, their indifference in this regard can be attributed to a lack of confidence in developments in the digital environment. Entrepreneurs are sceptical about the control of internet-based technologies.

Table 3. Digital Entrepreneurship Components Knowledge Level Table

Components	**Mean**	**Std. Deviation**
Digital Entrepreneurship	3.4386	0.93338
Digital Transformation	3.2105	1.13868
Unicorn Start-up	2.2706	1.17053
Big data	2.7778	1.23564
Digital twin	2.1228	1.14384
Decacorn	1.8363	1.00999
Domain/Hosting	2.6491	1.35679
Information Economy	3.1462	1.11499
Virtual POS	3.4503	1.22793
Blockchain	2.6491	1.20525
Artificial intelligence	3.6842	0.99098
Crowdfunding	2.5614	1.17850
Internet of Things	2.6784	1.36621
Valid N (listwise)		

Table 5 shows the average participation levels of participants actively engaged in entrepreneurial activities in Karaman province regarding their statements on digital entrepreneurship knowledge levels. When these statements are analysed holistically, it can be stated that participants are knowledgeable about the micro-scale components of digital entrepreneurship and current topics, but lack sufficient knowledge on macro-scale issues. Among these statements, the highest average participation level, with a value of 3.6842, is directed towards the constantly debated topic of "Artificial Intelligence" ( ). The lowest average participation level, with a value of 1.8363, is directed towards the topic of "Decacorn," which refers to a venture with a market value of ten billion dollars.

Table 4. Hypothesis Test Results Table

H: There is a significant difference in entrepreneurs' perceptions regarding awareness and knowledge level (X) based on the variables of gender, age group, and education level (Y).			
X/Y	**Gender (T-Test)**	**(2) Age Group (ANOVA)**	**(3) Education (ANOVA)**
Digital Entrepreneurship Awareness Level	Sig. (two-tailed) 0.052 > 0.05	Sig. (two-tailed) 0.000 < 0.05	Sig. (two-tailed) 0.000 < 0.05
	H1 Rejected, No Difference	H3 Accept There is a difference	H5 Accept There is a difference
Digital Entrepreneurship Elements Knowledge Level	Sig. (2-tailed) 0.998 > 0.05	Sig. (two-tailed) 0.000 < 0.05	Sig. (two-tailed) 0.000 < 0.05
	H2 Rejected, No Difference	H4 Accept There is a difference	H6 Accept Difference exists
		Post Hoc Result The participation level of the Baby Boom generation in both scales differs from that of the X, Y, and Z generations.	Post Hoc Result The Participation Levels of Postgraduate Graduates on Both Scales differ from those of primary, secondary, and high school graduates.

The results of the hypotheses established according to the variables of gender, educational status, and age groups regarding the digital entrepreneurship awareness level and digital entrepreneurship knowledge level statements of participants actively engaged in entrepreneurial activities in the province of Karaman are shown in Table 6. According to the results obtained, the average digital entrepreneurship awareness level and digital entrepreneurship knowledge level of participants do not show a significant difference according to the gender variable. The average digital entrepreneurship awareness level and digital entrepreneurship knowledge level of entrepreneurs show a significant difference according to the age group variable. The Baby Boom generation's participation averages for both scales differ from those of the X, Y, and Z generations. This generation's awareness and knowledge level averages are lower than those of other generations. The main reason for this difference can be considered to be this generation's adherence to traditional methods and their distance from technology. It was also found that the average levels of digital entrepreneurship awareness and knowledge among entrepreneurs with a postgraduate education level differed from those of primary, secondary and high school graduates. Awareness and knowledge levels were seen to increase with higher education levels.

CONCLUSION

Digital entrepreneurship is recognised as a paradigm that is reshaping the rules of management and entrepreneurship on a global scale. The development of internet technology and globalisation have played a major role in the evolution of this paradigm (Kraus et al. 2019; Nambisan, 2017). The realisation by global economies of the significant profits and market value generated by digital ventures has taken the concept of entrepreneurship to a different dimension. Businesses and other organisations need to make effective use of information technology tools in order to operate more efficiently (Coulibaly, Erbao, & Mekongcho, 2018). In this context, the key to this efficiency appears to lie in organisations integrating themselves into the digital environment in terms of their structure and function. This integration process is referred to as digital transformation.

The study revealed that female entrepreneurs are more willing and sharing than male entrepreneurs in terms of information sharing and participation, which was a noteworthy experience. It was found that

participating entrepreneurs were generally aware of the potential of digital entrepreneurship but lacked a plan or effort in this area. Analysis of the data revealed that while the opportunities and benefits offered by digital technologies are acknowledged, traditional methods outside of digital technologies retain their importance. Entrepreneurs with an awareness level generally above average do not trust internet-based digital entrepreneurship processes. Although the entrepreneurs consulted had high scores in terms of their knowledge level about digital entrepreneurship, the averages regarding the components and elements of digital entrepreneurship indicate that this knowledge is superficial. While the average levels of awareness and knowledge participation of entrepreneurs do not differ according to gender, the participation levels of the baby boom generation and postgraduate graduates differ.

The study also has a number of limitations. The main limitations are that the study population is limited to the province of Karaman and that the terminological knowledge base on digital entrepreneurship is weak. It is thought that future studies with larger samples and entrepreneurs with different demographic characteristics could yield useful results. In future studies, researchers could contribute to the literature by conducting studies that address the reputation, security, and financing dimensions of digital entrepreneurship.

REFERENCES

Eyel, C. Ş., & Sağlam, H. (2021). Dijital dönüşüm ve girişimcilikteki değişim: Dijital girişimcilik. Atlas Sosyal Bilimler Dergisi, 1(6), 7-20.

Coulibaly, S. K., Erbao, C., & Mekongcho, T. M. (2018). Economic globalization, entrepreneurship, and development. Technological Forecasting and Social Change, 127, 271-280.

Çöğürcü, İ. (2016). İktisadi doktrinlerde geçmişten günümüze girişimciliğin önemi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (35), 65-80.

Kişi, N. (2018). Dijital çağda yeni bir girişimcilik yaklaşimi: Dijital girişimcilik. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(2), 389-399.

Kırçiçek, Ö. B. ve Aytar, O. (2021). Women Entrepreneurship: A Research on Motivation Factors. Bartın University Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, 12 (24), 516-523.

Kraus, S., Palmer, C., Kailer, N., Kallinger, F. L., & Spitzer, J. (2019). Digital entrepreneurship: A research agenda on new business models for the twenty-first century. International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 25(2), 353-375.

Nambisan, S. (2017). Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship. Entrepreneurship theory and practice, 41(6), 1029-1055.

Naude, W. (2014). Entrepreneurship and economic development. International Development. Ideas, Experiences and Prospects, 311-22.

Sahut, J. M., Iandoli, L., & Teulon, F. (2021). The age of digital entrepreneurship. Small Business Economics, 56(3), 1159-1169.

Topkaya, Ö. (2013). Tarihsel süreçte girişimcilik teorisi: girişimciliğin ekonomik büyüme ve istihdam boyutu. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 8(1), 29-54.

https://doi.org/10.71284/asc.2025220

A COMPARISON OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP AND FOUNDATION VOLUNTEERING FROM A SOCIAL VALUE PERSPECTIVE

Oğuzhan Aytar[1]

Abstract

This study aims to provide a comparative analysis of two social value-oriented approaches, social entrepreneurship and foundation volunteering, within the context of Türkiye. The research examines how each model addresses social challenges, their approaches to sustainability, resource management, innovation levels, and methods for creating social impact. Social entrepreneurship emerges as a market-based, innovative model that can generate profits and reinvest them into social purposes, whereas foundation volunteering operates primarily through donations and volunteer engagement, representing a non-profit structure with community participation at its core. Findings indicate that both approaches aim to generate social value, but they differ in implementation methods, funding sources, and operational flexibility. Social entrepreneurship can provide rapid and innovative solutions through entrepreneurial and technological approaches, while foundation volunteering operates within more structured and regulatory frameworks. The study highlights the strengths and limitations of each approach from a social value perspective and offers practical recommendations for policymakers, NGOs, and practitioners. It provides insights into how social entrepreneurship and foundation-based volunteering can complement each other in creating social impact and advancing Türkiye's social innovation ecosystem.

Keywords: Social entrepreneurship, foundation volunteering, social value, comparative analysis, türkiye

[1]Assoc. Prof., Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, aytaroguzhan@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3799-0952

INTRODUCTION

Entrepreneurship and social volunteering play an important role as two complementary fundamental elements in the development of societies and the progress of countries. Entrepreneurship increases employment with its innovative business models and capacity to create economic value, contributes to the more efficient use of resources, and enhances countries' global competitiveness (Aslan, 2025). Social volunteering, on the other hand, strengthens social justice, solidarity and the preservation of cultural heritage by directing individuals' time and effort towards social benefit without seeking material gain. When these two approaches are considered together, entrepreneurship becomes the engine of economic growth and sustainable development, while social volunteering supports lasting and inclusive economic development by increasing social integration, trust and social capital. Therefore, both entrepreneurship and volunteering activities are of strategic importance for raising the welfare level of societies and achieving countries' long-term development goals.

In today's world, the diversification and increasing complexity of social problems necessitate that not only the state but also the private sector and civil society organisations play active roles in the process

of finding solutions (Gündüz & Kaya, 2014). Traditional state-centric or market-oriented approaches alone are insufficient in areas such as poverty, inequality of opportunity in education, environmental issues, and social injustices. In this context, new approaches centred on generating social benefit have come to the fore.

Social entrepreneurship and foundation volunteering are at the forefront of these approaches. Social entrepreneurship is a type of entrepreneurship that develops innovative, sustainable, and scalable solutions to social problems; it also aims to generate social value alongside economic value (Çelik, 2023). Foundation volunteering, on the other hand, is a model of solidarity with a deep-rooted historical past in societies, aiming to provide social benefit through individuals' voluntary contributions and donations. Particularly in Turkish-Islamic civilisation, the foundation culture has facilitated the institutionalisation of social benefit in many areas, from education to health, culture to the environment (Güler & Ayata, 2023; Mumcu, 2024).

At the core of both approaches lies prioritising social benefit over individual interests. However, while social entrepreneurship stands out with innovative business models and sustainable financing methods, foundation volunteering attracts attention more with its traditional solidarity culture, volunteerism and donation-based operation. Examining the similarities and differences between these two concepts from a social benefit perspective offers significant contributions both theoretically and practically.

This study will examine the concepts of social entrepreneurship and foundation volunteering comparatively from a social benefit perspective, focusing on their similarities, differences, and social contributions. Furthermore, by discussing how these two approaches work in practice through case studies, it will touch upon possible areas of collaboration for more effective production of social benefit.

1. CONCEPTUAL FRAMEWORK

Social entrepreneurship is an entrepreneurial approach that develops innovative, sustainable, and scalable solutions to social problems (Birinci, 2025). Unlike traditional entrepreneurship, its primary goal is not profit maximisation but creating social value for society. Social entrepreneurs approach the social problems they encounter through business models, innovation, and creative strategies (Bıçakcıoğlu, 2022). Therefore, social entrepreneurship is seen as a dual-purpose approach that aims to generate both economic value and social benefit.

Key characteristics:

- Social benefit orientation
- Innovation

- Sustainable financing models
- Scalable solutions
- Participation and stakeholder collaboration

While Grameen Bank (microcredit model) and Tom's Shoes (donation for every pair of shoes purchased) are examples worldwide, in Turkey, the initiatives of the Tohum Autism Foundation or social cooperatives aimed at increasing female employment are noteworthy.

Foundation volunteering is when individuals offer their time, labour and resources for the benefit of society under the umbrella of a foundation, without seeking any material gain (Fidan, 2024). Its historical origins date back to ancient times; foundations played particularly important roles in financing education, health, culture, the environment and social services during the Ottoman period (Kaya & Koca, 2020).

Foundation volunteering contributes to solving social problems through donors and volunteers. In the modern era, examples such as the Sabancı Foundation, Vehbi Koç Foundation, and TEMA Foundation serve to institutionalise social benefit through both corporate and volunteer-based contributions.

- Key characteristics:
- Non-profit orientation
- Culture of solidarity and mutual aid
- Volunteer-based contributions
- Generation of lasting value for the public good
- Historical continuity and preservation of cultural heritage

These characteristics should be recognised as distinct and unique aspects of the influence of social culture on organisational culture and should be seen as evidence that social systems draw on different sources from culture to culture.

2. SOCIAL BENEFIT APPROACH

The social benefit perspective evaluates the activities of individuals, institutions and enterprises not only in terms of economic profit or individual gain, but also in terms of their positive impact on society. This approach has become increasingly important in modern societies due to growing social inequalities, environmental problems and development needs.

Social benefit is any tangible or intangible value creation that contributes to the welfare, justice, and sustainability of society. In this context, activities such as education, health, environmental protection, preservation of cultural heritage, and strengthening social solidarity create social benefit.

The social benefit perspective is a common reference point in the fields of entrepreneurship and volunteering (Saka, 2024). Social entrepreneurship aims to create measurable social impact through sustainable business models, while foundation volunteering generates social benefit through voluntary contributions and solidarity. Both approaches transform individuals from passive recipients of aid into active agents of social change.

The fundamental dimensions of the social benefit perspective are as follows:

- Social Contribution: Support for disadvantaged groups, reduction of inequalities.
- Sustainability: Long-term and lasting effects rather than short-term solutions.
- Justice and Equality: Ensuring that social benefit reaches all segments of society fairly.
- Creating Shared Value**:** Strengthening cooperation between the public, private and civil sectors.

- Measurability: Quantifying benefits through social impact analyses.

Ultimately, the social benefit perspective is the fundamental source of legitimacy for both social entrepreneurship and foundation volunteering. Without this perspective, initiatives remain solely at the economic or individual level, losing their power to generate social impact.

3. COMPARATIVE ANALYSIS

Although social entrepreneurship and foundation volunteering are seen as two approaches centred on social benefit, they differ in terms of method, actors and sustainability. Social entrepreneurship produces solutions to social problems through market-based mechanisms and innovative business models, while foundation volunteering operates more on the basis of donations and volunteering.

Both approaches are fundamentally based on prioritising social benefit, supporting disadvantaged groups and strengthening social solidarity. However, while social entrepreneurship stands out in terms of sustainability and measurability, foundation volunteering attracts attention with its deep historical roots, foundations of cultural solidarity and awareness of volunteering.

Table 1. Comparison of Social Entrepreneurship and Foundation Volunteering

Dimension	Social Entrepreneurship	Foundation Volunteering
Purpose	To create economic and social value	To provide social benefit without pursuing profit
Method	Business models, innovation, social enterprises	Donations, volunteering, social solidarity
Sustainability	Systems capable of generating their own income (e.g. microcredit)	Dependent on donations and volunteers
Actors	Entrepreneurs, investors, stakeholders	Foundations, volunteers, donors
Social Benefit	Measurable, systematic and scalable	Through solidarity and cultural values

Source: Author

Social entrepreneurship aims to produce solutions to social problems through innovative business models and sustainable financing methods. One of the best-known examples of this is Grameen Bank, founded by Muhammad Yunus in Bangladesh (Akbulaev, Ahmedov & Aliyev, 2017). This initiative, which enables low-income individuals to start their own businesses through the microcredit model, has made a significant contribution to social development, particularly by encouraging women's participation in economic life. In Turkey, the TOHUM Autism Foundation**,** which works for the education and social integration of children with autism**,** embraces the concept of social entrepreneurship, raising awareness and creating sustainable social benefits through its income-generating projects. Similarly, TOM'S Shoes**,** established in the United States, has become a global example of social entrepreneurship that combines commercial success with social value through its "One for One" model, whereby for every pair of shoes sold, a pair is donated to those in need (Bachnik & Szumniak-Samolej, 2013).

In contrast, foundation volunteering is a structure that organises social benefit primarily on the basis of donations and volunteering (Fidan, 2024). In Turkey, the Sabancı Foundation contributes to equal opportunities in education by supporting thousands of students through scholarship programmes and social responsibility projects. In the field of environmental protection**,** the TEMA Foundation carries out afforestation and erosion control projects with volunteer participation, raising social awareness by planting millions of saplings. On the other hand**,** the Vehbi Koç Foundation is also a strong representative of the modern foundation tradition with its volunteer-based projects in the fields of health, education and culture.

These examples demonstrate that social entrepreneurship and volunteerism activities serve the same social benefit through different methods (Açar & Özcan, 2022). Social entrepreneurship creates measurable and

sustainable social impact by using market mechanisms, while foundation volunteerism contributes to society through solidarity and cultural values. Both approaches transform individuals from passive recipients of aid into active agents of social transformation.

CONCLUSION

Although social entrepreneurship and foundation volunteering operate with different methods and organisational forms, both approaches stand out as centred on social benefit. Social entrepreneurship has the capacity to produce lasting solutions to social problems through innovative business models and sustainable financing methods. Foundation volunteering, with its historical roots, culture of solidarity and structure based on the principle of volunteering, plays an important role in preserving and sustaining social values.

Analyses show that while social entrepreneurship has advantages in creating measurable, systematic and scalable social impact, foundation volunteering is strong in terms of trust, solidarity and the preservation of cultural heritage. Therefore, it can be said that the two approaches are complementary rather than mutually exclusive.

The most important point for the future is to increase cooperation between these two models to produce social benefits more effectively and widely. When the innovative projects of social entrepreneurs are supported by the volunteer networks of foundations, both sustainability and social impact will be strengthened.

Furthermore, if policymakers encourage appropriate legal, financial, and institutional environments for social entrepreneurship and foundation volunteering, the contribution these two areas can make to society will increase.

In conclusion, social entrepreneurship and foundation volunteering, despite having different historical and institutional origins, are united around the common goal of social benefit. In this context, combining the strengths of both approaches will provide the opportunity to offer more comprehensive and effective solutions to social problems at both the academic and practical levels.

REFERENCES

Açar, E. and Özcan, N. (2022). Examining the relationship between volunteering motivations and social entrepreneurship tendencies: Canonical correlation analysis. Society and Social Services, 33(4), 1141-1160. DOI: 10.33417/tsh.1073948

Aslan, Ö. F. (2025). Ülke ekonomilerinde girişimci faaliyetlerin yeri ve önemi: Türkiye özelinde bir araştırma. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 24 (Özel Sayı-İnovasyon ve Girişimcilik), 29-47.

Akbulaev, N., Ahmedov, T., & Aliyev, Y. (2017). The Bank for the Poor: Grameen Bank. Journal of Social Sciences in the International Turkish Cultural Geography, 2(1), 56-70.

Bachnik, K., & Szumniak-Samolej, J. (2013). Shared value in practice: TOMS business model. Chinese Business Review, 12(9).

Bıçakcıoğlu, M. (2022). Social Entrepreneurship: Context, Systems and Social Value. (Ed. Kürşat Demiryürek, Ali Kahramanoğlu, Nur İlkay Abacı), In Digital Entrepreneurship, Innovation and R&D Studies, 137-164.

Birinci, M. (2025). The Relationship Between Social Services, Social Entrepreneurship and Poverty: Is Social Entrepreneurship a Solution to Poverty? Journal of Social Policy, 6(1), 124-149.

Çelik, A. A. (2023). The Concept of Social Entrepreneurship and an Example of Social Entrepreneurship in the Turkish Entrepreneurship Ecosystem: Fazla Gıda AŞ. Dokuz Eylül University Journal of Social Sciences Institute, 25(3), 1026-1058.

Fidan, M. (2024). Contributions of Foundation Applications to the Problem of Financial Resources in the Journey of Mutual Aid. Journal of Human and Social Sciences Research, 13(2), 1010-1031.

Güler, A., & Ayata, A. (2023). The place of foundation civilisation in reflecting the social state concept in Turkish administrative history. Hittite Journal of Social Sciences, 16(2), 426-441.

Gündüz, A. Y., & Kaya, M. (2014). An Assessment of the Roles of Civil Society Organisations in Economic Development in a Globalised World. Journal of Academic Research and Studies (AKAD), 6(10), 130-169.

Kaya, P. H., & Koca, M. (2020). The Development of the Waqf System from the Ottoman Era to the Present Day. Al Farabi International Journal of Social Sciences, 5(2), 146-160.

Mumcu, B. (2024). Preservation and Continuation of Cultural Heritage within the Scope of Waqf Culture. Journal of Waqfs. 171-184. https://doi.org/10.16971/vakiflar.1549513

Saka, E. (2024). AI for Social Good. Reflektif Journal of Social Science. Vol. 5(1), 85-101

https://doi.org/10.71284/asc.2025221

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN STRESLE BAŞA ÇIKMA BECERİSİNİ GELİŞTİRMEDE BDT, ACT VE MİNDFULNESS'IN ROLÜ: BİR DERLEME

THE ROLE OF CBT, ACT, AND MINDFULNESS IN DEVELOPING UNIVERSITY STUDENTS' STRESS COPING SKILLS: A REVIEW

Merve Gül Koçakoğlu[1]
Mustafa Güler[2]

Özet

Bu derleme çalışması, üniversite öğrencilerinin akademik, sosyal ve kişisel yaşamlarından kaynaklanan yoğun stresle başa çıkma becerilerini geliştirmede Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT), Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT) ve Bilinçli Farkındalık (Mindfulness) temelli müdahalelerin rollerini ve etkinliklerini mevcut literatür ışığında incelemeyi amaçlamaktadır. Üniversite dönemi, bireylerin artan sorumluluklar, sınav kaygısı, gelecek belirsizliği ve yeni sosyal çevreye adaptasyon gibi zorluklarla karşılaştığı, yüksek stres düzeylerinin gözlendiği kritik bir evredir. Etkili başa çıkma stratejilerinin geliştirilememesi, öğrenme performansını, psikolojik iyi oluşu ve genel yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. İlgili literatür incelendiğinde, BDT'nin stres yaratan durumlara yönelik işlevsiz düşünce kalıplarını tanıma ve değiştirme yoluyla öğrencilerin başa çıkma becerilerini güçlendirmede önemli bir etki gösterdiği belirlenmiştir. ACT ise, stresli düşünce ve duygulardan kaçınmak yerine, onları yargılamadan kabul etme ve bireyin değerleri doğrultusunda kararlı adımlar atma becerisini geliştirerek psikolojik esnekliği artırmaktadır. Mindfulness temelli uygulamalar ise, öğrencilerin şimdiki ana odaklanma ve deneyimlerini yargılamadan gözlemleme yeteneğini geliştirerek duygusal tepkiselliği azaltmakta ve stres algısını düşürmektedir. Elde edilen bulgular, her üç yaklaşımın da üniversite öğrencileri popülasyonunda stres, kaygı ve depresyon semptomlarını azaltmada ve başa çıkma becerilerini iyileştirmede önemli potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu derleme, üniversite ruh sağlığı merkezleri ve rehberlik birimleri için öğrenci destek programlarının tasarımında kanıt temelli bir yol haritası sunmakta; özellikle entegre ve esnek müdahale yaklaşımlarının gelecekteki araştırmalar için öncelikli alanlar olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üniversite öğrencileri, stresle başa çıkma, bilişsel davranışçı terapi (BDT), kabul ve kararlılık terapisi (ACT), bilinçli farkındalık (mindfulness).

[1]Öğretim Görevlisi, Konya Teknik Üniversitesi, mgkocakoglu@ktun.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-0510-2674
[2]Sorumlu Yazar, Doçent, Selçuk Üniversitesi, mustafaguler@selcuk.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-2701-1220

Abstract

This review study aims to examine, in light of the existing literature, the roles and effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy (CBT), Acceptance and Commitment Therapy (ACT), and Mindfulness-based interventions in enhancing university students' ability to cope with the intense stress arising from their academic, social, and personal lives. The university period is a critical phase where individuals face challenges such as increased responsibilities, exam anxiety, uncertainty about the future, and adaptation to a new social environment, resulting in high stress levels. Failure to develop effective coping strategies negatively affects learning performance, psychological well-being, and overall quality of life. A review of the relevant literature reveals that CBT has a significant impact on strengthening students' coping skills by identifying and changing dysfunctional thought patterns related to stressful situations. ACT, on the other hand, increases psychological flexibility by developing the ability to accept stressful thoughts and feelings without judgment and to take decisive steps in line with the individual's values, rather than avoiding them. Mindfulness-based practices, on the other hand, reduce emotional reactivity and lower stress perception by developing students' ability to focus on the present moment and observe their experiences without judgment. The findings indicate that all three approaches hold significant potential for reducing stress, anxiety, and depression symptoms and improving coping skills among the university student population. This review provides an evidence-based roadmap for the design of student support programs for university mental health centers and counseling units, emphasizing that integrated and flexible intervention approaches are priority areas for future research.

Keywords: University students, stress coping, cognitive behavioral therapy (CBT), acceptance and commitment therapy (ACT), mindfulness.

GİRİŞ

Üniversite yaşamı, bireylerin çocukluktan yetişkinliğe geçiş sürecinde akademik sorumlulukların, sosyal beklentilerin ve geleceğe dair belirsizliklerin yoğun olarak yaşandığı bir dönemdir. Bu dönemde öğrenciler, sınav kaygısı ve sosyal uyum problemleri gibi stres kaynaklarıyla karşılaşmaktadır (Bayram ve Bilgel, 2008). Bu zorluklarla etkili bir şekilde başa çıkamayan öğrencilerde anksiyete bozuklukları ve depresif belirtiler gözlemlenebilmektedir (Awadalla vd., 2024; Bernal-Morales vd., 2015). Dolayısıyla üniversite öğrencilerinin ruh sağlığını desteklemek ve psikolojik dayanıklılıklarını artırmak amacıyla **önleyici ve kanıta dayalı psikolojik müdahalelere** duyulan gereksinim giderek artmaktadır. Bu bağlamda, bilişsel davranışçı terapi (BDT), kabul ve kararlılık terapisi (ACT) ve mindfulness temelli yaklaşımlar, öğrencilerin stresle başa çıkma becerilerini geliştirmede etkili ve uygulanabilir yöntemler olarak dikkat çekmektedir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Üniversite öğrencilerinin stresle başa çıkma süreçlerinin anlaşılabilmesi, stresin bilişsel, duygusal ve davranışsal bileşenlerini açıklayan kuramsal modellerin bütüncül biçimde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda, bireyin stresörlere verdiği tepkileri biçimlendiren bilişsel süreçler, duygu düzenleme mekanizmaları ve farkındalık temelli öz-düzenleme becerileri psikolojik dayanıklılığın temel belirleyicileri olarak görülmektedir (Lazarus ve Folkman, 1984). Bu çerçevede Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT), Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT) ve Mindfulness temelli yaklaşımlar, stresle başa çıkmayı açıklamada ve geliştirmede öne çıkan üç kuramsal dayanak noktası oluşturmaktadır.

1.1. Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT) ve Stres Yönetimi

Beck (1995) göre, bilişsel terapi, bireylerin işlevsiz düşünce ve davranış kalıplarını hedef alarak, bu kalıpların değiştirilmesine yönelik yapılandırılmış bir yaklaşımdır. Stresin bilişsel modeline göre, olayların

kendisi değil, bu olaylara yüklenen anlamlar stres tepkilerini belirler (Bernstein, 2025).

1.1.1. Bilişsel Yeniden Yapılandırma

Üniversite öğrencilerinin sıklıkla yaşadığı bilişsel çarpıtmalar (örneğin, felaketleştirme, aşırı genelleme) BDT teknikleriyle tanımlanır. Örneğin, bir sınavdan düşük not alan bir öğrencinin "Ben tamamen başarısız biriyim" düşüncesi, "Bu sınavda başarılı olamadım, ancak bu gelecekteki performansımı belirlemez" gibi daha gerçekçi ve işlevsel bir düşünceyle değiştirilir (Burns, 1980).

1.1.2. Davranışsal Aktivasyon

Olumsuz ruh hallerini ve stresi sürdüren kaçınma döngüsünü kırmayı amaçlayan, kanıta dayalı bir davranışçı terapi yaklaşımıdır (Martell vd., 2022). Öğrencilerde stres genellikle akademik baskı, zaman yönetimi zorlukları ve erteleme yoluyla kendini gösterir. Stresli hissedildiğinde, bireyin doğal eğilimi geri çekilmek, aktiviteden kaçınmak ve pasifleşmek olmaktadır. Bu kaçınma, kısa süreli rahatlama sağlasa da, uzun vadede stres kaynağını daha da büyüterek stres döngüsünü pekiştirmektedir (Dimidjian vd., 2006; Mazzucchelli vd., 2009). Davranışsal aktivasyon bu döngüyü tersine çevirmek için kişinin ödüllendirici ve amaca yönelik faaliyetlere katılımını kasıtlı olarak artırmayı hedefler (Mazzucchelli vd., 2009).

1.1.3. Bilişsel Davranışçı Terapinin Stresle Başa Çıkma Üzerindeki Etkisi

Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT), stresin bilişsel değerlendirme süreçleriyle yakından ilişkili olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, bireylerin stres yaratan olayları yorumlama biçimlerini ve bu yorumlara bağlı duygusal tepkilerini yeniden yapılandırmayı amaçlar. Üniversite öğrencilerinin stresle başa çıkma becerilerini güçlendirmede, işlevsiz düşünce kalıplarını fark etmeleri ve daha uyumlu başa çıkma stratejileri geliştirmeleri açısından etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. Literatürdeki bulgular da bu etkiyi desteklemektedir. Nakao ve diğerleri (2021) tarafından yürütülen kapsamlı bir derleme çalışmasında, bilişsel davranışçı terapinin stresle ilişkili psikolojik ve fizyolojik belirtilerin azaltılmasında etkili bir müdahale yöntemi olduğu vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Hofmann ve diğerleri (2012) tarafından gerçekleştirilen meta-analiz çalışması, BDT'nin stresin hem duygusal hem de bilişsel boyutlarını hedef alarak stres düzeylerini anlamlı biçimde azalttığını ortaya koymuştur. Çalışmada, BDT'nin özellikle işlevsiz bilişsel çarpıtmaları yeniden yapılandırma ve duygusal düzenlemeyi geliştirme yoluyla stresin öznel yoğunluğunu düşürdüğü vurgulanmıştır.

1.2. Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT) ve Stres Yönetimi

Bilişsel Davranışçı Terapilerden biri olan ACT, bilişsel füzyon (düşüncelerle özdeşleşme) yerine bilişsel ayrışma, kaçınma yerine kabul ve an'a odaklanma üzerine kuruludur (Hayes vd., 2006). ACT'nin geliştiricileri, bu terapinin ilk olarak anksiyete durumlarını hedeflemek üzere geliştirildiğini belirtmektedir (Hayes vd.,2002). ACT'ye göre, stresle mücadele etmek yerine, stresli düşünce ve duygulara yer açmak psikolojik esnekliği artırır (Hayes vd., 2006).

1.2.1. Kabul ve Kararlılık Terapisinin Stresle Başa Çıkma Üzerindeki Etkisi

ACT'nin stres yönetimindeki temel hedefi, bireylerin stres yaratan düşünce ve duygularla mücadele etmek yerine, bu içsel yaşantıları kabul ederek değerleri doğrultusunda eyleme geçmelerini sağlamaktır. Bu yaklaşımın, yalnızca teorik bir çerçeve olarak değil, uygulamada da stres düzeylerini azaltmada etkili olduğu çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir. Örneğin, Daltry'nin (2015) üniversite danışma merkezinde yürüttüğü vaka çalışmasında, ACT temelli altı oturumluk stres yönetimi grup programının, öğrencilerin stresle başa çıkma becerilerini güçlendirdiği ve algılanan stres düzeylerini azalttığı bulunmuştur. Benzer biçimde, Bond ve Bunce (2003) tarafından İngiltere'de bir kamu kurumunda çalışan katılımcılara uygulanan üç yarım günlük ACT temelli eğitim programı sonrasında stres semptomlarında anlamlı azalma görülmüş ve bu etkinin üç ay sonraki takip ölçümlerinde de sürdüğü rapor edilmiştir. Ayrıca, Frögéli ve diğerlerinin (2015) hemşire adaylarıyla yürüttüğü altı oturumluk ACT temelli eğitim

programı sonucunda da algılanan stres düzeylerinde anlamlı azalma saptanmış ve etkinin üç ay boyunca devam ettiği belirlenmiştir.

1.2.2. Bilinçli Farkındalık Temelli (Mindfulness) Müdahaleleri ve Stres Yönetimi

Mindfulness temelli müdahaleler (MBIs), bireylerin düşünce, duygu ve bedensel duyumlarını yargısız bir farkındalıkla gözlemlemelerini amaçlayan, dikkat odaklı psikoterapötik yaklaşımlar bütününü ifade etmektedir (Kabat-Zinn, 2003). Mindfulness temelli müdahaleler (MBSR, MBCT), stresle başa çıkmada giderek daha popüler hale gelmektedir.

1.2.3. Farkındalık Temelli Stres Azaltma Programı (MBSR)

Mindfulness temelli yaklaşımların en bilinen ve en köklü örneği, Jon Kabat-Zinn tarafından 1979 yılında geliştirilen Mindfulness Temelli Stres Azaltma programıdır (Kabat-Zinn, 2013). MBSR, bireylerin stres, kronik ağrı ve hastalıkla ilişkili olumsuz duygusal ve bilişsel tepkilerini azaltmayı temel amaç edinir (Kabat-Zinn, 1990; 1994). Temel olarak, bireyin ortaya çıkan düşünce, duygu ve bedensel duyumlarına yönelik yargılayıcı olmayan bir farkındalık geliştirmesi hedeflenir (Kabat-Zinn, 1990). Bu yaklaşımın etkinliği, stres düzeylerinde azalma, duygusal düzenleme becerilerinde artış ve depresyon ile anksiyete belirtilerinde düşüş şeklinde klinik olarak gözlemlenmiştir (Kabat-Zinn, 2003).

1.2.4. Mindfulness Temelli Bilişsel Terapi (MBCT)

MBSR modelini temel alan bir diğer önemli müdahale, Mindfulness Temelli Bilişsel Terapi, 1990'ların sonunda geliştirilmiştir (Segal vd., 2018). MBCT'nin temel amacı, özellikle tekrarlayan depresyon (nüks) yaşayan bireylerde nüks riskini önlemektir. MBCT'nin, depresyonun tekrar etme riskini önemli ölçüde azalttığı ve genel olarak stresle başa çıkma esnekliğini artırdığı ampirik olarak gösterilmiştir (Segal vd., 2018; Williams vd., 2014).

1.2.5. Mindfulness Temelli Müdahalelerin Stresle Baş Etme Üzerindeki Etkisi

Her iki yaklaşımda da meditasyon, nefes farkındalığı, beden taraması ve farkındalıkla hareket egzersizleri aracılığıyla bireylerin mevcut deneyimlerine kabul ve açıklıkla yaklaşmaları desteklenmektedir. Bu yönüyle mindfulness temelli müdahaleler, stres, anksiyete ve depresyon düzeylerini azaltarak psikolojik iyi oluşu güçlendiren kanıta dayalı yöntemler arasında yer almaktadır. Grossman ve diğerleri (2004) tarafından yapılan meta-analiz çalışması, Farkındalık Temelli Stres Azaltma programının çeşitli klinik ve klinik dışı popülasyonlarda stres, kaygı ve depresyon semptomlarını azaltmada etkili olduğunu ortaya koymuştur. Oman ve diğerleri (2008) de sekiz haftalık mindfulness temelli meditasyon programının üniversite öğrencilerinde algılanan stresi azalttığını ve psikolojik iyi oluş düzeyini artırdığını bildirmiştir. Ayrıca, Ma ve diğerleri (2022) tarafından yürütülen meta-analiz, üniversite öğrencilerinde depresyon ve anksiyete belirtilerinin azaltılmasında Kabul ve Kararlılık Terapisi, Mindfulness Temelli Stres Azaltma ve Mindfulness Temelli Bilişsel Terapi'nin tümünün etkili olduğunu ve aralarında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Bu bulgular, hem ACT hem de mindfulness temelli yaklaşımların stres yönetiminde güvenilir ve uygulanabilir yöntemler olduğunu desteklemektedir. Nitekim yapılan diğer çalışmalar da, ACT ve BDT temelli müdahalelerin stres yönetiminde benzer düzeyde etkili olduğunu ve uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını ortaya koymuştur (Barrett ve Stewart, 2021; Arch ve Craske, 2008; Forman ve diğerleri, 2007).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme, BDT, ACT ve Farkındalık temelli yaklaşımların, üniversite öğrencilerinin stresle başa çıkma becerilerini geliştirmede önemli ve kanıta dayalı stratejiler sunduğunu doğrulamaktadır. BDT, sorun çözme ve bilişsel yeniden yapılandırma becerilerini hedeflerken, ACT, kabul ve değer odaklı yaşama vurgu yaparak daha esnek bir yaklaşım sunmaktadır. Farkındalık ise, bu her iki yaklaşımın temelini oluşturan, an'a odaklanma ve duygusal regülasyon becerilerini geliştiren bir pratik olarak öne çıkmaktadır.

Üniversiteler, öğrenci danışmanlık hizmetlerinde bu yaklaşımları birleştirerek, bütüncül ve entegre müdahale programları tasarlayabilirler. Bu programlar, öğrencilerin bilişsel, duygusal ve davranışsal düzeyde stresle başa çıkma kapasitelerini artırabilir. Gelecek araştırmalar, bu yaklaşımların farklı kültürel bağlamlarda ve farklı öğrenci popülasyonları üzerindeki uzun vadeli etkilerini inceleyerek, bu alandaki bilgi birikimini daha da derinleştirebilir.

KAYNAKÇA

Arch, J. J., & Craske, M. G. (2008). Acceptance and commitment therapy and cognitive behavioral therapy for anxiety disorders: Different treatments, similar mechanisms? *Clinical Psychology: Science and Practice, 15*(4), 263–279. https://doi.org/10.1111/j.1468-2850.2008.00137.x

Awadalla, S., Davies, E. B. ve Glazebrook, C. (2024). The Impact of Depressive and Anxiety Symptoms on Academic Achievement among Undergraduate University Students: A Systematic Review. *OBM Neurobiology*, *8*(4), 261. https://doi.org/10.21926/obm.neurobiol.2404261

Barrett, K., & Stewart, I. (2021). A preliminary comparison of the efficacy of online Acceptance and Commitment Therapy (ACT) and Cognitive Behavioural Therapy (CBT) stress management interventions for social and healthcare workers. *Health & social care in the community*, *29*(1), 113–126. https://doi.org/10.1111/hsc.13074

Bayram, N., & Bilgel, N. (2008). The prevalence and socio-demographic correlations of depression, anxiety and stress among a group of university students. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 43*(8), 667–672. https://doi.org/10.1007/s00127-008-0345-x

Beck, A. T. (1995). *Cognitive therapy: Basics and beyond*. Guilford Press.

Bernal-Morales, B., Rodríguez-Landa, J. F., & Pulido-Criollo, F. (2015). *Impact of anxiety and depression symptoms on scholar performance in high school and university students.* InTech. https://doi.org/10.5772/60711

Bernstein, J. (2025). *Gençler için stresle başa çıkma rehberi* (**Çev. B. I. Karaşahin**). Nobel Akademik Yayıncılık.

Bond, F. W., & Bunce, D. (2003). The Role of Acceptance and Job Control in Mental Health, Job Satisfaction, and Work Performance. *Journal of Applied Psychology, 88*(6), 1057–1067. https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.6.1057

Burns, D. D. (1980). *Feeling good: The new mood therapy*. William Morrow.

Daltry, R. M. (2015). A case study: An ACT stress management group in a university counseling center. *Journal of College Student Psychotherapy, 29*(1), 36–43. https://doi.org/10.1080/87568225.2015.976076

Dimidjian, S., Hollon, S. D., Dobson, K. S., Schmaling, K. B., Kohlenberg, R. J., Addis, M. E., Gallop, R., Castonguay, L. G., Markley, D. K., & Goeckeler, K. (2006). Randomized trial of behavioral activation, cognitive therapy, and antidepressant medication in the acute treatment of adults with major depression. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *74*(4), 658–670. https://doi.org/10.1037/0022-006X.74.4.658

Forman, E. M., Herbert, J. D., Moitra, E., Yeomans, P. D., & Geller, P. A. (2007). A randomized controlled effectiveness trial of Acceptance and Commitment Therapy and Cognitive Therapy for anxiety and depression. *Behavior Modification*, *31*(6), 772–799. https://doi.org/10.1177/0145445507302202

Frögéli, E., Djordjevic, A., Rudman, A., Livheim, F., & Gustavsson, P. (2015). A randomized controlled pilot trial of acceptance and commitment training (ACT) for preventing stress-related ill health among future nurses. *Anxiety, Stress, & Coping*, *29*(2), 202–218. https://doi.org/10.1080/10615806.2015.1025765

Grossman, P., Niemann, L., Schmidt, S., & Walach, H. (2004). *Mindfulness-based stress reduction and health benefits: A meta-analysis.* Journal of Psychosomatic Research, 57(1), 35–43. https://doi.org/10.1016/S0022-3999(03)00573-7

Hayes, S. C., Pankey, J., & Gregg, J. (2002). Anxiety and Acceptance and Commitment Therapy. In E. A. Gosch & R. A. DiTomasso (Eds.), *Comparative treatments of anxiety disorders* (pp. 110–136). Springer Publishing Company.

Hayes, S. C., Strosahl, K. D., & Wilson, K. G. (2006). *Acceptance and commitment therapy: An experiential approach to behavior change.* Guilford Press.

Hofmann, S. G., Asnaani, A., Vonk, I. J. J., Sawyer, A. T., & Fang, A. (2012). *The efficacy of cognitive behavioral therapy: A review of meta-analyses.* Cognitive Therapy and Research, 36(5), 427-440. https://doi.org/10.1007/s10608-012-9476-1

Kabat-Zinn, J. (1990). *Full catastrophe living: Using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness*. Delta.

Kabat-Zinn, J. (1994). *Wherever you go, there you are: Mindfulness meditation in everyday life*. Hyperion.

Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, *10*(2), 144–156. https://doi.org/10.10943/clipsy.bpg016

Kabat-Zinn, J. (2013). *Full catastrophe living: Using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness* (Rev. and updated 15th anniversary ed.). Delta.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

Ma, L., Wang, Y., Pan, L., Cui, Z., Schlatter, P., & O'Reilly, G. (2022). Mindfulness-informed (ACT) and mindfulness-based programs (MBSR/MBCT) applied for college students to reduce symptoms of depression and anxiety. *Journal of Behavioral and Cognitive Therapy, 32*(4), 271–289. https://doi.org/10.1016/j.jbct.2022.05.002

Martell, C. R., Dimidjian, S., & Herman-Dunn, R. (2022). *Behavioral activation for depression: A clinician's guide* (2nd ed.). Guilford Press.

Mazzucchelli, T. G., Kane, R. T., & Rees, C. S. (2009). Behavioral activation treatments for depression in adults: A meta-analysis and review. *Clinical Psychology: Science and Practice*, *16*(4), 383–411. https://doi.org/10.1111/j.1468-2850.2009.01178.x

Nakao, M., Shirotsuki, K., & Sugaya, N. (2021). Cognitive–behavioral therapy for management of mental health and stress-related disorders: Recent advances in techniques and technologies. *BioPsychoSocial Medicine*, *15*(1), Article No. 16. https://doi.org/10.1186/s13030-021-00219-w

Oman, D., Shapiro, S. L., Thoresen, C. E., Plante, T. G., & Flinders, T. (2008). Meditation lowers stress and supports forgiveness among college students: A randomized controlled trial. *Journal of American College Health*, *56*(5), 569–578. https://doi.org/10.3200/JACH.56.5.569-578

Segal, Z. V., Williams, J. M. G., & Teasdale, J. D. (2018). *Mindfulness-based cognitive therapy for depression* (2nd ed.). Guilford Press.

Williams, J. M. G., Crane, C., Barnhofer, T., Brennan, K., Duggan, D. S., Fennell, M. J. V., Hackmann, A., Krusche, A., Muse, K., Von Rohr, I. R., Shah, D., Crane, R. S., Eames, C., Jones, M., Radford, S., Silverton, S., Sun, Y., Weatherley-Jones, E., Whitaker, C. J., . . . Russell, I. T. (2014). Mindfulness-based cognitive therapy for preventing relapse in recurrent depression: A randomized dismantling trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *82*(2), 275–286. https://doi.org/10.1037/a0035036

https://doi.org/10.71284/asc.2025222

AN OVERVIEW OF AUTOMOTIVE DEMAND FORECASTING METHODS

İlknur Tanriverdi[1]

Abstract

The automotive sector is one of the most critical industries in which demand forecasting plays a vital role due to rapidly changing customer preferences, global supply chain dependencies, and complex production processes. Although the topic has been widely studied from past to present, demand forecasting in the automotive sector remains an important area of research for both academia and industry. The rapid digital transformation has led to significant changes in forecasting practices, while traditional estimation methods continue to be used alongside advanced data-driven approaches. This study aims to analyze academic research on demand forecasting methods in the automotive industry within the context of marketing. In this context, a systematic literature search was conducted in the Web of Science (WOS) database using the keywords "Automotive," "Demand," "Forecasting," and "Prediction" to explore the current state and trends of research in this field. The findings reveal that studies in this field have increased significantly since 2016, and that artificial neural networks—capable of addressing complex and nonlinear relationships—are increasingly preferred in recent research. This paper presents a comprehensive literature review on demand forecasting methods in the automotive sector and identifies current approaches. In addition, it offers insights and recommendations for improving future demand forecasting and inventory planning practices in the industry.

Keywords: Demand forecasting, automotive, forecasting methods

[1] Asst. Prof., Bursa Technical University, ilknur.tanriverdi@btu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-6788-497X

INTRODUCTION

The automotive industry is one of the cornerstone sectors of global trade and global production (Ferrazzi, Goldstein, 2011). In addition to the international movement of finished product sales, the raw materials, spare parts, and materials used to manufacture automobiles also create extraordinary movement in the global market. The concern of producing on time, with high quality, and at minimum cost requires near-perfect supply chain processes. Well-planned supply chain processes are only possible with accurate demand forecasting. Well-forecasted demand will be the source of well-planned production. Anticipating and accurately predicting customer expectations can increase customer satisfaction (Meirovich et al., 2020) and profitability (Nwabekee et al., 2021).

The automotive industry is a sector where demand forecasting is challenging due to the presence of numerous factors that directly and indirectly influence customer preferences and vehicle sales (Singh et al., 2023). From the past to the present, demand forecasting studies have been frequently addressed in both sectoral and academic research for the planning and management of supply chain processes (Dong et al., 2023). Past data, current market information, accessible forecasting methods, and the ability to use them can be decisive in demand forecasting methods. Rapid developments in information systems and technology, along with advancements in data management, have enabled higher accuracy in demand forecasting.

In the international literature, sales forecasts have been made for many sectors using different demand forecasting methods. These include the fashion retail service sector (Liu et al., 2013), computer retailing (Chen, Lu, 2017), the clothing sector (Kalaoğlu et al., 2015), the food sector (Nassibi et al., 2023), and the energy sector (Zema et al., 2023) are some of these sectors. This study also focuses on demand forecasting models used in the automotive sector. Within this scope, a qualitative research study was conducted using the systematic literature review method.

1. LITERATURE REVIEW

Demand forecasting methods are addressed in various ways in the literature. One of the most common classification methods is to categorize them as qualitative and quantitative forecasting methods (Kaya et al., 2019). Quantitative forecasting methods are computational methods that use statistical techniques to make predictions based on past data. The first forecasting studies based on a single variable were conducted using the integrated moving average method or regression models. Due to their inadequacies in accurate forecasting and thanks to developments in mathematical tools and information systems, neural networks, genetic algorithms, and artificial intelligence techniques have been incorporated into forecasting models (Garcia-Ascanio, Maté, 2010: 715). These methods offer advantages in terms of being able to make predictions even under conditions of missing data, being more flexible, and being able to predict non-linear relationships (Shahrabi et al., 2013).

Quantitative forecasting methods can be categorized into three main types: time series models that use historical data obtained periodically, causal models based on cause-and-effect relationships, and artificial intelligence and heuristic algorithms. Time series-based forecasting models are methods that predict future demand based on historical data recorded at equal time intervals. Simple, Exponential Smoothing, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), and Moving Average methods are some of the time series models. Each of these methods varies depending on its ability to analyze the seasonality or stationarity characteristics of the variables being analyzed. Exponential Smoothing is a forecasting method that gives relatively more weight to recent values compared to older observations (Tratar et al., 2016). It is often preferred for forecasting the sales of products that are sensitive to seasonal changes. The Moving Average method is a calculation method that can incorporate non-stationary characteristics of the time series, such as seasonality, into the forecasting process. Regression analyses are statistical models that address cause-and-effect relationships and investigate the effects of one or more variables on demand forecasting (Seyedan,

Mafakheri, 2020: 13). They operate on the principle of predicting demand for the dependent variable based on independent variables.

Predicting future sales by statistically analyzing data from previous periods will not be sufficient on its own for successful forecasting due to reasons such as the inability to include campaigns, sales promotions, holidays, or sudden events in the forecasts (Abolghasemi et al., 2020). At this point, incorporating expert judgment into forecasting creates an opportunity to include changes in the forecast that cannot be predicted through data analysis (Alvarado-Valencia et al., 2017). Qualitative forecasting methods are used when there is insufficient historical data (Arunraj, Ahrens, 2015: 321), the lack of expertise among business employees to analyze quantitative methods (Naik, 2004), or when events occur that shock the demand (such as Covid-19). They are judgmental methods used to predict demand. Qualitative methods are frequently preferred in businesses because they allow for interpretation by combining past market experience with current information. However, they can lead to inaccurate forecasts due to risks such as biased attitudes, optimistic or pessimistic approaches, and deliberate manipulation of estimates. The most common qualitative forecasting methods are the Delphi method, scenario analysis, and expert panels.

Artificial intelligence, neural networks, and machine learning models have revolutionized the solution of prediction problems due to their capabilities in problem-solving, learning, and decision-making. Their ability to solve complex and non-linear relationships increases prediction accuracy. Artificial intelligence-based models offer a promising alternative for problems that are difficult to solve using traditional methods (Hammad et al., 2020).

Singh et al. (2013) examined demand forecasting methods from different perspectives, categorizing them into three groups: traditional demand forecasting methods, modified traditional demand forecasting methods, and soft computing demand forecasting methods. Traditional demand forecasting methods include regression, multiple regression, exponential smoothing, and iterative reweighted least squares methods. Modified traditional demand forecasting methods include adaptive demand forecasting, stochastic time series, and support vector machine (SVM)-based methods. Fuzzy computing demand forecasting methods include models covering genetic algorithms, fuzzy logic, neural networks, and knowledge-based expert systems.

2. METHODOLOGY

This study aims to examine the current demand forecasting literature used in the automotive industry from a marketing perspective. A systematic literature review method, which is a systematic summarization approach providing a structured pathway for reviewing the existing literature within the framework of the research questions (Nightingale, 2009) defined in the study, was used. The systematic literature search procedure was implemented as shown in Table 1. The study consists of planning, conducting, and reporting steps (Tranfield et al., 2003: 220). A search of the Web of Science database using the terms “demand,” “automotive,” “forecasting,” and “prediction” yielded 60 studies. The number of studies classified as articles was determined to be 43. The articles were scanned individually, excluding non-sales topics such as spare parts, energy, and production demand, and focusing on studies on automotive sales forecasting. As a result of the evaluation, 12 articles were identified and examined in terms of their subjects and findings.

Table 1. Systematic Literature Review Procedure

Search Database	Web of Science
Search Keywords	“Demand”, “automotive”, “forecasting”, “prediction”
Document Type	Articles
Inclusion criteria	Focus on vehicle sales forecasting
Exclusion criteria	Studies on spare parts, energy, or production forecasting

FINDINGS

As a result of the literature review, it was observed that the number of publications has increased since 2016. A review of the reviewed publications within the framework of their subjects and findings is given in Table 2.

Table 2. Studies on Demand Forecasting in the Automotive Industry

Article	Authors Date	Subject	Findings
Marketing predictions under macroeconomic volatility: empirical evidence for automotive SMEs from a machine learning perspective	Muth et al., 2025	The study compares demand forecasting methods for new automobiles among German SMEs in the automotive sector. In this context, 21 different methods, including Machine Learning, have been evaluated.	According to the results, methods that integrate Machine Learning and incorporate multiple variables into the forecasting process provide much more accurate and consistent results compared to others. It has also been determined that Machine Learning is a more effective approach, especially during periods of macroeconomic fluctuations.
Deep learning hybrid models for effective supply chain risk management: mitigating uncertainty while enhancing demand prediction	Rezki, Mansour, 2024	The study aims to examine demand forecasting methods in the automotive industry. In this context, Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA), Long Short-Term Memory (LSTM), Artificial Neural Network (ANN), Recurrent Neural Network (RNN), and a hybrid RNN–ANN model combined with Gradient Boosting (GB) are discussed.	The findings indicate that hybrid models achieve higher accuracy in demand forecasting for the automotive sector.
Modeling Spatiotemporal Heterogeneity of Customer Preferences With Small-Scale Aggregated Data: A Spatial Panel Modeling Approach	Chen et al., 2024	This study investigates the spatiotemporal variations in customer preferences for SUVs and sedans in the Chinese automotive market between 2012 and 2016. Specifically, it examines the effects of product attributes, customer demographics, and regional characteristics on aggregate customer preferences using a spatial panel modeling approach.	According to the results obtained, it was determined that the spatial panel modeling method was more effective than statistical spatio-temporal data models and non-parametric regression methods. Additionally, research results indicate that vehicle manufacturers' ability to forecast demand in different spatial regions can support local product development and design in other markets.
Optimization of Sustainable Automotive Manufacturing Supply Chain With Demand Prediction: A Combinatorial Framework.	Dong et al., 2023	The study focuses on modeling sustainable supply chain planning in the automotive industry. It proposes a comprehensive framework that integrates customer prioritization, economic conditions, policies and regulations, sales strategies, vehicle competitiveness, and promotional activities. Demand forecasting is performed using deep neural networks to capture nonlinear relationships, and the forecasted demand is incorporated into the model to improve supply chain efficiency and sustainability.	According to the research results, carrying out supply chain decision-making processes in the automotive industry in a sustainability-oriented manner, taking into account economic, social, and environmental factors, can increase overall preference and competitiveness.
Innovating knowledge and information for a firm-level automobile demand forecast system: A machine learning perspective	Kim, 2023	An evaluation of automotive demand forecasting methods was conducted using vehicle sales data from 2011 to 2020 in South Korea. The study considered methods such as linear regression, machine learning, and neural networks, and proposed a hybrid model to forecast firm-level demand.	The findings suggest that machine learning models can provide flexible and accurate forecasting alternatives for various firm-level demand scenarios. Moreover, incorporating human judgment into these models can enhance their practical relevance and support managerial decision-making in the automotive industry.

Predictive Sales and Operations Planning Based on a Statistical Treatment of Demand to Increase Efficiency: A Supply Chain Simulation Case Study	Gallego-García, García-García, 2021	The study proposes a predictive model designed to enhance manufacturer efficiency by developing solutions to address potential future constraints and customer demand within the sales and operations planning (S&OP) process of the supply chain. In this context, predictive and traditional approaches are compared through scenario-based analyses using data from the automotive sector.	According to the findings, the predictive S&OP model outperformed traditional models, resulting in lower forecast errors and achieving higher on-time delivery rates during periods of fluctuating demand.
Demand Prediction Using a Soft-Computing Approach: A Case Study of Automotive Industry	Salais-Fierro et al., 2020	The study proposes a demand forecasting model for the automotive sector that utilizes both quantitative and qualitative data through time-series artificial neural networks and fuzzy logic methods. It integrates expert opinions with historical sales data.	The results suggest that a demand forecasting model combining expert judgment, fuzzy logic, and time-series neural networks can enhance supply chain visibility and improve planning efficiency.
Can search engine data improve accuracy of demand forecasting for new products? Evidence from automotive market	Kim et al., 2019	The study investigates the potential of using consumer internet search data to forecast demand in the automotive sector. Specifically, it examines the relationship between consumer search activity and vehicle sales at the regional level. Focusing on the new product launch period, the study utilizes big data analytics to improve the accuracy of demand forecasting.	The findings suggest that internet search query data serve as a reliable indicator for forecasting demand for new products, and also that the Bass diffusion model can effectively predict new product demand.
Forecasting Automobile Sales in Turkey with Artificial Neural Networks	Kaya et al., 2019	The study forecasts automobile sales in Türkiye using Artificial Neural Network, ARIMA, and time series decomposition methods.	The findings indicate that the Artificial Neural Network model demonstrates superior forecasting performance compared to the ARIMA and time series decomposition methods.
Passenger Car Sales Projections: Measuring the Accuracy of a Sales Forecasting Model	Pavelková et al., 2018	The study proposes a short- and medium-term demand forecasting model using passenger car sales data from 38 countries. A regression-based model was developed, taking into account income levels and country-specific characteristics.	The results indicate that sales are primarily influenced by income. Factors such as current vehicle ownership in the country and the saturation level of vehicle ownership also influence demand trends.
Gone in 30 days! Predictions for car import planning	Lacic et al., 2018	The focus of the study is the forecasting of automotive imports based on vehicle registration data in Austria. In this context, both linear and non-linear demand forecasting methods are applied.	The study presents comparative forecast results using both seasonal and linear approaches for 33 different brands. The findings indicate that the seasonal ARIMA method outperforms other approaches in most cases.
Forecasting light-duty vehicle demand using alternative-specific constants for endogeneity correction versus calibration	Haaf et al., 2016	The study proposes a vehicle demand forecasting model using U.S. automotive sales data. It investigates the impact of alternative-specific constants (ASCs) on forecast accuracy.	The results indicate that incorporating ASCs improves predictive performance compared to traditional calibration methods.

CONCLUSION

This study examines demand forecasting methods in the automotive industry from a marketing perspective and through a systematic literature review.

The automotive industry is one of the sectors where forecasting demand is important and challenging due to rapidly changing and evolving production methods and the product options offered to customers. In the literature, demand forecasting studies have been researched on a company basis, a regional basis (within the framework of a country or a defined area), or a product basis (based on vehicle model or segment).

Time series analyses, which are known as traditional methods and are based on specific time intervals that determine seasonal trends, and regression analyses, which determine the relationship between variables, are frequently used for demand forecasting. Furthermore, the development of computer systems and artificial intelligence infrastructure for machine learning models has increased interest in artificial intelligence-based demand forecasting models. Using statistical models that only include past sales data will not be sufficient to accurately forecast demand (Abolghasemi et al., 2020). Studies show that incorporating machine learning and artificial intelligence-based forecasting models into statistical models, adding judgmental forecasts, and shifting to hybrid methods increases forecasting accuracy (Kim, 2023; Rezki and Mensour, 2024; Muth et al., 2025). It is also possible to say that big data and internet search data have developed as alternatives to data sets obtained through surveys (Jun et al., 2014; Kim et al., 2019). When examining studies on demand forecasting, there is a consensus that it is not possible to say that any method performs better than others in all cases in terms of forecast accuracy (Ghalehkhondabi et al., 2017: 416). From this perspective, it would be appropriate to select a demand forecasting method specific to the data, product, sector, time frame, and marketing strategies.

The study has limitations, such as its scope to the WoS database and its literature review within the defined themes. Future studies could include other databases, focus on electric vehicle demand, address comparative methods, or conduct customer-focused studies

REFERENCES

Abolghasemi, M., Hurley, J., Eshragh, A., & Fahimnia, B. (2020). Demand forecasting in the presence of systematic events: Cases in capturing sales promotions. *International Journal of Production Economics*, 230, 107892.

Alvarado-Valencia, J., Barrero, L. H., Önkal, D., & Dennerlein, J. T. (2017). Expertise, credibility of system forecasts, and integration methods in judgmental demand forecasting. *International Journal of Forecasting*, 33(1), 298-313.

Arunraj, N. S., & Ahrens, D. (2015). A hybrid seasonal autoregressive integrated moving average and quantile regression for daily food sales forecasting. *International Journal of Production Economics*, 170, 321-335.

Chen, I. F., & Lu, C. J. (2017). Sales forecasting by combining clustering and machine-learning techniques for computer retailing. *Neural Computing and Applications*, 28(9), 2633-2647.

Chen, Y., Bi, Y., Xie, J., Sha, Z., Wang, M., Fu, Y., & Chen, W. (2024). Modeling Spatiotemporal Heterogeneity of Customer Preferences With Small-Scale Aggregated Data: A Spatial Panel Modeling Approach. *Journal of Computing and Information Science in Engineering,* 24(8), 084503.

Dong, W., Zhang, X., Guo, H., Qu, J., Dong, L., Zhang, H., & Jiang, Y. (2023). Optimization of Sustainable Automotive Manufacturing Supply Chain With Demand Prediction: A Combinatorial Framework. *International Journal of Industrial Engineering*, 30(4).

Ferrazzi, M., & Goldstein, A. (2011). The new geography of automotive manufacturing. *International Economics*.

Gallego-García, S., & García-García, M. (2020). Predictive sales and operations planning based on a statistical treatment of demand to increase efficiency: A supply chain simulation case study. *Applied Sciences*, 11(1), 233.

Garcia-Ascanio, C., & Maté, C. (2010). Electric power demand forecasting using interval time series: A comparison between VAR and iMLP. *Energy Policy*, 38(2), 715-725.

Ghalehkhondabi, I., Ardjmand, E., Weckman, G. R., & Young, W. A. (2017). An overview of energy demand forecasting methods published in 2005–2015. *Energy Systems*, 8(2), 411-447.

Haaf, C. G., Morrow, W. R., Azevedo, I. M., Feit, E. M., & Michalek, J. J. (2016). Forecasting light-duty vehicle demand using alternative-specific constants for endogeneity correction versus calibration. *Transportation Research Part B: Methodological,* 84, 182-210.

Hammad, M. A., Jereb, B., Rosi, B., & Dragan, D. (2020). Methods and models for electric load forecasting: a comprehensive review. *Logistics, Supply Chain, Sustainability and Global Challenges*, 11(1), 51-76.

Jun, S. P., Park, D. H., & Yeom, J. (2014). The possibility of using search traffic information to explore consumer product attitudes and forecast consumer preference. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 237-253.

Kalaoglu, Ö. İ., Akyuz, E. S., Ecemiş, S., Eryuruk, S. H., Sümen, H., & Kalaoglu, F. (2015). Retail demand forecasting in clothing industry. *Textile and Apparel*, 25(2), 172-178.

Kaya, A., Kaya, G., & Çebi, F. (2019). Forecasting automobile sales in Turkey with artificial neural networks. *International Journal of Business Analytics (IJBAN),* 6(4), 50-60.

Kim, D., Woo, J., Shin, J., Lee, J., & Kim, Y. (2019). Can search engine data improve accuracy of demand forecasting for new products? Evidence from automotive market. *Industrial Management & Data Systems*, 119(5), 1089-1103.

Kim, S. (2023). Innovating knowledge and information for a firm-level automobile demand forecast system: A machine learning perspective. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(2), 100355.

Lacic, E., Traub, M., Duricic, T., Haslauer, E., & Lex, E. (2018). Gone in 30 days! Predictions for car import planning. *it-Information Technology*, 60(4), 219-228.

Liu, N., Ren, S., Choi, T. M., Hui, C. L., & Ng, S. F. (2013). Sales forecasting for fashion retailing service industry: a review. *Mathematical Problems in Engineering,* 2013(1), 738675.

Meirovich, G., Jeon, M. M., & Coleman, L. J. (2020). Interaction of normative and predictive expectations in customer satisfaction and emotions. *Journal of Marketing Analytics*, *8*(2), 69-84.

Muth, M., Parsegyan, A. T., Litzinger, J., & Lingenfelder, M. (2025). Marketing predictions under macroeconomic volatility: empirical evidence for automotive SMEs from a machine learning perspective. *Journal of Marketing Analytics,* 1-32.

Naik, G. (2004). The structural qualitative method: a promising forecasting tool for developing country markets. *International Journal of Forecasting*, 20(3), 475-485.

Nassibi, N., Fasihuddin, H., & Hsairi, L. (2023). Demand forecasting models for food industry by utilizing machine learning approaches. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications,* 14(3), 892-898.

Nightingale, A. (2009). *A guide to systematic literature reviews*. Surgery (Oxford), 27(9), 381-384.

Nwabekee, U. S., Aniebonam, E. E., Elumilade, O. O., & Ogunsola, O. Y. (2021). Predictive Model for Enhancing Long-Term Customer Relationships and Profitability in Retail and Service-Based. International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation, 2(1), 860-870.

Pavelková, D., Homolka, L., Vychytilová, J., & Dehning, B. (2018). Passenger car sales projections: Measuring the accuracy of a sales forecasting model. Ekonomický časopis, 66(3), 227-249.

Rezki, N., & Mansouri, M. (2024). Deep learning hybrid models for effective supply chain risk management: mitigating uncertainty while enhancing demand prediction. Acta Logistica, 11(4), 589-604.

Salais-Fierro, T. E., Saucedo-Martinez, J. A., Rodriguez-Aguilar, R., & Vela-Haro, J. M. (2020). Demand prediction using a soft-computing approach: A case study of automotive industry. Applied Sciences, 10(3), 829.

Seyedan, M., & Mafakheri, F. (2020). Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities. Journal of Big Data, 7(1), 53.

Shahrabi, J., Hadavandi, E., & Asadi, S. (2013). Developing a hybrid intelligent model for forecasting problems: Case study of tourism demand time series. Knowledge-Based Systems, 43, 112-122.

Singh, A. K., Ibraheem, S. K., Muazzam, M., & Chaturvedi, D. K. (2013). An overview of electricity demand forecasting techniques. Network and complex systems, 3(3), 38-48.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. British journal of management, 14(3), 207-222.

Tratar, L. F., Mojškerc, B., & Toman, A. (2016). Demand forecasting with four-parameter exponential smoothing. International Journal of Production Economics, 181, 162-173.

Zema, T. O. M. A. S. Z., Sulich, A. D. A. M., & Kulhanek, L. U. M. I. R. (2023, May). Energy sales forecasting in a sustainable development context: Bibliometric review. In 7th FEB International Scientific Conference (p. 99).

https://doi.org/10.71284/asc.2025223

21. YÜZYILDA SAĞLIK SEKTÖRÜNDE FİZYOTERAPİ UYGULAMALARI: TELEREHABİLİTASYONUN YÜKSELEN ROLÜ

PHYSIOTHERAPY PRACTICES IN THE HEALTHCARE SECTOR IN THE 21st CENTURY: THE EMERGING ROLE OF TELEREHABILITATION

Mert Uysal[1]

Özet

Tüm sektörlerde olduğu gibi, sağlık sektöründe de dijitalleşme süreci 21. yüzyılda hızla artmaktadır ve yaygınlaşmaya devam etmektedir. Özellikle yapay zekâ araçlarının ortaya çıkması ve COVID-19 pandemi süreci sağlık sektöründeki tüm alanlarda olduğu gibi fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarında da dinamiklerin değişmesine ve yeni hizmet modellerinin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Bu bağlamda telerehabilitasyon kavramı, fizyoterapi hizmetlerinin zamandan ve mekândan bağımsız olarak sunulmasına olanak tanıyan yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Telerehabilitasyon; internet tabanlı platformlar, mobil uygulamalar, giyilebilir teknolojiler ve/veya görüntülü iletişim araçları sayesinde bireylere uzaktan online ortamlarda egzersiz eğitimi, danışmanlık ve klinik takip hizmetlerinin sağlanmasını ifade eder. Nörolojik, ortopedik, geriatrik, pediatrik ve/veya kronik hastalıkların yönetiminde yaygın olarak uygulanan telerehabilitasyonun klinik etkinliğine ilişkin güncel literatür, geleneksel yüz yüze yöntemlerle karşılaştırıldığında benzer terapötik sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Ayrıca, hasta memnuniyetinin ve tedaviye uyum oranlarının yüksek olması, bu yaklaşımın klinik pratikte uygulanabilirliğini desteklemektedir. Telerehabilitasyon; erişilebilirlik, maliyet etkinliği, süreklilik ve bireyselleştirilmiş takip gibi önemli avantajlar sunmasına rağmen yaygınlaşabilmesi için veri güvenliği, dijital altyapıya erişim ve kullanıcı adaptasyonu gibi zorlukların ortadan kaldırılması gerekir. Böylece telerehabilitasyon, yeni yüzyılda, herkes tarafından kolayca erişilebilir ve güvenli bir alternatif olarak sağlık sektöründeki yerini güvence altına alabilir. Geleceğe yönelik olarak; yapay zekâ destekli karar sistemleri, giyilebilir sensör teknolojileri ve/veya kişiselleştirilmiş tedavi algoritmaları gibi entegre edilebilir ek hizmetler ile telerehabilitasyonun etkinliğinin ve kapsayıcılığının artacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, fizyoterapi alanında telerehabilitasyon kavramı; hasta merkezli, sürdürülebilir, kişiselleştirilebilir, takip edilebilir ve/veya dijital dönüşüme uyumlu bir hizmet modeli sunarak sağlık hizmetlerinin geleceğinde önemli bir rol üstlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital sağlık, sağlık hizmetlerinde inovasyon, telesağlık, yapay zekâ.

[1]Karabük Üniversitesi, Fizyoterapi Programı, Türkiye, mertuysal@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-3649-9045

Abstract

As in all industries, the digitalization of the healthcare sector has accelerated in the 21st century and continues to expand. In particular, the emergence of artificial intelligence tools and the COVID-19 pandemic have driven changes in dynamics and the development of new service models in physiotherapy and rehabilitation practices, as in all areas of the healthcare sector. In this context, the concept of telerehabilitation emerges as an innovative approach that enables the delivery of physiotherapy services independently of time and location. Telerehabilitation refers to the provision of exercise training, counseling, and clinical follow-up services to individuals remotely via online platforms, mobile applications, wearable technologies, and/or video communication tools. It is widely applied in the management of neurological, orthopedic, geriatric, pediatric, and/or chronic conditions. Current literature on its clinical effectiveness indicates that it achieves therapeutic outcomes comparable to traditional face-to-face methods. Moreover, high patient satisfaction and treatment adherence support its applicability in clinical practice. Although telerehabilitation offers significant advantages such as accessibility, cost-effectiveness, continuity of care, and personalized follow-up, its widespread adoption requires addressing challenges related to data security, access to digital infrastructure, and user adaptation. Thus, telerehabilitation can establish itself as a safe and easily accessible alternative within healthcare in the new century. Looking ahead, the integration of artificial intelligence-based decision support systems, wearable sensor technologies, and/or personalized treatment algorithms is expected to further enhance both the effectiveness and inclusivity of telerehabilitation. In conclusion, the concept of telerehabilitation in physiotherapy represents a patient-centered, sustainable, customizable, traceable, and digitally adaptable service model, playing a significant role in the future of healthcare services.

Keywords: Artificial intelligence, digital health, healthcare innovation, telehealth.

GİRİŞ

Sağlık sektöründe dijitalleşme, 21. yüzyılda hız kazanmış ve tüm alanlarda olduğu gibi rehabilitasyon hizmetlerinin sunum biçimlerini de dönüştürmüştür. COVID-19 pandemisiyle birlikte uzaktan sağlık uygulamalarına olan ihtiyaç belirginleşmiş ve fizyoterapi alanında telerehabilitasyon kavramı, sağlık hizmetlerinin zamandan ve mekândan bağımsız biçimde sunulmasını sağlayan yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmıştır (Morri vd., 2024; Munoz-Tomas vd., 2023). Telerehabilitasyon; eşzamanlı olarak çevrim içi görüntülü görüşmeler, mobil uygulamalar, internet platformları ve giyilebilir sensörler aracılığıyla egzersiz eğitimi, danışmanlık, hasta eğitimi, klinik izlemi ve sonuç takibini içeren bütüncül yapısıyla uzaktan sağlanan fizyoterapi hizmetlerini ifade eder (Lee vd., 2024). Bu yaklaşım; nörolojik, ortopedik, geriatrik ve kronik hastalık yönetimi gibi geniş klinik yelpazede uygulanmakta olup, erişilebilirlik, süreklilik ve maliyet etkinliği potansiyeliyle dikkat çekmektedir (Lee vd., 2024; Shambushankar vd., 2025). Sistematik derleme sonucu, telerehabilitasyonun kas-iskelet sistemi hastalıklarında klinik sonuçlar ve maliyet açısından geleneksel yaklaşımlara benzer düzeyde etkin olabildiğini gösterirken kalça kırığı sonrası rehabilitasyonu gibi bazı alt gruplarda işlevsel kazanımlarda üstünlüğe yaklaşabildiğini bildirmektedir (Molina-Garcia vd., 2024). Ayrıca nörolojik rehabilitasyonda (inme, Parkinson, multipl skleroz vb.) yaşam kalitesi ve fonksiyonel çıktılar yönünden telerehabilitasyonun uygulanabilir ve etkili bir seçenek olduğu gösterilmiştir (Federico vd., 2024; Sharififar vd., 2023).

Hasta memnuniyeti ve tedaviye uyum, telerehabilitasyonun klinik uygulanabilirliğini destekleyen önemli göstergelerdir. Literatür; memnuniyetin genellikle yüksek olduğunu, uyum oranlarının %75-100 olduğunu ve yüz yüze yaklaşımlarla benzer sonuçlar elde edilebildiğini bildirmektedir (Amin vd., 2022; Sharififar vd., 2023). Bununla birlikte yaygınlaşmanın önünde mahremiyet ve veri güvenliği gibi bazı engeller

bulunmaktadır. Uygun altyapıya erişim ve dijital okuryazarlık eksikliği gibi dijital temelli sorunlar ise telerehabilitasyonun benimsenmesini zorlaştırabilir (Houser vd., 2023; Labadorf vd., 2025).

Geleceğe dönük olarak yapay zekâ destekli karar sistemleri, giyilebilir sensörlerden gerçek zamanlı veri akışı ve kişiselleştirilmiş tedavi algoritmaları ile telerehabilitasyonun kapsam ve etkinliğinin artması beklenmektedir (Rasa, 2024). Bu çerçevede çalışmanın amacı; 21. yüzyılda dijitalleşmenin fizyoterapi uygulamalarına etkisini ve telerehabilitasyonun yükselen rolünü tanımlamak, kavramsal çerçeveyi ve kullanım alanlarını özetlemek, mevcut literatürün bulgularını derlemek ve geliştirilmesi gereken yönleri tartışmaktır. Böylece telerehabilitasyonun, hasta merkezli ve sürdürülebilir bir hizmet modeli olarak sağlık sistemlerindeki yerinin daha net biçimde ortaya konması hedeflenmektedir (Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024; Munoz-Tomas vd., 2023).

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu çalışma, telerehabilitasyonu ICF'nin modeli içinde konumlandırarak erişilebilirlik, süreklilik, kişiselleştirme ve maliyet-etkinlik hedefleri doğrultusunda inceler ve sunulan hizmetin; erişim, etkililik, benimsenme, uygulama ve sürdürebilirlik boyutlarını RE-AIM çerçevesiyle sunar (Glasgow vd., 2019; Stucki vd., 2007). Literatürde telerehabilitasyon, gerçek zamanlı etkinlik çalışmalarından pandemi döneminde hızlanan randomize çalışmalara ve sistematik derlemelere, oradan da güncel derleme ve meta-analizlere uzanan birçok alanda çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucu telerehabilitasyonun, kas-iskelet ve ortopedik cerrahi sonrası iyileşmede yüz yüze yaklaşımlara kıyasla en azından eşdeğer hatta bazı sonuçlarda üstün olduğu (Bargeri vd., 2024; Cottrell vd., 2017; Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024; Tsuge vd., 2025; Vieira vd., 2023), nörolojide işlevsel çıktılar ve programa uyum açısından anlamlı yarar sağladığı (Sharififar vd., 2023) ve hasta/uzman memnuniyetinin genellikle yüksek seyrettiği bildirilmiştir (Amin vd., 2022). Telerehabilitasyonun, bazı çalışmalarda maliyet açısından avantaj sağladığı bildirilse bile veri gizliliği/güvenliği, dijital altyapıya erişim ve kurumların iş akışına entegrasyonu gibi sınırlılıklar telerehabilitasyonun geniş ölçekte yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır (Alwadai vd., 2024; Batalik vd., 2023; Houser vd., 2023; Molina-Garcia vd., 2024; Nicolas vd., 2024). Bu kavramsal çerçevede çalışma, kuramsal dayanakları ortaya çıkartarak klinik sonuç, memnuniyet/uyum, maliyet ve güvenlik boyutlarını ele alır ve sensör/yapay zekâ destekli ölçüm-izlem ile karar destek teknolojilerinin entegrasyonuna yönelik gelecek yönelimleri önerir (Dabnichki & Pang, 2024; Houser vd., 2023; Nicolas vd., 2024; Rasa, 2024).

1.1. Problem ve Kapsam

Fizyoterapi hizmetlerine erişimde coğrafi uzaklık, taşıma maliyetleri, kapasite kısıtlılıkları, randevuya erişim zorluğu ve bekleme süreleri gibi engeller, özellikle kırılgan gruplarda rehabilitasyon süreçşerine katılım ve sürekliliği azaltmaktadır. COVID-19 Pandemi dönemi ile bu engeller herkes için daha da belirginleşerek uzaktan/hibrid modellere olan ihtiyacı artırmış ve geliştirilmesini hızlandırmıştır. Çalışmalar, telerehabilitasyonun; erişimi artıran, klinik sonuçları koruyabilen/iyileştirebilen ve maliyetleri azaltıcı potansiyele sahip alternatif bir seçenek olduğunu bildirirken veri güvenliği, altyapı, eğitim, fiziksel temasın azalması, sistem düzeyi engeller ve dijital okuryazarlık farklılıkları gibi sınırlılıkların uygulamayı zorlaştırabileceğini bildirmektedir. Bu bağlamda kapsam; kas-iskelet ve ortopedik cerrahi sonrası rehabilitasyondan nörolojik ve kronik durum yönetimine kadar uzanırken fonksiyon, ağrı, yaşam kalitesi, memnuniyet, uyum ve maliyet gibi sonuç ölçütleriyle değerlendirilmektedir (Houser vd., 2023; Molina-Garcia vd., 2024; Nicolas vd., 2024; Saeed & Masters, 2021; Seron vd., 2021).

1.2. Gerekçe, Amaç ve Beklenen Katkı

Literatür hacmi artarken, terminoloji kullanımı, ölçüm/raporlama süreçleri ve sonuç ölçütleri arasında belirgin bir değişkenlik sürmekte olup buna eşlik eden sınırlı maliyet verisi ve güvenlik/mahremiyet konularında standartlaşma eksikliği kanıt bütünlüğünü zayıflatmaktadır (Bargeri vd., 2024; Houser vd., 2023). Bu çalışmanın amacı; 21. yüzyılda fizyoterapi alanında telerehabilitasyonun tanımını, kapsamını

ve klinik sonuçlarını ortaya koymak, çalışmaları ICF'nin biyopsikososyal modeli ve RE-AIM çerçevesi doğrultusunda sistematik biçimde derlemek, erişim engelleri, hasta memnuniyeti/uyumu, maliyet-etkinlik ve güvenlik/mahremiyet boyutlarını değerlendirmek ve böylece telerehabilitasyonun yüz yüze yaklaşımlara göre konumunu netleştirerek klinik uygulama ile politika kararlarına yönelik somut öneriler üretmektir. Bu çalışmanın beklenen katkısı, hızlı dijitalleşme ve artan erişim ihtiyacı karşısında telerehabilitasyonun hangi koşullarda etkili, uygulanabilir ve sürdürülebilir olduğunu açıklığa kavuşturarak klinisyenler için karar destek süreçlerini, politika yapıcılar için ölçeklenebilirlik değerlendirmelerini ve araştırmacılar için ise önceliklendireceği alanları kanıta dayalı biçimde desteklemesidir.

2. SAĞLIKTA DİJİTALLEŞME

21.yüzyılın belirleyici niteliği olan dijital devrim; bilginin üretilmesi, depolanması ve paylaşılmasını tarihte görülmemiş bir hız ve ölçeğe taşımıştır. İnternet erişiminin dünya nüfusunun yaklaşık üçte ikisini aşması ve mobil cihazların yaygın kullanımı dijital erişimi küresel ölçekte standart hale getirmektedir. İnternet erişiminin dünya nüfusunun tamamına ulaşma ihtimali göz önünde bulundurulduğunda dijital dönüşüme duyulan ihtiyaçların daha da önemli hale gelmesi kaçınılmazdır (Di Novi vd., 2024; ITU, 2025). Nesnelerin İnterneti (IoT) ile milyarlarca cihazın birbirine bağlanması, akıllı evlerden akıllı şehirlere uzanan yeni yaşam biçimlerini mümkün kılar ve sağlık hizmetlerine erişimi artırır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi ile gelişen teknoloji; iş gücü piyasalarını, sağlık hizmetlerini, eğitim sistemlerini ve güvenlik mimarilerini de dönüştürmektedir (Abdulmalek vd., 2022; Alhejaily, 2024; IOT, 2025; Thacharodi vd., 2024). Sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları; çalışma, öğrenme, eğlence ve sosyalleşme pratiklerini yeniden şekillendirirken yapay zekâ etiği, dijital haklar, kişisel verilerin korunması ve dijital kimlik yönetimi gibi konular güncel tartışmaların odağına yerleşmiştir. Bu dönüşüm, ulusal güvenlik perspektifinde siber güvenliği stratejik bir öncelik haline getirirken, dijitalleşmenin etkileri teknoloji sınırlarını aşarak iş modelleri, kurum kültürü, sağlık ekosistemi ve toplumsal yapı üzerinde derin ve kalıcı sonuçlar üretmektedir (Carboni vd., 2025; Clarke & Martin, 2024; Ewoh & Vartiainen, 2024; Tene vd., 2024).

Dijital dönüşüm, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında telerehabilitasyon, giyilebilir sensörler, sanal/artırılmış gerçeklik, yapay zekâ destekli algoritmalar, robotik rehabilitasyon, mobil sağlık uygulamaları, oyunlaştırma uygulamaları, büyük veri analitiği ve uzaktan izleme gibi bileşenlerle çok boyutlu bir alan yaratmaktadır. Telerehabilitasyon, hastaların evden görüntülü seanslarla fizyoterapist eşliğinde egzersiz yapmasını ve klinik izlemin sürekliliğini sağlamasına olanak tanır. Giyilebilir sensörler ile hareket, duruş ve kas aktivitesi gibi parametreleri anlık olarak ölçerek kişiye özgü müdahaleleri destekler (Dabnichki & Pang, 2024). Sanal gerçeklik, özellikle inme sonrası, denge bozukluğu ve kas-iskelet sistemi sorunlarında motivasyonu artıran oyunlaştırılmış senaryolar sunarken artırılmış gerçeklik, hastanın hareketlerini gerçek zamanlı görselleştirip anlık düzeltme önerileri üretebilir (Bateni vd., 2024; Hao vd., 2024; Prajjwal vd., 2024). Yapay zekâ destekli yazılımlar, egzersizlerin doğruluğunu algılayıp hataları belirleyerek geribildirim sağlarken yürüme robotları ve dış iskelet sistemleri gibi robotik çözümler, inme ya da travma sonrası hastalarda fonksiyonun yeniden kazanılmasına katkı verir (Carnevale vd., 2025; Cha vd., 2025). Mobil sağlık uygulamaları; egzersiz programları, takip çizelgeleri ve hatırlatıcılarla hasta takibini güçlendirirken oyunlaştırma yöntemleriyle de özellikle çocuk ve yaşlı popülasyonlarda katılım artırılır (Liquori vd., 2024; Topp vd., 2023). Büyük veri ve analitik yaklaşımlar, uzun dönemli izlem verilerinden kişiselleştirilmiş protokoller geliştirilmesine olanak tanır. Uzaktan izleme altyapıları ile ev egzersizleri kaydedilebilir ve klinisyenlere rapor oluşturur. Yapay zekâ temelli risk tahmini modelleri ise düşme, hareket kısıtlılığı veya yeniden yaralanma olasılıklarını önceden öngörerek koruyucu müdahalelerin zamanlanmasını kolaylaştırır (Khalid vd., 2024; Rasa, 2024).

2.1. Telerehabilitasyon

Telerehabilitasyon; senkron görüntülü görüşmeler ile asenkron eğitim/içerik paylaşımı, mobil uygulamalar ve giyilebilir sensörlerden gelen verilerle uzaktan değerlendirme, müdahale ve izlem döngüsünün

yürütülmesini kapsayan yenilikçi bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Kısaca, dijital teknolojiler aracılığıyla fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetlerinin uzaktan/çevrimiçi/online olarak verilmesidir. Müdahaleler; egzersiz eğitimi, danışmanlık, semptom takibi, aktivite izleme, ilerleme geribildirimi ve güvenlik kontrollerini içerir. Bu yaklaşım, hasta ve klinisyen için yer ve zamandan bağımsız etkileşim sağlayarak erişim kolaylığı sunar (Cottrell vd., 2017; Lee vd., 2024; Morri vd., 2024; Munoz-Tomas vd., 2023).

2.2. Telerehabilitasyon ve Kullanım Alanları

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, ortopedik, nörolojik, geriatrik ve kronik durum yönetimi gibi geniş bir alanda telerehabilitasyonun uygulanabildiği gösterilmektedir (Federico vd., 2024; Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024; Sharififar vd., 2023). Bir derleme çalışması, telerehabilitasyonun farklı alt popülasyonlarda uygulanabilirliğini ve kabul edilebilirliğini desteklemektedir. Özellikle taburculuk sonrası erken dönemde sürekliliği destekleyen bir araç olarak öne çıkarmaktadır (Nicolas vd., 2024).

2.3. Telerehabilitasyon ve Klinik Etkinlik

Vücut işlev/yapıları: Çalışmalarda ağrı ve eklem hareket açıklığı gibi biyofiziksel ölçütlerde, yüz yüze yaklaşımlara benzer ya da yakın sonuçlar raporlanmıştır (Bargeri vd., 2024; Cottrell vd., 2017).

Aktiviteler: Yürüme hızı, 6-Dk Yürüme, TUG gibi performans testlerinde ortopedik ve nörolojik alt gruplarda eşdeğer kazanımlar gösterilmiştir (Morri vd., 2024; Sharififar vd., 2023). Kalça kırığı sonrası bazı protokollerde aktivite düzeylerinde telerehabilitasyon lehine küçük-orta etki bildirilmiştir (Molina-Garcia vd., 2024; Tsuge vd., 2025).

Katılım/yaşam kalitesi: SF-36/EQ-5D gibi ölçeklerde iyileşmeler çalışmada yüz yüze ile benzer olup nörolojide katılım göstergelerinde anlamlı artışlar bildirilmiştir (Federico vd., 2024; Sharififar vd., 2023).

Genel olarak, sistematik derlemeler, telerehabilitasyonun klinik sonuçlarının yüz yüze rehabilitasyona göre en azından eşdeğer olduğu yönünde tutarlı kanıt sunmaktadır (Bargeri vd., 2024; Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024).

2.4. Telerehabilitasyonda Hasta Memnuniyeti, Uyum ve Kabul

Sistematik derleme sonuçları, telerehabilitasyonda hasta memnuniyetin genellikle yüksek olduğunu belirtirken telerehabilitasyonun esneklik, zaman/maliyet tasarrufu ve öz-yönetim hissi gibi boyutlarda olumlu algılandığını bildirmektedir (Amin vd., 2022). Başka bir sistematik derleme ve meta-analizde ise inme sonrası rehabilitasyonda programa uyum oranları %75–100 aralığında raporlanmış ve telerehabilitasyonun işlevsel kazançlarla ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Sharififar vd., 2023). Klinik personel açısından ise güçlü teknik altyapı, yeterli eğitim ve iş akışına sorunsuz entegre bir sistem varlığı uygulayıcılar tarafından telerehabilitasyonun daha kolay benimsenmesine ve kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Nicolas vd., 2024).

2.5. Telerehabilitasyonda Maliyet-Etkinlik

Kas-iskelvdanında telerehabilitasyonun maliyetleri azaltabildiğini bazı senaryolarda maliyet-etkin olabileceğini bildiren meta-analiz ve sistematik derlemeler mevcuttur (Molina-Garcia vd., 2024; Shambushankar vd., 2025). Yol/ulaşım ve iş gücü kaybının azalması, seans başına kaynak kullanımının düşmesi ve takip süreçlerinin dijitalleştirilmesi bazı tasarruf kalemlerindendir. Ancak telerehabilitasyonun maliyet-etkinliği; uygulandığı bağlamdaki sağlık sistemi düzeni, ödeme kuralları, iş gücü/organizasyon giderleri ve kullanılan teknoloji (donanım-yazılım) maliyetlerine göre değişmektedir (Batalik vd., 2023; Shambushankar vd., 2025).

2.6. Telerehabilitasyonda Güvenlik, Mahremiyet ve Eşitlik

Advers olay bildirimleri düşüktür ve uygun hasta seçimi ile güvenlik açısından sorun sınırlıdır. Ancak veri güvenliği ve mahremiyet konuları en sık vurgulanan çekinceler arasındadır (Houser vd., 2023). Dijital

uçurum (cihaza/bağlantıya erişim, dijital okuryazarlık vb.) kırılgan gruplarda benimsenmeyi ve sürdürümü olumsuz etkileyebilir (Labadorf vd., 2025). İnme alanındaki çalışmalar; teknik destek, standardize protokoller ve eğitim müdahalelerinin güvenlik ve eşitlik boyutlarını iyileştirebileceğini göstermektedir (Alwadai vd., 2024; Nicolas vd., 2024).

2.7. Telerehabilitasyonun Geliştirmeye Açık Yönleri

a. Teknik ve altyapı sorunları: Kesintisiz bant genişliği, internet erişimi, cihaz uyumluluğu ve platform güvenilirliği sağlanmadığında oturum kalitesi ve protokole bağlılık düşmektedir. Standart teknik destek ve minimum teknik gereksinim paketlerinin tanımlanması program sürekliliğini artırır (Nicolas vd., 2024).

b. Yüz yüze müdahale gerektiren durumlar: Akut komplikasyon riski taşıyan hastalar, manuel terapi/cihaz gerektiren müdahaleler veya güvenlik açısından yüz yüze değerlendirme zorunlu olduğu durumlarda hibrit modellerin ve triyaj algoritmalarının kullanımı gerekebilir (Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024).

c. Motivasyon ve uyum sorunları: Uzaktan ortamda davranışsal destek ve geribildirim döngüleri zayıfladığında programa bağlılık azalabilir. Bu noktada hatırlatıcılar, hedef odaklı geribildirim ve aile katılımı gibi müdahaleler uyumu artırır (Amin vd., 2022; Sharififar vd., 2023).

d. Veri güvenliği ve gizlilik: Kişisel sağlık verilerinin iletimi, depolanması ve takibi sırasında şifreleme, rol-tabanlı erişim ve açık rıza süreçlerinin standardizasyonu gerekli olabilir ve geliştirilebilir. Farklı hukuk sistemine sahip coğrafi bölgelere uyum ise ölçeklenebilirliği doğrudan etkiler (Houser vd., 2023).

e. Ölçme ve değerlendirme limitleri: Ev ortamında ölçümlerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği değişkenlik gösterebilir. ICF temelli standart sonuç ölçütleri ve sensör doğrulama çalışmalarının fazlalaştırılması gereklidir (Stucki vd., 2007; Thanakamchokchai vd., 2025).

f. Erişim ve eşitsizlikler: Cihaz/internet sahipliği ve dijital okuryazarlık farkları, kırılgan gruplarda erişim ve sürdürümü sınırlar. Düşük bant genişliğine uyarlanmış içerik, çok dilli arayüzler ve kullanıcı eğitimi müdahaleleri eşitsizlikleri azaltacağı gibi geliştirilmesi gerekir (Alwadai vd., 2024; Nicolas vd., 2024).

g.Profesyonel eğitim ve adaptasyon: Klinik personelin uyumu; platform eğitimi, uzaktan değerlendirme yeterlikleri ve iş akışı entegrasyonunun kalitesiyle artar. Hizmet içi eğitim ve kurum içi protokoller ile benimsenme hızlandırılabilir(Nicolas vd., 2024).

3. ICF ve RE-AIM

ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health), sağlığı yalnızca hastalık ya da engellilik üzerinden değil, vücut işlevleri/yapıları, aktiviteler, katılım ve bağlamsal etmenlerin (çevresel/kişisel) etkileşimine dayanan biyopsikososyal bir çerçevede tanımlar (Kostanjsek, 2011; Stucki vd., 2007):

- Vücut işlevleri/yapıları; kas gücü, eklem hareketi, ağrı gibi.
- Aktiviteler; bir görevi yapabilme yeteneği (yürüme, merdiven inip-çıkma vb.).
- Katılım; toplumsal yaşama dahil olma (işe dönme, sosyal roller vb.).

• Bağlamsal etmenler; çevresel (konut koşulları, teknolojiye erişim, politika vb.) ve kişisel (yaş, motivasyon vb.) faktörler.

Telerehabilitasyon uygulaması; uzaktan değerlendirme ve izlem kapsamında ICF alanlarını dijital araçlarla takip etmeye uygundur: video tabanlı değerlendirme (postür, hareket kalitesi vb.), giyilebilir sensörlerle aktivite/performans, çevresel engellerin kaydı (bağlantı vb.) ve hedefe dayalı geri bildirim (Kostanjsek, 2011; Stucki vd., 2007). Dolayısıyla ICF ve fizyoterapi bağlantısı, klinik hedefler ve sonuç ölçütlerine dayanır. Örn. "ağrıyı azaltma" (vücut işlevi) + "10-Metre Yürüme Testi" (aktivite) + "işe dönüş" (katılım) + "internet erişimi" (çevresel etmen). Böylece bakım kişiselleştirilebilerek hem semptomlara hem de işlevselliğe odaklanır (Stucki & Grimby, 2004).

RE-AIM, bir müdahalenin gerçek dünyada yaygınlaştırılabilir olduğunu 5 boyutta değerlendirir (Glasgow vd., 2019; Glasgow vd., 1999):

1.Reach (Erişim): Hedef nüfusun ne kadarı programa ulaştı? (örn. davet edilen/katılan oranı, kırılgan gruplara erişim)

2.Effectiveness (Etkililik): Klinik/yaşam kalitesi sonuçları ve olumsuz olaylar (örn. ağrı, fonksiyon, memnuniyet, maliyet).

3.Adoption (Benimsenme): Kaç kurum/klinik/uzman uygulamayı benimsedi? (örn. birimlerin katılım oranı).

4.Implementation (Uygulama): Protokole uyum, uygulama kalitesi, kaynak kullanımı (örn. seans süresi, teknik sorun oranı).

5.Maintenance (Sürdürülebilirlik): Birey ve kurum düzeyinde kalıcılık (örn. 6–12 ay sonrası kazanımların korunması, kurumda programın devamı).

Fizyoterapi açısından klinik egzersiz programları için yalnız "etkililik" değil, hedef nüfusa ulaşma, kliniklerin katılımı, protokole uyum ve uzun dönem kalıcılık da raporlanır. Telerehabilitasyon için ölçülebilir örnek uygulama (Glasgow vd., 2019):

• Erişim: Kırsal/engelli hastalarda katılım oranı, cihaz/bağlantı sahipliği vb.

• Etkililik: Ağrı, fonksiyon, yaşam kalitesi, memnuniyet, advers olaylar vb.

• Benimsenme: Kaç birim/uzman telerehabilitasyonu başlattı vb.

• Uygulama: Görüşme süresi, oturum sayısı, teknik sorun oranı, protokol sadakati vb.

• Sürdürüm: 6–12 ayda kazanımların korunması, programın kurumda devamı vb.

ICF, "neyi hedefleyip neyi ölçüyoruz?" sorusunu yanıtlarken RE-AIM ise "bu modeli gerçek dünyada ne kadar geniş, kaliteli ve sürdürülebilir uyguluyoruz?" sorusunu yanıtlar. Telerehabilitasyon için bu ikili yaklaşım, (i) ICF'ye göre klinik hedeflerin/sonuçların seçilmesini, (ii) RE-AIM'e göre programın erişim, kalite ve süreklilik metrikleriyle yönetilmesini sağlar. Böylece hem klinik etkinlik (ICF çıktıları) hem de ölçeklenebilirlik ve eşitlik (RE-AIM boyutları) görünür hâle gelir (Glasgow vd., 2019; Stucki vd., 2007).

Telerehabilitasyonun klinik etkileri, ICF çerçevesiyle haritalandığında, vücut işlev/yapıları, aktiviteler ve katılım alanlarının çoğunda anlamlı iyileşmeler sağlandığını gösteren güncel kanıtlar mevcuttur (Thanakamchokchai vd., 2025). Özellikle pediatrik uygulamalarda, sonuç ölçütlerinin ICF alanlarına göre standartlaştırılması eğilimi belirgindir. Serebral palsi ve kistik fibrozis örneklerinde telerehabilitasyonun kullandığı araçların ve raporlamanın ICF'ye hizalanması, ölçümlerin karşılaştırılabilirliğini ve klinik yorum gücünü artırmaktadır (Christovao vd., 2025; Pessoa vd., 2024). Uygulamanın gerçek yaşamda ne ölçüde etkili, erişilebilir ve sürdürülebilir olduğunu değerlendirmede RE-AIM çerçevesi yaygın biçimde kullanılmaktadır. Yapılan bir randomize kontrollü çalışmada KOAH'ta telerehabilitasyonun erişim,

benimsenme ve uygulama boyutlarıyla değerlendirilmesi, program tasarımına ve az temsil edilen gruplara ulaşma stratejilerine ilişkin somut çıkarımlar sunmuştur (Polo vd., 2023). Benzer şekilde, risk tabakalı telerehabilitasyonun prospektif olarak RE-AIM ile izlenmesini planlayan çalışmalar, protokol tutarlılığı ve uzun dönem sürdürebilirlik göstergelerini sistematik biçimde takip etmeyi hedeflemektedir (Skolasky vd., 2025). Alandaki perspektif yazıları da pandemi ivmesinin ötesinde kalıcı ölçeklenme için RE-AIM boyutlarında standartlaştırılmış raporlama ve hizmet entegrasyonunun kritik olduğunu vurgulamaktadır (Cox vd., 2024). Bu bulgular birlikte ele alındığında, ICF odaklı çıktı seçimi ile RE-AIM tabanlı uygulama izleme yaklaşımının, telerehabilitasyonun hem klinik etkinliğini hem de ölçeklenebilirliğini kanıta dayalı ve karşılaştırılabilir bir çerçevede sunduğu anlaşılmaktadır (Christovao vd., 2025; Cox vd., 2024; Polo vd., 2023; Skolasky vd., 2025; Thanakamchokchai vd., 2025). Ayrıca bu bütüncül yaklaşım, telerehabilitasyonun sadece semptom odaklı değil, işlevsellik ve katılım boyutları dâhil olmak üzere geniş bir çıktı olarak etki gösterdiğini ortaya koymaktadır (Christovao vd., 2025; Thanakamchokchai vd., 2025).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmalar, telerehabilitasyonun kas-iskelet ve ortopedik cerrahi sonrası alanlarda klinik sonuçlar bakımından yüz yüze yaklaşımlara en azından eşdeğer olduğunu ve bazı alt gruplarda küçük–orta düzey üstünlük sinyalleri verdiğini göstermektedir (Molina-Garcia vd., 2024; Morri vd., 2024; Tsuge vd., 2025). Nörolojide işlevsellik ve yaşam kalitesi çıktılarındaki iyileşmeler ile yüksek memnuniyet/uyum oranları, telerehabilitasyonun kabul edilebilirliğini desteklemektedir (Amin vd., 2022; Federico vd., 2024; Sharififar vd., 2023). Bu eşdeğerlik/üstünlük sonuçlarının, protokoller, uygun hasta seçimi ve düzenli geribildirim döngüsü ile güçlendiği bildirilirken ICF temelli hedeflerin ve objektif performans ölçütlerinin kullanımıyla daha görünür hâle geldiği anlaşılmaktadır (Bargeri vd., 2024; Cottrell vd., 2017).

Uygulama başarısı, altyapı kalitesi, kullanıcı eğitimi ve iş akışı entegrasyonu ile artmaktadır. Bu unsurlar güçlendiğinde klinik personelin benimsemesi belirginleşir ve hizmet sürekliliği korunur (Nicolas vd., 2024). Maliyet açısından, bazı bağlamlarda tasarruf ve/veya maliyet-etkinlik mümkündür; ancak bu sonuçlar sağlık sistemi yapısı, ödeme kuralları, iş gücü/organizasyon giderleri ve teknoloji maliyetlerine duyarlıdır (Batalik vd., 2023; Molina-Garcia vd., 2024). Politika düzeyinde, standart sonuç ölçütleri, güvenlik–mahremiyet gereksinimleri ve erişim eşitliği kriterleri birlikte adreslenmeli; programlar RE-AIM boyutlarında izlenmelidir (Glasgow vd., 2019; Houser vd., 2023).

Kanıt temeli büyümekle birlikte, çok merkezli, standardize protokollü ve yeterli örneklemli karşılaştırmalı çalışmalar öncelikli olarak daha fazla çalışılmalıdır (Bargeri vd., 2024). Dijital uçurum ve dijital okuryazarlık farklılıkları, özellikle kırılgan gruplarda erişim ve sürdürümü sınırlayabilir. Bu nedenle eşitlik odaklı tasarım, teknik destek ve kullanıcı-eğitimi müdahaleleri araştırılmalıdır (Alwadai vd., 2024; Labadorf vd., 2025). Giyilebilir sensörler ve yapay zekâ destekli karar sistemlerinin; ölçüm doğruluğu, kişiselleştirme ve uzaktan izlem kalitesine katkısı iyi tanımlanmalıdır ve veri güvenliği etik çerçeve ile birlikte değerlendirilmelidir (Rasa, 2024). Ekonomik değerlendirmelerde, farklı sağlık sistemi senaryolarını modelleyen maliyet–etkililik analizleri ve gerçek yaşam verileri gereklidir (Batalik vd., 2023; Molina-Garcia vd., 2024).

Bu çalışma bir derleme olduğundan, dâhil edilen çalışmaların tasarım farklılıkları, sonuç ölçütlerindeki çeşitlilik ve bazı alanlardaki örneklem yetersizlikleri genel yorumların gücünü sınırlandırabilir. Ayrıca, memnuniyet ve uyum verilerinde ölçüm çeşitliliği ve yayın yanlılığı olasılığı ihtimali bulunmaktadır (Amin vd., 2022; Sharififar vd., 2023). Güvenlik ve mahremiyet konularını içeren literatür çalışmaları hızla gelişmekte olup, farklı hukuk sistemine sahip coğrafi bölgelerdeki düzenleyici farklılıklar sonuçların genellenebilirliğini etkileyebilir. Bu sınırlılıklar, gelecekte standardize raporlama ve RE-AIM tabanlı izlemle azaltılabilir ve gelecekteki çalışmaların bu sınırlılıkları göz önünde bulundurması önerilmektedir (Glasgow vd., 2019; Houser vd., 2023).

Sonuç olarak, bu çalışma telerehabilitasyonun; kas-iskelet, ortopedik, pediatrik, geriatrik ve nörolojik alanlarda klinik sonuçlar bakımından yüz yüze yaklaşımlara eşdeğer olduğunu, hasta memnuniyeti ve

programa uyumun yüksek seyrettiğini ve maliyet-etkin olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte veri güvenliği, mahremiyet, dijital altyapı ve okuryazarlık farklılıkları gibi engeller uygulamanın yaygınlaşmasını sınırlamaktadır. Klinik uygulamada standardize protokoller, ICF temelli sonuç ölçütleri ve RE-AIM boyutlarında izleme, politika kapsamında ise düzenlemelerin erişim ve güvenliği birlikte öncelemesi kritik önemdedir. Giyilebilir sensörler ve yapay zekâ destekli karar sistemlerinin doğruluk, kişiselleştirme ve izlem kalitesi üzerindeki katkısını test eden, farklı sağlık sistemi senaryolarını içeren çalışmalar, telerehabilitasyonun sürdürülebilir ve eşitlikçi biçimde konumlandırılmasına hız kazandıracak olduğu düşünülmekte olup bu konuda daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Abdulmalek, S., Nasir, A., Jabbar, W. A., Almuhaya, M. A. M., Bairagi, A. K., Khan, M. A., & Kee, S. H. (2022). IoT-Based Healthcare-Monitoring System towards Improving Quality of Life: A Review. *Healthcare (Basel)*, *10*(10). https://doi.org/10.3390/healthcare10101993

Alhejaily, A. G. (2024). Artificial intelligence in healthcare (Review). *Biomed Rep*, *22*(1), 11. https://doi.org/10.3892/br.2024.1889

Alwadai, B., Lazem, H., Almoajil, H., Hall, A. J., Mansoubi, M., & Dawes, H. (2024). Telerehabilitation and Its Impact Following Stroke: An Umbrella Review of Systematic Reviews. *J Clin Med*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/jcm14010050

Amin, J., Ahmad, B., Amin, S., Siddiqui, A. A., & Alam, M. K. (2022). Rehabilitation Professional and Patient Satisfaction with Telerehabilitation of Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Biomed Res Int*, *2022*, 7366063. https://doi.org/10.1155/2022/7366063

Bargeri, S., Castellini, G., Vitale, J. A., Guida, S., Banfi, G., Gianola, S., & Pennestri, F. (2024). Effectiveness of Telemedicine for Musculoskeletal Disorders: Umbrella Review. *J Med Internet Res*, *26*, e50090. https://doi.org/10.2196/50090

Batalik, L., Filakova, K., Sladeckova, M., Dosbaba, F., Su, J., & Pepera, G. (2023). The cost-effectiveness of exercise-based cardiac telerehabilitation intervention: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*, *59*(2), 248–258. https://doi.org/10.23736/S1973-9087.23.07773-0

Bateni, H., Carruthers, J., Mohan, R., & Pishva, S. (2024). Use of Virtual Reality in Physical Therapy as an Intervention and Diagnostic Tool. *Rehabil Res Pract*, *2024*, 1122286. https://doi.org/10.1155/2024/1122286

Carboni, C., Brightwell, C., Halpern, O., Freyer, O., & Gilbert, S. (2025). Reconciling security and care in digital medicine. *NPJ Digit Med*, *8*(1), 261. https://doi.org/10.1038/s41746-025-01685-0

Carnevale, A., Nicodemi, G., Pisani, M. G., Lalli, A., di Luzio, F. S., D'Hooghe, P., Zollo, L., Schena, E., & Longo, U. G. (2025). Portable exoskeletons for upper limb rehabilitation: A systematic review. *J Exp Orthop*, *12*(3), e70416. https://doi.org/10.1002/jeo2.70416

Cha, J. M., Hong, J., Yoo, J., & Rha, D. W. (2025). Wearable Robots for Rehabilitation and Assistance of Gait: A Narrative Review. *Ann Rehabil Med*, *49*(4), 187–195. https://doi.org/10.5535/arm.250093

Christovao, I. S., Chagas, P. S. C., Aniceto, A. A. V., Bettoni, D. A. O., Ferreira, L. C., Leite, H. R., & Camargos, A. C. R. (2025). Outcomes and standardized tools in telehealth physical therapy for children with cerebral palsy: A scoping review using the ICF framework. *Dev Med Child Neurol*. https://doi.org/10.1111/dmcn.70006

Clarke, M., & Martin, K. (2024). Managing cybersecurity risk in healthcare settings. *Healthc Manage Forum*, *37*(1), 17–20. https://doi.org/10.1177/08404704231195804

Cottrell, M. A., Galea, O. A., O'Leary, S. P., Hill, A. J., & Russell, T. G. (2017). Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, *31*(5), 625–638. https://doi.org/10.1177/0269215516645148

Cox, N. S., Bondarenko, J., Chong, M., Marceu, T., Perryman, J., & Holland, A. E. (2024). Rapid real-world implementation of pulmonary telerehabilitation: good fortune or COVID-19 luck? *ERJ Open Res*, *10*(1). https://doi.org/10.1183/23120541.00820-2023

Dabnichki, P., & Pang, T. Y. (2024). Wearable Sensors and Motion Analysis for Neurological Patient Support. *Biosensors (Basel)*, *14*(12). https://doi.org/10.3390/bios14120628

Di Novi, C., Kovacic, M., & Orso, C. E. (2024). Online health information seeking behavior, healthcare access, and health status during exceptional times. *J Econ Behav Organ*, *220*, 675–690. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2024.02.032

Ewoh, P., & Vartiainen, T. (2024). Vulnerability to Cyberattacks and Sociotechnical Solutions for Health Care Systems: Systematic Review. *J Med Internet Res*, *26*, e46904. https://doi.org/10.2196/46904

Federico, S., Cacciante, L., Cieslik, B., Turolla, A., Agostini, M., Kiper, P., Picelli, A., & Rin_Tr_Group. (2024). Telerehabilitation for Neurological Motor Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis on Quality of Life, Satisfaction, and Acceptance in Stroke, Multiple Sclerosis, and Parkinson's Disease. *J Clin Med*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/jcm13010299

Glasgow, R. E., Harden, S. M., Gaglio, B., Rabin, B., Smith, M. L., Porter, G. C., Ory, M. G., & Estabrooks, P. A. (2019). RE-AIM Planning and Evaluation Framework: Adapting to New Science and Practice With a 20-Year Review. *Front Public Health*, *7*, 64. https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00064

Glasgow, R. E., Vogt, T. M., & Boles, S. M. (1999). Evaluating the public health impact of health promotion interventions: the RE-AIM framework. *Am J Public Health*, *89*(9), 1322–1327. https://doi.org/10.2105/ajph.89.9.1322

Hao, J., Crum, G., & Siu, K. C. (2024). Effects of virtual reality on stroke rehabilitation: An umbrella review of systematic reviews. *Health Sci Rep*, *7*(9), e70082. https://doi.org/10.1002/hsr2.70082

Houser, S. H., Flite, C. A., & Foster, S. L. (2023). Privacy and Security Risk Factors Related to Telehealth Services - A Systematic Review. *Perspect Health Inf Manag*, *20*(1), 1f.

IOT. (2025). *IOT ANALYTICS*. Retrieved 05.10.2025 from https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/

ITU. (2025). *International Telecommunication Union*. Retrieved 05.10.2025 from https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2024/11/10/ff24-internet-use/

Khalid, U. B., Naeem, M., Stasolla, F., Syed, M. H., Abbas, M., & Coronato, A. (2024). Impact of AI-Powered Solutions in Rehabilitation Process: Recent Improvements and Future Trends. *Int J Gen Med*, *17*, 943–969. https://doi.org/10.2147/IJGM.S453903

Kostanjsek, N. (2011). Use of The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) as a conceptual framework and common language for disability statistics and health information systems. *BMC public health*, *11*(Suppl 4), S3.

Labadorf, J., Nichols, M., Williams, T., Cunanan, C., & D'Anza, B. (2025). A Smartphone Is Not Enough: Telehealth Attendance and the Digital Divide. *Health Care Sci*, *4*(4), 259–268. https://doi.org/10.1002/hcs2.70033

Lee, A. C., Deutsch, J. E., Holdsworth, L., Kaplan, S. L., Kosakowski, H., Latz, R., McNeary, L. L., O'Neil, J., Ronzio, O., Sanders, K., Sigmund-Gaines, M., Wiley, M., & Russell, T. (2024). Telerehabilitation in Physical Therapist Practice: A Clinical Practice Guideline From the American Physical Therapy Association. *Phys Ther*, *104*(5). https://doi.org/10.1093/ptj/pzae045

Liquori, G., Pio Posa, V., De Leo, A., Giannetta, N., Di Simone, E., Di Muzio, M., & Dionisi, S. (2024). The Use of mHealth in Promoting Therapeutic Adherence: A Scoping Review. *Comput Inform Nurs*, *42*(1), 71–79. https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000001062

Molina-Garcia, P., Mora-Traverso, M., Prieto-Moreno, R., Diaz-Vasquez, A., Antony, B., & Ariza-Vega, P. (2024). Effectiveness and cost-effectiveness of telerehabilitation for musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med*, *67*(1), 101791. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2023.101791

Morri, M., Ruisi, R., Culcasi, A., & Peccerillo, V. (2024). The Effectiveness of Telerehabilitation for Functional Recovery After Orthopedic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Telemed Rep*, *5*(1), 78–88. https://doi.org/10.1089/tmr.2023.0057

Munoz-Tomas, M. T., Burillo-Lafuente, M., Vicente-Parra, A., Sanz-Rubio, M. C., Suarez-Serrano, C., Marcen-Roman, Y., & Franco-Sierra, M. A. (2023). Telerehabilitation as a Therapeutic Exercise Tool versus Face-to-Face Physiotherapy: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, *20*(5). https://doi.org/10.3390/ijerph20054358

Nicolas, B., Leblong, E., Fraudet, B., Gallien, P., & Piette, P. (2024). Telerehabilitation solutions in patient pathways: An overview of systematic reviews. *Digit Health*, *10*, 20552076241294110. https://doi.org/10.1177/20552076241294110

Pessoa, E., Ferreira, M., & Baixinho, C. L. (2024). Telerehabilitation in Children and Adolescents with Cystic Fibrosis: A Scoping Review. *Healthcare (Basel)*, *12*(10). https://doi.org/10.3390/healthcare12100971

Polo, J., Basile, M. J., Zhang, M., Ordonez, K., Rodriguez, D., Boye-Codjoe, E., Williams, M., Tsang, D., Medina, R., Jacome, S., Mir, P., Khanijo, S., Pekmezaris, R., & Hajizadeh, N. (2023). Application of the RE-AIM framework to evaluate the implementation of telehealth pulmonary rehabilitation in a randomized controlled trial among African-American and Hispanic patients with advanced stage Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *BMC Health Serv Res*, *23*(1), 515. https://doi.org/10.1186/s12913-023-09492-7

Prajjwal, P., Chandrasekar, K. K., Battula, P., Gaviria, E., Awe, M. O., Inban, P., Almutairi, A. S., Das, A., Tekuru, Y., Marsool, M. D. M., Reddy, M. M., Mitra, S., Bamba, H., Singh, G., Jain, H., Gadam, S., & Hussin, O. A.

(2024). The efficacy of virtual reality-based rehabilitation in improving motor function in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Ann Med Surg (Lond)*, *86*(9), 5425–5438. https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000002403

Rasa, A. R. (2024). Artificial Intelligence and Its Revolutionary Role in Physical and Mental Rehabilitation: A Review of Recent Advancements. *Biomed Res Int*, *2024*, 9554590. https://doi.org/10.1155/bmri/9554590

Saeed, S. A., & Masters, R. M. (2021). Disparities in Health Care and the Digital Divide. *Curr Psychiatry Rep*, *23*(9), 61. https://doi.org/10.1007/s11920-021-01274-4

Seron, P., Oliveros, M. J., Gutierrez-Arias, R., Fuentes-Aspe, R., Torres-Castro, R. C., Merino-Osorio, C., Nahuelhual, P., Inostroza, J., Jalil, Y., Solano, R., Marzuca-Nassr, G. N., Aguilera-Eguia, R., Lavados-Romo, P., Soto-Rodriguez, F. J., Sabelle, C., Villarroel-Silva, G., Gomolan, P., Huaiquilaf, S., & Sanchez, P. (2021). Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapy: A Rapid Overview. *Phys Ther*, *101*(6). https://doi.org/10.1093/ptj/pzab053

Shambushankar, A. K., Jose, J., Gnanasekaran, S., & Kaur, G. (2025). Cost-Effectiveness of Telerehabilitation Compared to Traditional In-Person Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, *17*(2), e79028. https://doi.org/10.7759/cureus.79028

Sharififar, S., Ghasemi, H., Geis, C., Azari, H., Adkins, L., Speight, B., & Vincent, H. K. (2023). Telerehabilitation service impact on physical function and adherence compared to face-to-face rehabilitation in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. *PM R*, *15*(12), 1654–1672. https://doi.org/10.1002/pmrj.12988

Skolasky, R. L., Colantuoni, E., Wegener, S. T., Ali, K. J., & McLaughlin, K. H. (2025). ARBOR-Telehealth study: an examination of telerehabilitation to improve function and reduce opioid use in persons with chronic low back pain in rural communities - protocol of a pragmatic, individually randomised group treatment trial. *BMJ Open*, *15*(6), e102773. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-102773

Stucki, G., Cieza, A., & Melvin, J. (2007). The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF): a unifying model for the conceptual description of the rehabilitation strategy. *J Rehabil Med*, *39*(4), 279–285. https://doi.org/10.2340/16501977-0041

Stucki, G., & Grimby, G. (2004). Applying the ICF in medicine. *J Rehabil Med*(44 Suppl), 5–6. https://doi.org/10.1080/16501960410022300

Tene, T., Vique Lopez, D. F., Valverde Aguirre, P. E., Orna Puente, L. M., & Vacacela Gomez, C. (2024). Virtual reality and augmented reality in medical education: an umbrella review. *Front Digit Health*, *6*, 1365345. https://doi.org/10.3389/fdgth.2024.1365345

Thacharodi, A., Singh, P., Meenatchi, R., Tawfeeq Ahmed, Z. H., Kumar, R. R. S., V, N., Kavish, S., Maqbool, M., & Hassan, S. (2024). Revolutionizing healthcare and medicine: The impact of modern technologies for a healthier future-A comprehensive review. *Health Care Sci*, *3*(5), 329–349. https://doi.org/10.1002/hcs2.115

Thanakamchokchai, J., Khobkhun, F., Phetsitong, R., Chaiyawat, P., Areerak, K., Niemrungruang, K., & Tretriluxana, J. (2025). Effectiveness of telerehabilitation on the International Classification of Functioning, Disability, and Health framework outcomes during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Digit Health*, *11*, 20552076251325993. https://doi.org/10.1177/20552076251325993

Topp, R., Greenstein, J., & Etnoyer-Slaski, J. (2023). The Effect of a Mobile Health App on Treatment Adherence and Revenue at Physical Health Clinics: Retrospective Record Review. *JMIR Rehabil Assist Technol*, *10*, e43507. https://doi.org/10.2196/43507

Tsuge, T., Yamamoto, N., Taito, S., Miura, T., Shiratsuchi, D., & Yorifuji, T. (2025). Efficacy of telerehabilitation for patients after hip fracture surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Telemed Telecare*, *31*(2), 174–183. https://doi.org/10.1177/1357633X231181632

Vieira, L., de Andrade, M. A., & Sato, T. O. (2023). Telerehabilitation for musculoskeletal pain - An overview of systematic reviews. *Digit Health*, *9*, 20552076231164242. https://doi.org/10.1177/20552076231164242

https://doi.org/10.71284/asc.2025224

21. YÜZYILDA YAŞLANAN NÜFUS: SAĞLIKLI VE AKTİF YAŞLANMA

AGEING POPULATION IN THE 21st CENTURY: HEALTHY AND ACTIVE AGEING

Mert Uysal[1]

Özet

21. yüzyılda dünya genelinde yaşlı nüfus oranı hızla artmakta ve bu demografik dönüşüm sağlık sistemi, sosyal yapılar ve politikalar gibi faktörleri önemli ölçüde etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, 60 yaş ve üzerindeki bireylerin sayısının 2050 yılında yaklaşık 2,1 milyara ulaşmasıyla dünya nüfusunun %22'sini oluşturması beklenmektedir. Türkiye'de ise 65 yaş ve üzeri nüfus oranı 2023 itibarıyla %10,2 olarak açıklanmış, 2060 yılında bu oranın %22'nin üzerine çıkacağı öngörülmektedir. Beklenen yaşam süresinin artmasıyla birlikte, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, osteoartrit, demans, kırılganlık ve sarkopeni gibi hastalıkların görülme sıklığında belirgin bir artış gözlenmektedir. Bu durum, fonksiyonel kapasitenin azalması, düşme riskinin artması, yaşam kalitesinin düşmesi ve bağımsızlık düzeyinin azalması gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu nedenle sağlık politikalarının sadece yaşam süresini uzatmaya değil, aynı zamanda yaşamın niteliğini artırmaya da odaklanarak sağlıklı yaşlanmayı teşvik etmesi önemlidir. Sağlıklı yaşlanma; bireylerin fiziksel, zihinsel ve sosyal işlevlerini en yüksek düzeyde sürdürmelerine olanak tanıyan bütüncül bir süreç olarak ifade edilebilir. Bu süreçte, düzenli fiziksel aktivite, dengeli beslenme, kronik hastalıkların erken tanısı ve etkin yönetimi ile bilişsel ve sosyal katılımın desteklenmesi gibi multidisipliner yaklaşımlar kritik öneme sahiptir. Özellikle fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları; kas gücünün ve denge kontrolünün korunması, düşme riskinin azaltılması ve fonksiyonel bağımsızlığın sürdürülmesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Sonuç olarak, yaşlı nüfusun artışı kaçınılmaz bir gerçek olup, sağlıklı yaşlanma stratejilerinin geliştirilmesi, birey odaklı müdahalelerin uygulanması ve teknolojik yeniliklerin entegrasyonu, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmaya ve sağlık sistemi üzerindeki yükü azaltmaya önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel aktivite, yürüme, yaşam kalitesi, yaşlanma.

Abstract

In the 21st century, the proportion of older adults worldwide is increasing rapidly, and this demographic shift significantly impacts health systems, social structures, and policy frameworks. According to the World Health Organization, the number of individuals aged 60 and above is projected to reach approximately 2.1 billion by 2050, representing 22% of the global population. In Turkey, the population aged 65 and older was reported as 10.2% in 2023, and it is projected to exceed 22% by 2060. Along with increased life expectancy, the prevalence of conditions such as cardiovascular diseases, diabetes, osteoarthritis, dementia, frailty, and sarcopenia is projected to increase among older adults. These conditions can lead to complications, including reduced functional capacity, increased risk of falls, decreased quality of life,

[1]Karabük Üniversitesi, Fizyoterapi Programı, Türkiye, mertuysal@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-3649-9045

and loss of independence. Therefore, health policies should not only aim to extend life expectancy but also focus on enhancing the quality of life to promote healthy ageing. Healthy ageing can be defined as a holistic process that enables individuals to maintain their physical, cognitive, and social functions at the highest possible level. Multidisciplinary approaches such as regular physical activity, balanced nutrition, early detection and effective management of chronic diseases, and support for cognitive and social engagement play a critical role in this process. Specifically, physiotherapy and rehabilitation interventions are essential for preserving muscle strength and balance, reducing fall risk, and maintaining functional independence. In conclusion, the growth of the older population is an inevitable reality. Implementing healthy ageing strategies, providing individualized interventions, and integrating technological innovations are crucial for improving older adults' quality of life and alleviating the burden on health systems.

Keywords: Ageing, physical activity, quality of life, walking.

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 2021–2030 dönemini "Sağlıklı Yaşlanma On Yılı" ilan ederek yaşlı bireylerin yaşamlarının iyileştirilmesine yönelik küresel boyutta ve disiplinler arası bir eylem çerçevesi sunmuştur. Bu çerçeve; yaşlı bireylerin katılımını güçlendirmeyi, yaşa uygun çevreler oluşturmayı, kişiyi merkeze alan bütünleşmiş sağlık hizmetlerini yaygınlaştırmayı ve uzun süreli bakımın kalitesini artırmayı hedeflemektedir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Cacchione, 2022; Keating, 2022; Michel vd., 2021). Son yıllarda dünya genelinde yaşanan demografik dönüşüm bu gündemin önemini daha fazla artırmaktadır. DSÖ'nün küresel projeksiyonları doğrultusunda, 60 yaş ve üzerindeki nüfusun 2030'da yaklaşık 1,4 milyar, 2050'de ise 2,1 milyar seviyelerine ulaşacağı bildirilmektedir (Noto, 2023; WHO, 2020). Türkiye'de ise 2023 yılı itibarıyla 65 yaş ve üzeri nüfus oranı %10,2'ye ulaşmıştır. Bu oranın; 2030'da %12,9, 2040'ta %16,3, 2060'ta %22,6 ve 2080'de %25,6'ya çıkması öngörülmektedir (TUİK, 2023). Bu kapsamda yapılan çalışmalar, Türkiye'de 65 yaş ve üzeri nüfus payının artış eğiliminde olduğunu ve önümüzdeki yıllarda sürecek yükselişi vurgulamaktadır (Dogan vd., 2025; Sert & Ilgaz, 2025).

Yaşam süresi son iki yüzyılda dramatik biçimde uzamıştır. Ancak, sağlıklı yaşam süresi aynı hızla artmamıştır. Bu durum kronik hastalık yükü, fonksiyonel kapasite kaybı, düşme riski ve bağımsızlıkta azalma gibi sonuçlarla sağlık sistemleri ve sosyal yapılara ek baskı getirmektedir. Bununla birlikte, uzun ömür üzerinde genetik katkının yaklaşık %20–30 oranında sınırlı olduğu, dolayısıyla yaşam süresinin %75 gibi büyük bölümünün değiştirilebilir çevresel ve davranışsal etkenlerle şekillendiği bildirilmiştir (Partridge vd., 2018; Ruby vd., 2018). Bu perspektif, yaşlanmanın mutlak geri döndürülemez olmaktan ziyade, geciktirilebilir ve yönetilebilir süreçler içerdiğini bilerek başta düzenli fiziksel aktivite, dengeli beslenme, kronik hastalıkların erken tanı ve etkin yönetimi, bilişsel ve sosyal katılım ile güvenli/yaşa uygun çevreler gibi müdahalelerin kritik önemini öne çıkarmaktadır (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022).

21. yüzyılda yaşlılık giderek dijitalleşme ile iç içe ilerlemektedir. Dijital sağlık ve tele-sağlık uygulamaları erişimi artırma potansiyeli taşırken, yanlış/yoğun ekran kullanımı ve sedanter yaşam eğilimleri kronik hastalık risklerini artırabilmektedir. Bu olumsuzluklar; uygun tasarım, eğitim ve farkındalıkla önemli ölçüde azaltılabilir (Hepburn vd., 2025; Leong vd., 2024). Bu nedenle, politika ve uygulamalar bireysel yaşam tarzı seçimleri ile sistem düzenlemeleri bütüncül biçimde birleştirmelidir. DSÖ'nün yaklaşımı da kronolojik yaştan ziyade işlevselliğe vurgu yaparak günlük yaşam aktiviteleri, sosyal katılım, fiziksel ve zihinsel yetkinliklere odaklanmayı önermektedir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

Bu çalışma, kavramsal temeli belirginleştirip yaşlanmanın çok boyutlu sonuçlarını dijital dönüşüm perspektifiyle bütüncül biçimde değerlendirmeyi ve sağlıklı/aktif yaşlanmayı destekleyen kanıta dayalı önerileri derleyerek alanın temel bulgularını sunmaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu çalışma, sağlıklı ve aktif yaşlanmayı işlevsellik odaklı bir perspektif ile ele alır. Ayrıca; biyolojik ve fenotipik değişimlerin, psikososyal ve toplumsal belirleyicilerle etkileşerek bireyin günlük yaşam aktivitelerini sürdürme kapasitesi, sosyal katılımı ve fiziksel/zihinsel yetkinlikleri üzerindeki etkilerini birlikte değerlendirir. Bu yaklaşım, yaşlanmanın yalnızca kronolojik bir ilerleyiş olmadığını; değiştirilebilir çevresel ve davranışsal etkenler aracılığıyla yön verilebilen, çok boyutlu ve yönetilebilir bir süreç olduğunu vurgular. Bu kapsamda kavramsal çerçeve; klinik ve toplum düzeyinde standart ölçüm–müdahale–yeniden ölçüm döngüsüyle işlevselliğin korunması ve artırılması, eşzamanlı olarak dijitalleşmenin sunduğu olanakların etik ve adil erişim ilkeleriyle bütünleştirilmesidir.

1.1. Problem ve Kapsam

Küresel ölçekte 60 yaş ve üzeri nüfusun hızla artması ve sağlıklı yaşam süresinin yaşam beklentisiyle aynı oranda yükselmemesi, sağlık sistemlerinde kronik hastalık yükü, fonksiyonel kapasite kaybı, düşme riski ve bağımsızlıkta azalma gibi çok boyutlu sonuçlar doğurmaktadır. DSÖ-BM'nin "Sağlıklı Yaşlanma On Yılı" gündemi, kronolojik yaştan ziyade işlevselliği (günlük yaşam aktiviteleri, sosyal katılım vb.) merkeze alan bir yaklaşımı teşvik eder. Bu çerçevede, değiştirilebilir çevresel ve davranışsal etkenlere odaklanan stratejiler (düzenli fiziksel aktivite, dengeli beslenme vb.) önceliklidir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

Bu bildirinin kapsamı, (i) yaşlanmanın biyolojik/fenotipik ve fonksiyonel sonuçlarını, (ii) psikososyal ve toplumsal etkileri, (iii) dijitalleşme ile etkileşimi ve (iv) sağlıklı/aktif yaşlanma için kanıta dayalı, uygulanabilir önerileri özetlemektir. Odak, kritik ve uygulanabilir bulguları vurgulamak, klinik (fizyoterapi, düşme önleme, kas-performans destekleri vb.) ve sistem düzeyi (birinci basamak entegrasyonu, tele-rehabilitasyon, yaş dostu çevreler vb.) karar vericilere pratik bir çerçeve sunmaktır.

1.2. Amaç ve Beklenen Katkı

Bu çalışma, hızla artan yaşlı nüfusu sağlık, sosyal yaşam ve toplumsal katılım boyutlarıyla ele alarak, sağlıklı ve aktif yaşlanmayı destekleyen uygulama ve politika setlerinin önemini güncel kanıtlar eşliğinde ortaya koymayı amaçlar.

Bu çalışma, sağlıklı/aktif yaşlanma, kırılganlık ve sarkopeni gibi temel kavramları işlevsellik odaklı bir zeminde açıklayacak; fizyoterapi ve rehabilitasyon, düşme önleme ve kas-performans destekleri başta olmak üzere klinik ve sistem düzeyi için ölçülebilir, ölçeklenebilir ve uygulanabilir kısa öneriler sunar. Ayrıca, karar vericiler için izlem göstergeleri önerilerek, politika ve hizmet planlamasına pratik bir çerçeve kazandırılacaktır.

1.3. Tanımlar ve Ölçütler

Sağlıklı yaşlanma: Bireyin işlevsel kapasitesini (ADL/IADL, biliş, mobilite, duyusal işlev, sosyal katılım vb.) koruyup geliştirmeye odaklanan süreci ifade eder ve amaç, kronolojik yaştan bağımsız olarak iyi olma hâlinin sürdürülmesidir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

Aktif yaşlanma: Yaşlanma sürecinde sağlık, katılım ve güvenlik alanlarındaki fırsatları en üst düzeye çıkararak yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen politika ve uygulamalar bütününü ifade eder (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

Kırılganlık (Frailty): Kırılganlık; azalmış rezerv ve stresörlere artmış duyarlılıkla karakterize, olumsuz sonuçlara yatkınlık olarak özetlenebilir. Literatürde, fenotip (Fried) ve defisit birikimi temelli Frailty Index olmak üzere iki ana yaklaşım öne çıkar. Fenotip yaklaşımı (kilo kaybı, bitkinlik, düşük fiziksel aktivite, yavaş yürüme hızı ve düşük kavrama kuvveti) ile kırılganlık; düşme, hastaneye yatış ve mortalite gibi sonuçlar ile karakterizedir (Fried vd., 2001; Kim & Rockwood, 2024; Kim vd., 2022).

Sarkopeni: Avrupa Çalışma Grubu'nun güncellenmiş uzlaşısı (EWGSOP2) sarkopeniyi öncelikle düşük kas gücü ile tanımlayarak kas kütlesi/kalitesi ile doğrular ve fiziksel performanstaki bozulmayı ciddiyet göstergesi olarak kabul eder (Cruz-Jentoft vd., 2019; Van Ancum vd., 2020).

Günlük Yaşam Aktiviteleri (ADL) / Enstrümantal Günlük Yaşam Aktiviteleri (IADL): Temel ve araçsal işlevselliğin değerlendirilmesinde yaygın ölçeklerdir. Yaşlılarda geçerlik, güvenirlik ve uygulama alanlarını kapsar (Pashmdarfard & Azad, 2020).

Kısa Fiziksel Performans Bataryası (SPPB) ve Zamanlı Otur-Kalk-Yürü Testi (TUG): Mobilite, denge ve alt ekstremite fonksiyonunu yansıtan pratik göstergelerdir. SPPB ve TUG geçerli ve güvenilir olarak pratikte sıklıkla kullanılır. TUG, özellikle tek başına bir düşme riski tarama testi olarak sınırlılıklara sahip olabileceği için çoğu rehberde kompozit değerlendirme içinde kullanılması önerilir (Barry vd., 2014; Ortega-Bastidas vd., 2023; Santamaria-Pelaez vd., 2023).

El kavrama kuvveti (HGS): Kas gücünün saha ölçümündeki en uygulanabilir belirteçlerden biridir. Birçok ülkeyi kapsayan güncel normatif veriler, tarama ve sürveyans için referans aralıkları sağlar (Tomkinson vd., 2024).

❖ 65 yaş üzeri bireyler için işlevsellik ölçütlerin pratik eşik değerleri aşağıda verilmiştir:

• SPPB ≤9 puan: Kırılganlık/olumsuz sonuç riski için pratik eşik; <10 puan daha yüksek mortalite/olumsuz sonuçlarla ilişkilidir (de Fatima Ribeiro Silva vd., 2021; Hernandez vd., 2023).

• TUG ≈13,5 sn: Klinik pratikte sık kullanılan bir referans değerdir. Ancak tek başına düşme riskini öngörmede sınırlı olabileceği için kompozit değerlendirme ile kullanılması önerilir (Barry vd., 2014).

• HGS <27 kg (Erkek) ve <16 kg (Kadın): Düşük kas gücü ile ilişkili olup olası sarkopeni göstergesidir. Nüfusa özgü (yerel) eşiklerle birlikte değerlendirilmesi gerekebilir (Cruz-Jentoft vd., 2019; Fernandes vd., 2022; Tomkinson vd., 2024; Van Ancum vd., 2020).

• Yürüme Hızı (4 metre) ≤0,8 m/sn: Fonksiyonel gerileme/olumsuz sonuç riski için yaygın kesim noktasıdır ve taramada yararlı bir ölçüttür (de Souza vd., 2025; Spexoto vd., 2022).

2. SAĞLIKTA DİJİTALLEŞME VE YAŞLANMA

21. yüzyılda yaşlılık, yalnızca biyolojik değişim ile değil; sosyal, ekonomik ve teknolojik boyutları olan çok katmanlı bir olgu olarak ele alınmalıdır. Bu yüzyıl ile birlikte dijital dönüşüm, yaşlanma sürecini hem fırsatlar hem de riskler ekseninde dönüştürmektedir. Yaşanan bu dönüşüm, yaşlı bireyler için bir yandan erişimi artıran tele-sağlık ve uzaktan izlem olanakları sunarken, diğer yandan sedanter yaşam ve aşırı ekran süresi gibi riskleri de beraberinde getirir. Bu nedenle teknoloji; tasarım, eğitim ve farkındalık üçlüsüyle akılcı biçimde entegre edilmelidir. Literatür, yaşlı yetişkinlerin dijital sağlık deneyimlerinde kullanılabilirlik, güven, mahremiyet ve bakımın sürekliliği gibi temaların belirleyici olduğunu gösterirken etkin yaygınlaştırma için teknolojinin erişilebilirlik ilkeleriyle yürütülmesi gerektiğini göstermektedir (Leong vd., 2024; Mao vd., 2022; Noto, 2023).

2.1. Yaşlanma

Yaşlanma, ana rahminden ölüme kadar uzanan kronolojik bir süreci ifade eder. Ancak etkileri yalnız zamansal değildir. Bireyin çevreye uyum yeteneğinin giderek azalması, homeostazın kırılganlaşması ve stresörlere karşı duyarlılığın artması ile karakterize biyolojik (hücresel/mitokondriyal değişimler vb.), psikolojik ve sosyal boyutları olan çok katmanlı bir olgudur. Süreç, genetik yatkınlık ile yaşam boyu maruz kalınan çevresel/davranışsal etmenlerin etkileşimi sonucu gelişir. Bu nedenle, yaşlanma hızı ve örüntüsü bireyler arasında yüksek heterojenlik gösterir. Literatür, primer yaşlanma (zamana bağlı biyolojik değişimler) ile sekonder yaşlanma (hastalık/yaşam tarzı etkileri) ayrımına vurgu yapar ve ikincisinin önlenebilir, geciktirilebilir veya tersine döndürülebilir bileşenleri, sağlıklı ve aktif yaşlanma stratejilerinin dayanak noktasını oluşturur (Ferrucci & Fabbri, 2018; Kennedy vd., 2014; Lopez-Otin vd., 2023).

2.2. Yaşlanmanın Fizyolojik Sonuçları

İnsanlarda yaşlanma; biyolojik, fenotipik ve fonksiyonel yaşlanma olarak kategorize edilebilir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Ferrucci & Fabbri, 2018; Lopez-Otin vd., 2023):

Biyolojik: Yaşlanmada hücresel yaşlanma (cellular senescence), mitokondriyal işlev bozulması, düşük dereceli sistemik inflamasyon ve DNA onarım/otofaji yollarında azalma gibi süreçler birikir. Bu mekanizmalar doku yenilenmesini sınırlar, enerji verimliliğini düşürür ve çoklu organ sistemlerinde rezerv kaybına yol açar. Senesens hücrelerin artışı, metabolik ve kardiyovasküler hastalıklar dâhil pek çok yaşla ilişkili durumla bağlantılıdır (Gorgoulis vd., 2019; Wissler Gerdes vd., 2020).

Fenotipik: Biyolojik süreçlerin klinik yansımaları arasında sarkopeni, kondisyon düşüklüğü, insülin direnci, azalmış kardiyak rezerv, arteriyel sertlik, osteoporoz, iştah azalması (yaşlılık anoreksisi) ve böbrek fonksiyonunda yaşa bağlı gerileme yer alır. EWGSOP2, sarkopeni için kas gücünü birincil belirleyici olarak konumlandırır. Düşük kas gücü ve performans, düşme ve kırılganlıkla ilişkilidir. Yaşa bağlı arteriyel sertlik ve kardiyak yapı/işlev değişimleri, egzersiz kapasitesi ve hemodinamik yanıtlarda azalmaya yol açar. İnsülin direnci yaşla birlikte artma eğiliminde olup vücut kompozisyonu ve fiziksel aktiviteyle yakından ilişkilidir. Osteoporoz, kırık riskinde artışın ana nedenidir. Yaşlılık anoreksisi, düşük enerji/protein alımı ve kilo kaybıyla sarkopeniyi ağırlaştırabilir. Böbrek yaşlanması glomerül sayısında azalma ve rezerv kaybı ile seyreder (Compston vd., 2019; Cruz-Jentoft vd., 2019; Denic vd., 2022; Kolb vd., 2023; Landi vd., 2016; Singam vd., 2020; Vatner vd., 2021).

Fonksiyonel: Yaşlanma sürecinde biriken biyolojik ve fenotipik değişiklikler, günlük yaşamı belirleyen fiziksel, bilişsel, emosyonel, duyusal ve sosyal işlevlerde ölçülebilir kayıplara yol açar. Fiziksel işlevde alt ekstremite gücü ile denge azalması; yürüme hızı, otur-kalk ve çoklu görev yürüyüşünde yavaşlama ile sonuçlanır ve klinikte SPPB ve TUG üzerinden değerlendirilebilir. HGS ise kas gücü için pratik bir belirteçtir. Bu nedenle işlev alanları birlikte ve erken dönemde taranmalıdır. Ölçümler başlangıç değerleriyle karşılaştırmalı izlenmeli ve yönetim, denge-kuvvet-yürüme egzersizleri, görsel/işitsel rehabilitasyon, uyku hijyeni ve depresyon yönetimi ile sosyal katılımı artıran çok bileşenli müdahaleler çerçevesinde planlanmalıdır (Barry vd., 2014; Ortega-Bastidas vd., 2023; Pashmdarfard & Azad, 2020; Santamaria-Pelaez vd., 2023; Sherrington vd., 2019; Tomkinson vd., 2024).

2.3. Yaşlanmanın Psikolojik ve Sosyal Sonuçları

Yaşlanmanın fizyolojik temelli değişimleri, psikolojik ve sosyal alanlarda etkiler yaratır. Bilişsel düzeyde dikkat, yürütücü işlev ve epizodik bellek hızındaki azalma, ilaç yönetimi ve finans işleri gibi IADL performansını düşürür. Bu nedenle ADL/IADL skorları bilişsel taramalarla birlikte yorumlanmalıdır. Emosyonel ve uyku alanlarında depresyon, anksiyete, bitkinlik ve uyku mimarisindeki parçalanma, fiziksel aktiviteyi ve gündüz canlılığını azaltarak işlevselliği olumsuz etkiler. Duyusal (görme/işitme) kayıplar denge ve iletişimi sınırlayıp sosyal katılımı azaltır. Yalnızlık ve sosyal izolasyon depresif belirtileri şiddetlendirerek ADL bağımlılığını hızlandırabilir. Klinik ve toplum düzeyinde erken tarama (temel duyusal/bilişsel taramaların ADL/IADL ile birlikte yürütülmesi) ve çok bileşenli müdahaleler (denge-kuvvet-yürüme egzersizleri, sosyal katılım programları, uyku hijyeni ve depresyon yönetimi vb.) önerilir. Topluluk temelli egzersizlerin düşme riskini azaltmada kanıt düzeyi yüksektir (Dzierzewski vd., 2022; Sherrington vd., 2019; Shukla vd., 2020).

2.4. Yaşlanmanın Ekonomik ve Toplumsal Sonuçları

Yaşam beklentisinin artışı, multimorbidite, kronik hastalık yükü ve işlevsellikte azalma yoluyla sağlık hizmeti kullanımını, uzun süreli bakım gereksinimini ve bakım veren yükünü artırmaktadır. İşlevsel kayıp, birinci basamak, acil servis ve hastane başvurularını yükseltirken formel–informel bakımın kapsamını genişletir. DSÖ'nün işlevsellik odaklı yaklaşımı, yaş dostu çevreler ve entegre bakım yolaklarının planlanmasını

önceleyerek bağımsızlığın korunmasıyla talebin daha öngörülebilir ve sürdürülebilir yönetimini amaçlar (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

Ekonomik yükün başlıca bileşenlerinden düşmeler, acil başvuru, hastaneye yatış ve rehabilitasyon maliyetini artırmanın yanı sıra bağımsızlık kaybını hızlandırır. Buna karşılık topluluk temelli, çok bileşenli egzersiz programlarının düşme riskini azalttığı gösterilmiştir ve bu durum doğrudan/dolaylı maliyetlerde azalma potansiyeli taşır. Multimorbidite ise polifarmasi ve tekrarlı başvurular aracılığıyla sağlık harcamalarını ve kaynak kullanımını yükseltir. Toplumsal düzeyde bakım veren yükü, özellikle bilişsel gerilemenin eşlik ettiği durumlarda psikolojik ve ekonomik etkileri derinleştirir. Bu bağlamda erken tarama, telerehabilitasyon ve topluluk temelli destek mekanizmalarının yaygınlaştırılması hem bakım verenlerin iyilik hâlini hem de hizmet sürdürülebilirliğini destekler. Dijital sağlık araçları erişimi artırabilse de dijital uçurum ve düşük dijital okuryazarlık eşitsizlikleri büyütebilir. Bu nedenle tele-sağlık ve uzaktan izlem uygulamalarının yaşlı dostu tasarım ve eğitim bileşenleriyle, birinci basamak içine kademeli ve kanıta dayalı biçimde entegre edilmesi önerilir. Sonuç olarak, ekonomik ve toplumsal planlamada işlevselliğin korunması, düşme önleme programları, multimorbidite yönetimi ve bakım veren desteği önceliklendirilmelidir. Böylece bağımsızlık kaybı yavaşlatılabilir, hizmet talebi ve maliyetler daha yönetilebilir düzeye çekilebilir (Leong vd., 2024; Sherrington vd., 2019; Zhao vd., 2020).

2.5. Sağlıklı ve Aktif Yaşlanma

DSÖ yaklaşımı, kronolojik yaştan çok işlevselliği, bireyin fiziksel ve zihinsel kapasiteleri ile sosyal katılımını, odak alır. Bu çerçevede sağlıklı ve aktif yaşlanma, bireyin günlük yaşamını bağımsız ve anlamlı biçimde sürdürebilmesini önceleyen çok boyutlu bir durumdur. Bu yaklaşımın işletilmesinde İçsel Kapasite (Intrinsic Capacity, IC) kavramı kullanılır. Bu kavramda; biliş, mobilite, psikolojik durum, canlılık/vitalite ve duyusal işlevler olmak üzere beş alandan oluşur ve klinik izlem için bir üst çatı sağlar (Zhou & Ma, 2022).

Sağlıklı ve aktif yaşlanmanın korunması ve geliştirilmesi için literatürde birçok çalışma mevcuttur. Kanıtlar, yaşlı yetişkinlerde düzenli fiziksel aktivitenin mortaliteyi, kardiyometabolik riskleri ve düşme olasılığını azalttığını bildirirken denge–kuvvet–yürüme egzersizlerini içeren programların fonksiyonel çıktıları iyileştirdiğini göstermektedir (Bull vd., 2020; Sherrington vd., 2019). DSÖ, 65 yaş ve üzeri bireyler için haftaya yayılan orta-şiddetli aerobik etkinlik, en az 2 gün kas güçlendirici egzersiz ve düşme riski yüksek olanlarda denge çalışmaları önermektedir (WHO, 2023). Aerobik yürüyüş programları ve düşük-orta şiddette yürüme temelli müdahaleler, bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkiler bildirmiştir (Lee vd., 2025; Northey vd., 2018). Ayrıca, çeşitli egzersiz modalitelerinin yaşam kalitesini iyileştirdiğine dair yeni randomize kontrollü çalışma bulguları mevcuttur (Yang vd., 2025). Direnç egzersizleri protein–enerji yeterliliğiyle birleştirildiğinde sarkopeni riskinde azalma ve yaşam kalitesinde artış gözlenmiştir (Cruz-Jentoft vd., 2019). Günlük yaşamda sedanter sürelerin kırılması (sık ara ile kısa hareketlenmeler vb) metabolik ve fonksiyonel faydaları destekler (Ekelund vd., 2019). Sonuç olarak, bireyselleştirilmiş, çok bileşenli ve izlem temelli (ölçüm–müdahale–yeniden ölçüm) bir yaklaşım esastır.

2.6. Teknoloji ve Yenilik

Dijital sağlık (tele-sağlık, telerehabilitasyon, mobil uygulamalar vb.) yaşlı bireylerde erişimi, öz-yönetimi ve izlemi güçlendirebilir. Hasta tarafından bildirilen sonuçlar (PROMs/ Patient Reported Outcome Measures) ile günlük işlev ve yaşam kalitesi değişimleri zamanında yakalanabilir. Bununla birlikte kullanılabilirlik, güven/mahremiyet ve dijital uçurum konuları kritik sınırlılıklardır. Literatür, yaşlıların dijital deneyiminde basit arayüz, eğitim ve hibrit modellerin benimsenmeyi artırdığını ve telerehabilitasyonun fiziksel fonksiyon çıktılarında etkili olabileceğini bildirmektedir. Uzun ekran süresi ve fiziksel inaktivitenin birlikte görülmesi sedanter yaşam riskini artırabileceği için dijital uygulamalar hareket hatırlatıcıları, adım/oturma süresi hedefleri ve haftalık egzersiz reçeteleri ile entegrasyonlu bir şekilde tasarlanmalıdır. Sonuç olarak,

teknoloji; yaş dostu tasarım ve veri güvenliği ilkeleriyle birinci basamak içinde kademeli, ölçülebilir ve adil erişimli şekilde uygulanmalıdır (de Siqueira Silva vd., 2024; Ilali vd., 2023; Leong vd., 2024; Mao vd., 2022; Park vd., 2020; Ryskina vd., 2021).

2.7. Eşitsizlikler ve Etik

Sağlıkta dijitalleşmenin faydaları, erişim ve kullanım eşitsizlikleri (gelir-eğitim farkları, kırsal-kentsel ayrışma, bilişsel/duyusal engeller, cihaz/bağlantı maliyetleri vb.) nedeniyle toplumun tüm kesimlerine eşit imkân sunulamayabilir. Dijital uçurum, kronik hastalığı ve fonksiyonel kısıtlılığı olan yaşlılarda bakımın sürekliliğini zayıflatabilir. Etik açıdan, özerklik ve bilgilendirilmiş onam, veri mahremiyeti ve güvenliği, şeffaf algoritmalar ve erişilebilir tasarım ilkeleri temel alınmalıdır. Kullanıcıyla birlikte-tasarım, yaşa uygun dil ve arayüzler ile asgarî veri ilkesine dayalı veri yönetişimi hem benimsemeyi hem de güvenilirliği artırır. Hizmet sunumunda adil erişim için cihaz/bağlantı destekleri, toplum merkezlerinde dijital okuryazarlık eğitimleri ve birinci basamakta yüz yüze alternatiflerin korunması önerilir. Böylece dijital inovasyonlar, yarar–zarar–adalet dengesinde yaşlı bireyler için kapsayıcı hâle getirilebilir (Leong vd., 2024; Ryskina vd., 2021; Seifert vd., 2021).

3. SAĞLIKLI VE AKTİF YAŞLANMA SÜRECİ İÇİN ÖNERİLER

Sağlıklı ve aktif yaşlanma için genel hedef, işlevselliği korumak ve artırmaktır. İzlem standartlaştırılmış ölçütlerle yapılmalı, müdahaleler çok bileşenli ve kişiye özgü planlanmalıdır (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021).

3.1. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Sağlıklı ve aktif yaşlanmada fizyoterapi ve rehabilitasyonun odağı, kas performansı ve dengeyi geliştirerek bağımsızlığı sürdürmektir. Klinik akış; başlangıç değerlendirmesi, hedefleme, çok bileşenli egzersizler, izlem/progresyon ve destekleyici tele müdahaleler sıralaması ile ilerlemelidir (Fragala vd., 2019; Sherrington vd., 2019).

Değerlendirme ve Hedefleme: Başlangıçta SPPB ve TUG ile alt ekstremite performansı/mobilite, HGS ile kas gücü ve ADL/IADL ile işlevsellik belirlenmelidir. Bu ölçütler, düşme riski ve fonksiyonel sınırlılığı öngörmede pratik ve geçerlidir. Bireysel hedefler (yürüme hızı, transfer, denge vb.) bu temelde tanımlanır (Barry vd., 2014; Pashmdarfard & Azad, 2020; Santamaria-Pelaez vd., 2023; Tomkinson vd., 2024).

Çok Bileşenli Egzersizler: Haftaya yayılan direnç + denge + yürüme/aerobik oturumları, ev içi çevresel düzenlemeler (aydınlatma, tutunma barları vb.) ve düşme önleme stratejileri ile birlikte yürütülmelidir. Topluluk temelli çok bileşenli programların düşme riskini azalttığı yüksek kanıt düzeyiyle gösterilmiştir. Direnç antrenmanının progresif uygulanması kas gücü ve işlevselliği artırırken denge ve reaktivite çalışmaları mobiliteyi destekler (Fragala vd., 2019; Sherrington vd., 2019).

İzlem ve Progresyon: 8–12 haftada bir aynı ölçütlerle yeniden değerlendirme yapılarak egzersiz yoğunluğu ve hacmi kademeli artırılmalıdır. Hedefe dayalı ilerleme, hem performans çıktılarının (SPPB, TUG, HGS) hem de ADL/IADL bağımsızlığının sürdürülmesine hizmet eder (Barry vd., 2014; Pashmdarfard & Azad, 2020; Santamaria-Pelaez vd., 2023; Tomkinson vd., 2024).

Telerehabilitasyon Desteği: Dijital araçlar, ev programlarına uyum ve takip için yapılandırılabilir. Basitleştirilmiş materyaller ve telefon tabanlı seçenekler benimsenmelidir. Yaşlılarda kullanılabilirlik, güven ve hibrit modellerin benimsenmeyi artırdığı gösterilmiştir (Ilali vd., 2023; Leong vd., 2024; Mao vd., 2022).

3.2. Sarkopeni ve Kırılganlık için Yaklaşımlar

Tarama: Klinik pratikte sarkopeni olasılığı için ilk basamak taramayı HGS ve yürüme hızı ile yapmak mümkündür. Tanısal doğrulama ve şiddet belirleme için kas kütlesi/kalitesi ile SPPB gibi performans testleri

eklenmelidir. EWGSOP2 kılavuzu, zayıf kas gücünü giriş eşiği olarak ele alırken HGS için yaşa ve cinsiyete özgü normlar klinik eşikleri yorumlamayı kolaylaştırarak yanlış sınıflamayı azaltabilir (Cruz-Jentoft vd., 2019; Tomkinson vd., 2024). Kırılganlık taraması ise Fried fenotipi veya Frailty Index kriterlerine göre yapılır. Bu kriter temelli ölçütler mortalite/komplikasyon öngörüsünde etkindir (Fried vd., 2001; Kim & Rockwood, 2024; Kim vd., 2022). Yürüme hızı ve HGS sarkopeni ve kırılganlık taramasında pratik bir eşik değişkeni olup risk öngörmede güçlü bir göstergedir (de Souza vd., 2025).

Egzersizler: Sarkopeni ve kırılganlık yönetiminde temel yaklaşım çok bileşenli egzersizdir. Haftaya yayılan progresif direnç antrenmanı, denge/reaktivite çalışmaları ve yürüme/aerobik bileşeni birlikte verilmelidir. Bu programlar kas gücü ve işlevselliği artırırken yaşlılarda düşme riskini azaltır. Ayrıca kırılgan yaşlı bireylerde fiziksel aktivite müdahaleleri kırılganlığın tersine çevrilmesinde etkilidir (Can vd., 2024; Cruz-Jentoft vd., 2019; Sherrington vd., 2019).

Destekleyici Unsurlar: Beslenmede yeterli protein/enerji alımı, D vitamini değerlendirmesi ve ev içi çevresel düzenlemeler düşme önleme stratejileriyle entegre edilmelidir. İzlem 8–12 haftada bir aynı ölçütlerle tekrarlanarak kademeli progresyon planlanmalıdır (Cruz-Jentoft vd., 2019; Sherrington vd., 2019).

3.3. Kronik Hastalıklarda Fonksiyonel Kapasite

Kronik hastalık ve multimorbidite hem işlevselliği azaltır hem de sağlık hizmeti kullanımı ve semptom yükünü artırır. Ayrıca, fiziksel multimorbidite; poliklinik başvurularını, hastaneye yatışları ve katastrofik sağlık harcaması riskini de tetikler. Bu nedenle kronik hastalık yönetiminde hedef, hastalık odaklı sonlanımlara (mortalite, yeniden yatış, biyobelirteçler vb.) ek olarak fonksiyonel kapasitenin korunması ve artırılması olmalıdır (Zhao vd., 2020).

Çoklu hastalığı olan yaşlılarda "tek dosya–tek hedef" ilkesine dayalı bütüncül bakım yolakları (geriatri, aile hekimliği, fizyoterapi, beslenme, psikososyal destek, yardımcı teknolojiler, iş birliği vb.) önerilir. DSÖ yaklaşımı, işlevselliğe odaklanan ve bakım sürekliliğini önceleyen modelleri vurgular. Bu çerçevede düzenli olarak ilaçların gözden geçirilmesi (3–6 ayda bir), polifarmasinin azaltılması, öz-yönetim eğitimi ve ev programları, düşme riskini azaltan denge–kuvvet–yürüme temelli rehabilitasyonla bütünleştirilmelidir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022).

Çoklu hastalığı olan yaşlılarda tele-sağlık ve uzaktan izlem; izlem sürekliliği, PROMs toplanması ve davranış değişikliğinin takibi açısından yararlıdır. Basit arayüz, eğitim ve hibrit modeller ile kullanım kolaylığı sağlanarak teknoloji kullanımının benimsenmesi hızlandırır. Bununla birlikte, tele-tıpta cinsiyet/ırk/etnik köken temelli erişim farkları bildirilmiş olup dijital uçurumun azaltılması için dijital okuryazarlık desteği ve alternatif yüz yüze seçeneklerin korunması gereklidir (Leong vd., 2024; Ryskina vd., 2021). Sonuç olarak, kronik hastalıklarda fonksiyonel kapasitenin sürdürülebilmesi; entegre birinci basamak, rutin polifarmasi yönetimi, çok bileşenli rehabilitasyon ve adil erişimli dijital destek bileşenlerinin eşgüdümlü uygulanmasına bağlıdır (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Leong vd., 2024; Ryskina vd., 2021).

3.4. İzlem Göstergeleri

İşlevselliğin sürekliliğini kanıta dayalı biçimde izlemek için standart, tekrarlanabilir ve klinikte uygulanabilir göstergeler kullanılmalıdır. Aşağıdaki tablodaki göstergeler hem erken değişimi saptamada hem de müdahale yanıtını değerlendirmede etkindir.

Göstergeler	Ne ölçülür?	Klinik eşik/yorum notu*	Önerilen sıklık	Kaynak
SPPB	Alt ekstremite performansı (otur-kalk, denge, 4m. yürüme)	<10 puan: artmış düşme riski Değişim izleminde ≥1 puanlık artış klinik açıdan anlamlı kabul edilebilir.	Yıllık Riskli bireyde program sonu (6–12 hafta) + 6 ay	(de Fatima Ribeiro Silva vd., 2021; Santamaria-Pelaez vd., 2023)
TUG	Transfer + Dinamik denge + Yürüme	≥ 12–13 sn. Düşme riski artışı Değişim analizi için aynı ayakkabı/parkur kullanılması önerilir.	Yıllık Riskli bireyde 8–12 hafta arayla	(Barry vd., 2014)
HGS	Üst ekstremite kuvveti, sarkopeni ve kırılganlık göstergesi	Yaşa-cinsiyete özgü normlara göre yorum Düşük HGS sarkopeni/ kırılganlık riski	Yıllık; program başı-sonu	(Cruz-Jentoft vd., 2019; Tomkinson vd., 2024)
Yürüme Hızı (4–6 m)	Fonksiyonel kapasite, prognoz	< 0.8 m/sn: yüksek risk < 1.0 m/sn: uyarı düzeyi	Yıllık Riskli bireyde 3–6 ay	(Cruz-Jentoft vd., 2019; de Souza vd., 2025)
ADL/IADL	İşlevsel bağımsızlık	Her bir basamakta gerileme → bakım gereksinimi artışı	Yıllık Klinik değişiklikte ara değerlendirme	(Pashmdarfard & Azad, 2020)
PROMs	Ağrı, yorgunluk, yaşam kalitesi, düşme korkusu vb.	Aynı ölçeğin tekrarlı kullanımı	3–6 ay tele-izlemle desteklenebilir.	Kullanılan ölçeğe özgü rehber

*Eşikler örnek niteliğindedir. Klinik karar her zaman bireyin yaşı, komorbiditeleri ve başlangıç düzeyi (baseline) ile birlikte verilmelidir. İzlemde aynı protokol, mesafe ve dinlenme koşullarının standartlaştırılması önerilir.

Uygulama Notları: Her ölçüt, tedavi/egzersiz programı öncesi ve sonrası (8–12 hafta) tekrarlanmalıdır. Tek bir test yerine SPPB + TUG + HGS + ADL/IADL kombinasyonu riski daha iyi öngörür. Basit PROMs ve yürüme adım sayacı/oturma süresi gibi dijital belirteçlerle ara dönem izlemi yapılabilir.

3.5. Türkiye Sağlık Hizmetleri Planlanmasına Yönelik Öneriler

- Aile hekimliği içinde ADL/IADL, SPPB, TUG, HGS gibi düşük maliyetli ve uygulanabilir ölçütler ile yıllık fonksiyonel tarama yapılması, riskli bireyler için taramanın 6 ayda bir tekrarlanması önerilir.
- Aile hekimliği bilgi sistemi ve/veya kişisel sağlık sistemine (e-nabız) SPPB, TUG, HGS ve ADL gibi fonksiyonel göstergelerin entegre edilerek karşılaştırmalı izleme panolarının oluşturulması önerilir.
- İl/ilçe düzeyinde denge–kuvvet–yürüme odaklı topluluk egzersiz gruplarının kurulması ve ev içi çevresel düzenleme rehberlerinin (aydınlatma, tutunma barları vb.) yaygınlaştırılması önerilir.
- DSÖ ve T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından mevcut ve ileride geliştirilecek fiziksel aktivite protokollerinin etkin biçimde uygulanabilmesi, gerekli durumlarda bireyselleştirilmiş fiziksel aktivite reçetelerinin düzenlenmesi ve toplum temelli farkındalık/eğitim programlarının sürdürülebilmesi için, fizyoterapistlerin istihdamının artırılması ve çalışma alanlarının (belediye hizmetleri, aile sağlığı merkezleri ve diğer birinci basamak platformları vb.) kurumsal olarak genişletilmesi önerilir.
- Halk eğitim, yaşlı yaşam merkezleri ve yerel yönetimler aracılığıyla bulmaca, okuma, dil/enstrüman öğrenimi ve grup temelli etkinliklere erişimin artırılması, sosyal izolasyon riski yüksek bireylerde aktif yönlendirme ve ulaşım desteği sağlanması önerilir.
- Kullanılan ilaçların 3–6 ayda bir periyodik olarak gözden geçirilmesi önerilir.

• Birinci basamakta depresyon/anksiyete ve uyku bozuklukları için rutin taramaların uygulanması, gerekirse hızlı sevk mekanizmalarının işletilmesi ve fiziksel aktivite programlarıyla eşgüdümlü davranışsal uyku eğitiminin verilmesi önerilir.

• Duyusal rehabilitasyonun teşviki için odyoloji ve göz sağlığına hızlı sevk zincirinin oluşturulması, işitme cihazı/gözlük temininde mali destek ve kullanıcı eğitiminin sağlanması önerilir.

• Tele-sağlık/telerehabilitasyon entegrasyonu için kısa eğitim modülleri, sade arayüz ve mobil takip seçeneklerinin sunulmasıyla dijital hizmetlerin erişilebilir kılınması önerilir.

• Bakım veren desteğinin sağlanması için geçici bakım merkezleri, psikososyal danışmanlık ve ev ziyaretlerinin artırılması ve bu noktada sosyal hizmet/sivil toplum koordinasyonunun güçlendirilmesi önerilir.

• Yaş dostu kentsel düzenlemelerin hayata geçirilmesi için kaldırımların ramplaştırılması, park–egzersiz alanlarının artırılması, güvenli yaya geçitlerinin artırılarak geliştirilmesi ve toplu taşımalarda erişilebilir/indirimli seçeneklerin yaygınlaştırılması gibi pratiklerin hayata geçirilmesi önerilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, yaşlanmanın biyolojik, fenotipik ve fonksiyonel süreçlerinin işlevsellik üzerinde yarattığı çok boyutlu etkiler ile sağlıkta dijitalleşmenin fırsat ve sınırlılıkları bir arada ele alınmıştır. BM/DSÖ'nün 2021–2030 Sağlıklı Yaşlanma On Yılı gündemi, işlevsellik odaklı bir yaklaşımı benimsemenin gerekliliğini vurgular. Bu çerçevede, ölç–müdahalemuygula–yeniden ölç döngüsünü mümkün kılan standartlaştırılmış göstergeler hem klinikte hem de birinci basamakta karar kalitesini arttıracağı düşünülmektedir (Amuthavalli Thiyagarajan vd., 2022; Michel vd., 2021). Sağlıklı ve aktif yaşlanma için dijital sağlık uygulamalarının entegrasyonu, sedanterlik riskinin fiziksel, bilişsel ve sosyal aktiviteyi artıran programlarla dengelenmesi ve yaş dostu hizmet modellerinin birinci basamak bakım yollarına yerleştirilmesi önerilmektedir (Hepburn vd., 2025; Leong vd., 2024; Park vd., 2020).

Kanıtlar, çok bileşenli egzersizin fonksiyonel çıktıları iyileştirdiğini ve düşme riskini azalttığını göstermektedir (Sherrington vd., 2019). Kırılgan yaşlılarda, yaşam boyu alışkanlık haline getirilmiş, aerobik-kuvvet-esneklik bileşenlerini içeren bireyselleştirilmiş çok bileşenli fiziksel aktitvite/egzersiz müdahalelerinin kırılganlığı önleme/tersine çevirmede önemli olduğu bildirilmiştir (Can vd., 2024). Sarkopeni yönetiminde ise kas gücü ve performans ölçütleriyle tarama-tanı-izlem akışı klinik olarak uygulanabilirliği yüksek bulunmuştur (Cruz-Jentoft vd., 2019). Düzenli fiziksel aktivite, mortalite ve kardiyometabolik risklerde azalma sağlar ve sedanter sürenin sık aralarla kırılması metabolik ve fonksiyonel yararları destekler (Bull vd., 2020; Ekelund vd., 2019). Bilişsel açıdan da yürüme/aerobik temelli programların olumlu etkileri gösterilmiştir (Northey vd., 2018).

Psikososyal boyutta uyku mimarisindeki parçalanma ile depresyon/anksiyete, işlevselliği olumsuz etkiler. İşitme kaybı yalnızlık ve sosyal izolasyon aracılığıyla ADL bağımlılığına giden süreci hızlandırabilir (Dzierzewski vd., 2022; Shukla vd., 2020). Bu nedenle duyusal ve bilişsel taramaların fonksiyonel değerlendirmeyle birlikte yürütülmesi uygundur. Ekonomik ve toplumsal düzeyde multimorbidite, sağlık hizmeti kullanımını ve katastrofik harcama riskini artırır, düşmeler ise maliyet ve bağımsızlık kaybının başlıca belirleyicilerindendir (Sherrington vd., 2019; Zhao vd., 2020).

Dijital sağlık araçları, erişimi ve izlemi güçlendirebilir. Ancak kullanılabilirlik, mahremiyet ve dijital uçurum benimsemeyi sınırlayabilir. Yaşlı kullanıcılar için basit arayüz, kısa eğitim ve hibrit modeller önerilir. Ayrıca tele-tıpta cinsiyet/ırk/etnik köken temelli erişim farkları bildirildiğinden adil erişim ilkesi korunmalıdır (Leong vd., 2024; Ryskina vd., 2021).

Sonuç olarak; yaşlanma sürecinde işlevselliği korumak ve artırmak temel hedef olmalıdır. Bu hedef doğrultusunda; standart izlem ile erken değişimin saptanması, çok bileşenli egzersiz ve beslenme desteği ile

sarkopeni/kırılganlığın yönetilmesi, duyusal–bilişsel tarama ve psikososyal müdahalelerin entegrasyonu, düşme önleme programlarının yaygınlaştırılması ve dijital çözümlerin yaş dostu, güvenli ve adil erişimli biçimde birinci basamağa kademeli entegrasyonu önerilmektedir. Bu stratejiler, bireylerin bağımsızlık ve yaşam kalitesini artırırken sağlık sistemi üzerinde oluşan yükü azaltma potansiyeline sahiptir (Thiyagarajan vd., 2022; Sherrington vd., 2019; Bull vd., 2020).

KAYNAKÇA

Amuthavalli Thiyagarajan, J., Mikton, C., Harwood, R. H., Gichu, M., Gaigbe-Togbe, V., Jhamba, T., Pokorna, D., Stoevska, V., Hada, R., Steffan, G. S., Liena, A., Rocard, E., & Diaz, T. (2022). The UN Decade of healthy ageing: strengthening measurement for monitoring health and wellbeing of older people. *Age Ageing*, *51*(7). https://doi.org/10.1093/ageing/afac147

Barry, E., Galvin, R., Keogh, C., Horgan, F., & Fahey, T. (2014). Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr*, *14*, 14. https://doi.org/10.1186/1471-2318-14-14

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T.,…Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, *54*(24), 1451–1462. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955

Cacchione, P. Z. (2022). World Health Organization Leads the 2021 to 2030-Decade of Healthy Ageing. *Clin Nurs Res*, *31*(1), 3–4. https://doi.org/10.1177/10547738211065790

Can, B., Uysal, M., Baş, B., & Yümin, E. T. (2024). Kırılgan yaşlı bireylerde fiziksel aktivitenin önemi. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, *17*(1), 64–70. https://doi.org/https://doi.org/10.46414/yasad.1412242

Compston, J. E., McClung, M. R., & Leslie, W. D. (2019). Osteoporosis. *Lancet*, *393*(10169), 364–376. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32112-3

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyere, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older, P., & the Extended Group for, E. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, *48*(1), 16–31. https://doi.org/10.1093/ageing/afy169

de Fatima Ribeiro Silva, C., Ohara, D. G., Matos, A. P., Pinto, A., & Pegorari, M. S. (2021). Short Physical Performance Battery as a Measure of Physical Performance and Mortality Predictor in Older Adults: A Comprehensive Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*, *18*(20). https://doi.org/10.3390/ijerph182010612

de Siqueira Silva, I., de Araujo, A. J., Lopes, R. H., Silva, C., Xavier, P. B., de Figueiredo, R. C., Brito, E. W. G., Lapao, L. V., Martiniano, C. S., de Araujo Nunes, V. M., & da Costa Uchoa, S. A. (2024). Correction: Digital home care interventions and quality of primary care for older adults: a scoping review. *BMC Geriatr*, *24*(1), 669. https://doi.org/10.1186/s12877-024-05280-y

de Souza, A. F., de Oliveira, D. C., Ramirez, P. C., de Oliveira Maximo, R., Luiz, M. M., Delinocente, M. L. B., Steptoe, A., de Oliveira, C., & da Silva Alexandre, T. (2025). Low gait speed is better than frailty and sarcopenia at identifying the risk of disability in older adults. *Age Ageing*, *54*(4). https://doi.org/10.1093/ageing/afaf104

Denic, A., Rule, A. D., & Glassock, R. J. (2022). Healthy and unhealthy aging on kidney structure and function: human studies. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, *31*(3), 228–234. https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000780

Dogan, H., Ozmen, K., Sercemeli, C., & Alkan, O. (2025). Demographic and socioeconomic factors affecting relative poverty level of older adults in Turkiye. *BMC Geriatr*, *25*(1), 496. https://doi.org/10.1186/s12877-025-06176-1

Dzierzewski, J. M., Perez, E., Ravyts, S. G., & Dautovich, N. (2022). Sleep and Cognition: A Narrative Review Focused on Older Adults. *Sleep Med Clin*, *17*(2), 205–222. https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.02.001

Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B. H., Jefferis, B., Fagerland, M. W., Whincup, P., Diaz, K. M., Hooker, S. P., Chernofsky, A., Larson, M. G., Spartano, N., Vasan, R. S., Dohrn, I. M., Hagstromer, M., Edwardson, C., Yates, T., Shiroma, E., Anderssen, S. A., & Lee, I. M. (2019). Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ*, *366*, l4570. https://doi.org/10.1136/bmj.l4570

Fernandes, S., Rodrigues da Silva, E., New York, B., Macedo, P., Goncalves, R., Camara, S., Larco, R., & Maciel, A. (2022). Cutoff Points for Grip Strength in Screening for Sarcopenia in Community-Dwelling Older-Adults: A

Systematic Review. *J Nutr Health Aging*, *26*(5), 452–460. https://doi.org/10.1007/s12603-022-1788-6

Ferrucci, L., & Fabbri, E. (2018). Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. *Nat Rev Cardiol*, *15*(9), 505–522. https://doi.org/10.1038/s41569-018-0064-2

Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*, *33*(8), 2019–2052. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., McBurnie, M. A., & Cardiovascular Health Study Collaborative Research, G. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *56*(3), M146–156. https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146

Gorgoulis, V., Adams, P. D., Alimonti, A., Bennett, D. C., Bischof, O., Bishop, C., Campisi, J., Collado, M., Evangelou, K., Ferbeyre, G., Gil, J., Hara, E., Krizhanovsky, V., Jurk, D., Maier, A. B., Narita, M., Niedernhofer, L., Passos, J. F., Robbins, P. D.,…Demaria, M. (2019). Cellular Senescence: Defining a Path Forward. *Cell*, *179*(4), 813–827. https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.10.005

Hepburn, J., Williams, L., & McCann, L. (2025). Barriers to and Facilitators of Digital Health Technology Adoption Among Older Adults With Chronic Diseases: Updated Systematic Review. *JMIR Aging*, *8*, e80000. https://doi.org/10.2196/80000

Hernandez, H. H. C., Yang, D. Z., Tan, C. N., Kua, J., Ismail, N. H., & Lim, W. S. (2023). Short Physical Performance Battery Cutoff Points Using Clinical Outcomes for At-Risk Older Adults in Singapore: An Exploratory Study. *Ann Geriatr Med Res*, *27*(4), 358–360. https://doi.org/10.4235/agmr.23.0164

Ilali, M., Le Berre, M., Vedel, I., & Khanassov, V. (2023). Telemedicine in the primary care of older adults: a systematic mixed studies review. *BMC Prim Care*, *24*(1), 152. https://doi.org/10.1186/s12875-023-02085-7

Keating, N. (2022). A research framework for the United Nations Decade of Healthy Ageing (2021-2030). *Eur J Ageing*, *19*(3), 775–787. https://doi.org/10.1007/s10433-021-00679-7

Kennedy, B. K., Berger, S. L., Brunet, A., Campisi, J., Cuervo, A. M., Epel, E. S., Franceschi, C., Lithgow, G. J., Morimoto, R. I., Pessin, J. E., Rando, T. A., Richardson, A., Schadt, E. E., Wyss-Coray, T., & Sierra, F. (2014). Geroscience: linking aging to chronic disease. *Cell*, *159*(4), 709–713. https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.10.039

Kim, D. H., & Rockwood, K. (2024). Frailty in Older Adults. *N Engl J Med*, *391*(6), 538–548. https://doi.org/10.1056/NEJMra2301292

Kim, D. J., Massa, M. S., Potter, C. M., Clarke, R., & Bennett, D. A. (2022). Systematic review of the utility of the frailty index and frailty phenotype to predict all-cause mortality in older people. *Syst Rev*, *11*(1), 187. https://doi.org/10.1186/s13643-022-02052-w

Kolb, H., Kempf, K., & Martin, S. (2023). Insulin and aging - a disappointing relationship. *Front Endocrinol (Lausanne)*, *14*, 1261298. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1261298

Landi, F., Calvani, R., Tosato, M., Martone, A. M., Ortolani, E., Savera, G., Sisto, A., & Marzetti, E. (2016). Anorexia of Aging: Risk Factors, Consequences, and Potential Treatments. *Nutrients*, *8*(2), 69. https://doi.org/10.3390/nu8020069

Lee, J., West, D., Pellegrini, C., Wei, J., Wilcox, S., Neils-Strunjas, J., Rudisill, A. C., Friedman, D. B., Marquez, D. X., Dzwierzynski, J., Balls-Berry, J., Gajadhar, R., & Yang, C. H. (2025). Walking Interventions and Cognitive Health in Older Adults: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Health Promot*, *39*(7), 1051–1067. https://doi.org/10.1177/08901171251328858

Leong, Q. Y., Lee, V. V., Ng, W. Y., Vijayakumar, S., Lau, N. Y., Mauritzon, I., Blasiak, A., & Ho, D. (2024). Older Adults' Perspectives and Experiences With Digital Health in Singapore: Qualitative Study. *JMIR Hum Factors*, *11*, e58641. https://doi.org/10.2196/58641

Lopez-Otin, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2023). Hallmarks of aging: An expanding universe. *Cell*, *186*(2), 243–278. https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.11.001

Mao, A., Tam, L., Xu, A., Osborn, K., Sheffrin, M., Gould, C., Schillinger, E., Martin, M., & Mesias, M. (2022). Barriers to Telemedicine Video Visits for Older Adults in Independent Living Facilities: Mixed Methods Cross-sectional Needs Assessment. *JMIR Aging*, *5*(2), e34326. https://doi.org/10.2196/34326

Michel, J. P., Leonardi, M., Martin, M., & Prina, M. (2021). WHO's report for the decade of healthy ageing 2021-30 sets the stage for globally comparable data on healthy ageing. *Lancet Healthy Longev*, *2*(3), e121–e122. https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00002-7

Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, *52*(3), 154–160. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587

Noto, S. (2023). Perspectives on Aging and Quality of Life. *Healthcare (Basel)*, *11*(15). https://doi.org/10.3390/healthcare11152131

Ortega-Bastidas, P., Gomez, B., Aqueveque, P., Luarte-Martinez, S., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2023). Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)-More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. *Sensors (Basel)*, *23*(7). https://doi.org/10.3390/s23073426

Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2020). Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks. *Korean J Fam Med*, *41*(6), 365–373. https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165

Partridge, L., Deelen, J., & Slagboom, P. E. (2018). Facing up to the global challenges of ageing. *Nature*, *561*(7721), 45–56. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0457-8

Pashmdarfard, M., & Azad, A. (2020). Assessment tools to evaluate Activities of Daily Living (ADL) and Instrumental Activities of Daily Living (IADL) in older adults: A systematic review. *Med J Islam Repub Iran*, *34*, 33. https://doi.org/10.34171/mjiri.34.33

Ruby, J. G., Wright, K. M., Rand, K. A., Kermany, A., Noto, K., Curtis, D., Varner, N., Garrigan, D., Slinkov, D., Dorfman, I., Granka, J. M., Byrnes, J., Myres, N., & Ball, C. (2018). Estimates of the Heritability of Human Longevity Are Substantially Inflated due to Assortative Mating. *Genetics*, *210*(3), 1109–1124. https://doi.org/10.1534/genetics.118.301613

Ryskina, K. L., Shultz, K., Zhou, Y., Lautenbach, G., & Brown, R. T. (2021). Older adults' access to primary care: Gender, racial, and ethnic disparities in telemedicine. *J Am Geriatr Soc*, *69*(10), 2732–2740. https://doi.org/10.1111/jgs.17354

Santamaria-Pelaez, M., Gonzalez-Bernal, J. J., Da Silva-Gonzalez, A., Medina-Pascual, E., Gentil-Gutierrez, A., Fernandez-Solana, J., Mielgo-Ayuso, J., & Gonzalez-Santos, J. (2023). Validity and Reliability of the Short Physical Performance Battery Tool in Institutionalized Spanish Older Adults. *Nurs Rep*, *13*(4), 1354–1367. https://doi.org/10.3390/nursrep13040114

Seifert, A., Cotten, S. R., & Xie, B. (2021). A Double Burden of Exclusion? Digital and Social Exclusion of Older Adults in Times of COVID-19. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, *76*(3), e99–e103. https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa098

Sert, E. N., & Ilgaz, A. (2025). Successful Aging and Self-Neglect Among Community-Dwelling Older People. *Public Health Nurs*, *42*(1), 44–53. https://doi.org/10.1111/phn.13439

Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, *1*(1), CD012424. https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2

Shukla, A., Harper, M., Pedersen, E., Goman, A., Suen, J. J., Price, C., Applebaum, J., Hoyer, M., Lin, F. R., & Reed, N. S. (2020). Hearing Loss, Loneliness, and Social Isolation: A Systematic Review. *Otolaryngol Head Neck Surg*, *162*(5), 622–633. https://doi.org/10.1177/0194599820910377

Singam, N. S. V., Fine, C., & Fleg, J. L. (2020). Cardiac changes associated with vascular aging. *Clin Cardiol*, *43*(2), 92–98. https://doi.org/10.1002/clc.23313

Spexoto, M. C. B., Ramirez, P. C., de Oliveira Maximo, R., Steptoe, A., de Oliveira, C., & Alexandre, T. D. S. (2022). European Working Group on Sarcopenia in Older People 2010 (EWGSOP1) and 2019 (EWGSOP2)

criteria or slowness: which is the best predictor of mortality risk in older adults? *Age Ageing*, *51*(7). https://doi.org/10.1093/ageing/afac164

Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Rubin, L., McGrath, R., Gower, B., Boyle, T., Klug, M. G., Mayhew, A. J., Blake, H. T., Ortega, F. B., Cadenas-Sanchez, C., Magnussen, C. G., Fraser, B. J., Kidokoro, T., Liu, Y., Christensen, K., Leong, D. P., & i, G. G. (2024). International norms for adult handgrip strength: A systematic review of data on 2.4 million adults aged 20 to 100+ years from 69 countries and regions. *J Sport Health Sci*, *14*, 101014. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.101014

TUİK. (2023). İstatistiklerle Yaşlılar. Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved 01.10.2025 from https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2023-53710

Van Ancum, J. M., Alcazar, J., Meskers, C. G. M., Nielsen, B. R., Suetta, C., & Maier, A. B. (2020). Impact of using the updated EWGSOP2 definition in diagnosing sarcopenia: A clinical perspective. *Arch Gerontol Geriatr*, *90*, 104125. https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104125

Vatner, S. F., Zhang, J., Vyzas, C., Mishra, K., Graham, R. M., & Vatner, D. E. (2021). Vascular Stiffness in Aging and Disease. *Front Physiol*, *12*, 762437. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.762437

WHO. (2020). *Decade of Healthy Ageing: Plan of Action*. World Health Organization. Retrieved 01.10.2025 from https://www.who.int/publications/m/item/decade-of-healthy-ageing-plan-of-action

WHO. (2023). *Physical activity*. World Health Organization. Retrieved 03.10.25 from

Wissler Gerdes, E. O., Zhu, Y., Weigand, B. M., Tripathi, U., Burns, T. C., Tchkonia, T., & Kirkland, J. L. (2020). Cellular senescence in aging and age-related diseases: Implications for neurodegenerative diseases. *Int Rev Neurobiol*, *155*, 203–234. https://doi.org/10.1016/bs.irn.2020.03.019

Yang, H., Li, J., Shan, W., Ren, S., Chai, X., Lu, J., Yan, H., & Lu, Y. (2025). The effect of different exercise modalities on older adults' quality of life: an assessor-blinded randomized controlled trial. *Sci Rep*, *15*(1), 26177. https://doi.org/10.1038/s41598-025-11047-1

Zhao, Y., Atun, R., Oldenburg, B., McPake, B., Tang, S., Mercer, S. W., Cowling, T. E., Sum, G., Qin, V. M., & Lee, J. T. (2020). Physical multimorbidity, health service use, and catastrophic health expenditure by socioeconomic groups in China: an analysis of population-based panel data. *Lancet Glob Health*, *8*(6), e840–e849. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30127-3

Zhou, Y., & Ma, L. (2022). Intrinsic Capacity in Older Adults: Recent Advances. *Aging Dis*, *13*(2), 353–359. https://doi.org/10.14336/AD.2021.0818

https://doi.org/10.71284/asc.2025225

COMPARATIVE ANALYSIS OF THALAMIC NUCLEI VOLUME ALTERATIONS IN SELECTED NEUROPSYCHIATRIC DISORDERS

Menşure Şahin[1]
Necati Emre Şahin[2]
Şeyma Toy[3]

Abtract

In this study, the aim was to examine thalamic subnuclei volume alterations in neurological and psychiatric disorders based on FreeSurfer-based studies. Accordingly, a literature review was conducted in the PubMed database, and findings from research articles investigating different neurological and psychiatric diseases were compiled. In these studies, 3-Tesla T1-weighted magnetic resonance images were predominantly used, and thalamic nuclei were analyzed either as functional clusters or as individual nuclei following segmentation. Disease-specific patterns were identified in epilepsy: in occipital lobe epilepsy, the total thalamic volume was preserved, while increases were observed in the right medial geniculate and suprageniculate nuclei, and a decrease was detected in the parafascicular nucleus. In temporal lobe epilepsy, marked atrophy was detected particularly in ipsilateral anterior and lateral nuclear groups. In mesial temporal sclerosis, the smaller volumes of the ventral posterolateral and lateral pulvinar nuclei were associated with postoperative seizure persistence. In migraine, although total thalamic volume was preserved, volumetric increases in the anteroventral and medial geniculate nuclei and a reduction in the parafascicular nucleus were reported. In the schizophrenia spectrum, consistent reductions were found in the mediodorsal nucleus, pulvinar, and geniculate complexes; moreover, in patients experiencing auditory hallucinations, decreases in the medial and lateral geniculate nuclei were correlated with symptom severity. In multiple sclerosis, marked atrophy was observed in all nuclear groups except for the intralaminar nuclei, and these volumetric losses were associated with Expanded Disability Status Scale (EDSS) and Symbol Digit Modalities Test (SDMT) scores. In major depression, the left thalamic volume was significantly reduced, whereas in obsessive-compulsive disorder, the left posterior thalamic volume was decreased. These findings suggest that the thalamus exhibits disease-specific structural signatures and that volumetric measurements performed at the nuclear level may enhance the clinical predictive power.

Keywords: Thalamic nuclei volume, neuropsychiatric disorders, neuroanatomy

[1]Lecturer, Karabuk University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, mensuresahin@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9636-413X

[2]Research Assistant, Karabuk University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, necatisahin@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-2061-7951

[3] Associate Professor, Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Karabuk, Turkey, seymatoy@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6067-0087

INTRODUCTION

The thalamus is a subcortical structure of the brain and consists of numerous nuclei that play critical roles in the transmission of sensory information and the coordination of cortical activities. Different thalamic nuclei constitute nodes of motor, sensory, cognitive, and limbic circuits. Therefore, structural changes in thalamic volume have long been known to be observed in various neurological and psychiatric diseases. In particular, decreased volume of the thalamus and its subnuclei has been reported in neurodegenerative processes such as Alzheimer's disease (AD) and mild cognitive impairment, and some studies have even suggested that thalamic atrophy may precede the appearance of hippocampal atrophy (Shah et al., 2024). Similarly, thalamic volume changes have been detected in psychiatric disorders such as schizophrenia, obsessive-compulsive disorder (OCD), and depression. However, because the thalamus possesses a complex structure and numerous nuclei, findings based on overall thalamic volume measurements have been inconsistent in the past (Jurng et al., 2021). In recent years, it has become possible to measure the individual subnuclei of the thalamus using automated segmentation methods from magnetic resonance imaging (MRI) data (Williams, Nguyen, Vidal, & Saranathan, 2024). This review will summarize and compare recent studies examining changes in thalamic nucleus volumes in different diseases, providing an overview of which thalamic regions are affected in each disorder.

1. METHODS

This study was based on the findings of 15 recent research articles cited in the PubMed database. The reviewed studies measured thalamic nucleus volumes in a wide range of conditions, including epilepsy subtypes, schizophrenia spectrum, obsessive-compulsive disorder, major depressive disorder, multiple sclerosis, migraine, and Alzheimer's disease risk. All studies measured subdivisions of the thalamus using structural brain MRI data. The majority processed 3 Tesla T1-weighted brain images using FreeSurfer software to obtain the volume of each thalamic nucleus. Typically, approximately 25 thalamic nuclei or nuclei groups were segmented per hemisphere using FreeSurfer's probabilistic thalamus atlas. In some studies, these nuclei were grouped and analyzed according to functional regions (Shah et al., 2024). The sample sizes and population characteristics of the studies varied (Lee, Lee, & Park, 2023; Thalhammer et al., 2024; Tung, Pan, Lan, Lin, & Peng, 2021). The main findings of each study were obtained by comparing the volumes of thalamic nuclei in the disease group studied with those of healthy controls. In this study, the results of each study are summarized in the context of the respective disease, and specific nuclei with increased or decreased volume are compared, taking into account the statistical significance of the findings and sample sizes.

2. RESULTS

2.1. Thalamus Volumes in Epilepsy Patients

Occipital Lobe Epilepsy (OLE): In a study conducted in patients with OLE, 30 patients with newly diagnosed occipital lobe epilepsy were compared with 42 healthy controls. In this type of focal epilepsy, no difference was found between the two groups in terms of right and left total thalamus volumes (mean right thalamus volume was 0.445% in the OLE group and 0.469% in controls; $p=0.142$). However, significant volume changes were observed in specific thalamic nuclei. The right medial geniculate nucleus (MGN) volume was increased in OLE patients compared to the control group (0.0077% vs. 0.0064%, $p=0.0003$), and the right suprageniculate nucleus volume was also increased (0.0013% vs. 0.0010%, $p=0.0004$). On the other hand, the parafascicular nucleus (Pf) volume was significantly decreased in the OLE group on both sides (right Pf 0.0038% vs. 0.0048%, $p<0.0001$; left Pf 0.0037% vs. 0.0045%, $p=0.0001$). Despite these changes, the researchers did not find any significant difference in the intrinsic thalamus volumes derived from thalamic nucleus volumes. There was no difference between the OLE and control groups in network measurements. In conclusion, although the entire thalamus volume was preserved in OLE patients, selective structural changes were detected in certain subnuclei, especially the MGN and suprageniculate nuclei associated with

auditory conduction, and a volume decrease in the Pf, an intralaminar nucleus. These findings suggest that the thalamus may play an important role in the epileptic network of OLE (Lee et al., 2023).

Temporal Lobe Epilepsy (TLE) and Mesial Temporal Sclerosis (MTS): Structural changes in the thalamus in patients with temporal lobe epilepsy are of particular importance because epileptic activity involves limbic circuits. A study using high-resolution MRI compared 22 patients with right TLE, 33 patients with left TLE, and 28 healthy controls. The volumes of over 50 thalamic subfields were evaluated, and widespread thalamic volume loss was reported in both the TLE group. Significant volume reductions were noted in the anterior, lateral, intralaminar, and medial nuclei of the ipsilateral thalamus. In addition, volume loss was observed in some portions of the lateral nuclei of the contralateral thalamus. Among the identified nuclei, the anteroventral nucleus showed the most significant volume reduction in both left and right TLE patients. Thalamic atrophy was generally reported to be more widespread and severe in the left TLE group. Subfield volume losses in the thalamus were also associated with gray matter density reductions in the frontal cortex in the same study; for example, ipsilateral inferior frontal gyrus volume losses were positively correlated with atrophy of the thalamic anterior nucleus group on that side, particularly in left TLE. These findings suggest a structural disruption of the prefrontal-thalamic-hippocampal network in TLE (Lee et al., 2023).

2.2. Thalamus Volumes in Migraine Patients

Affatado et al. (Affatato, Dahlén, Rukh, Schiöth, & Mwinyi, 2023)compared the thalamus volume changes in 721 migraine patients with a control group. They found that the thalamus volume in migraine patients was larger than in controls. They attributed this increase to the increased pain and sensitivity experienced by migraine patients. Santoro et al. (Santoro et al., 2018)examined the thalamus volume changes in 32 patients with tension-type headache without aura and 23 patients with migraine. They found that there was no significant volumetric difference between the groups. Zhang et al. compared the lateral geniculate nucleus volumes in 30 migraine patients without aura with a healthy control group and suggested that the results of the patient group were no different from the control group. Shin Jin et al. (Shin, Lee, & Park, 2019) compared the thalamus nucleus volume changes in 35 migraine patients without aura with a healthy control group. They used the FreeSurfer program for volume analysis. They found specific changes in thalamic nucleus volumes. The right anteroventral nucleus volume was significantly larger in the migraine group, and bilateral medial geniculate nucleus volumes were increased compared to healthy controls.

2.3. Thalamus Volume Findings in Schizophrenia

by Perez-Rando et al. (Perez-Rando et al., 2022), patients with long-term, chronic schizophrenia were grouped according to the presence of auditory hallucinations: 41 patients with persistent hallucinations, 35 patients without hallucinations, and 55 healthy controls. High-resolution structural MRI data were segmented into 25 thalamic nuclei using FreeSurfer, and volumetric differences were examined between groups. The results showed volumetric changes in eight different thalamic nuclei in schizophrenia patients compared to healthy controls, regardless of the presence or absence of hallucinations. Specifically, the volumes of both medial geniculate nuclei and the lateral geniculate nucleus were reduced in the patient groups. Significant atrophy was also detected in the anterior, inferior, and lateral pulvinar nuclei. Furthermore, volumetric reductions were observed in both lateral and medial parts of the mediodorsal nucleus complex of the thalamus. Interestingly, in the group of patients experiencing auditory hallucinations, a relationship between changes in auditory conduction-related nucleus volumes and hallucination severity has been reported.

Thalhammer et al. (Thalhammer et al., 2024)conducted a multicenter study comparing thalamic volumes across three different stages of the schizophrenia spectrum: high-risk, first-episode, and chronic. The sample included 66 high-risk mental status patients, 89 first-episode psychosis patients, 126 established schizophrenia patients, and 137 healthy controls. Each individual's thalamic nuclei were examined in six groups (anterior, lateral, ventral, intralaminar, medial, and pulvinar) using FreeSurfer-based segmentation. Group comparisons focused specifically on the medial thalamic nuclei and the lateral thalamic nuclei.

Findings indicated that medial thalamic nucleus volumes were consistently reduced in all patient groups, starting with the high-risk group, compared to healthy controls. In other words, even in high-risk individuals who had not yet developed psychosis, medial thalamic volumes were found to be smaller, and this reduction persisted in first-episode and chronic schizophrenia. Lateral nucleus volumes, however, were normal in the early stages but showed a significant decrease only in the chronic stage of schizophrenia. When volumes were correlated with symptom profiles, no significant relationship was found between positive and negative symptom severity and thalamic nucleus volumes. However, an interesting link was observed between cognitive performance and medial nucleus volumes. Unexpectedly, better cognitive scores were associated with lower medial thalamus volume in the high-risk group. While no significant relationship was found between cognitive scores and thalamus volume in the first-episode group, lower medial nucleus volume was associated with poorer cognitive performance in established schizophrenia patients. This suggests that while reduced thalamic volume in the early prodromal phase of the illness may reflect a compensatory mechanism for cognitive function, the same change may become an indicator of cognitive deficits in the later stages. In conclusion, thalamic nucleus volumes follow a distinct pattern during the development of schizophrenia: the medial thalamus is affected from the outset, while lateral nucleus changes occur later. This different pathway may indicate a progression of thalamic pathology parallel to the neuropsychiatric course of the disease .

The status of the thalamus during the first episode of schizophrenia and its changes over time are under investigation for potential biomarkers. In a pioneering longitudinal study by Dung Hoang et al. (Hoang et al., 2021), patients with first-episode psychosis (FEP) before antipsychotic treatment were divided into two groups: those diagnosed with schizophrenia after the first episode (FEP-SZ, n=38 at baseline) and those diagnosed with other psychosis (FEP-NSZ, n=23). Forty-seven healthy controls were also included in the group. Baseline MRIs were segmented using FreeSurfer 6.0 to segment the thalamus, hippocampus, and amygdala substructures. Based on the initial results, the anterior thalamic nucleus volume in the FEP-SZ group was significantly smaller than in both the FEP-NSZ group and controls. This difference was particularly evident for the anteromedial nucleus region of the thalamus and showed that patients who would develop schizophrenia may have a structural difference in the limbic thalamus regions from the first episode onwards.

2.4. Thalamus Volume Findings in Obsessive-Compulsive Disorder

Jinhyung Jurng et al. (Jurng et al., 2021)aimed to reveal changes specific to OCD subtypes by dividing the thalamus into its subregions. This study included 177 medication-naive OCD patients and 152 healthy controls. Patients and controls were compared by segmenting the thalamus into 12 nuclei using FreeSurfer. The results showed that the volume of the left posterior thalamic nucleus group was significantly smaller in OCD patients than in the control group. No group differences were found in other thalamic subregions.

In a study conducted by Weeland et al. in the Netherlands, using the Generation R cohort, the relationship between obsessive-compulsive symptoms and thalamic subregional volumes was examined in 2,500 children aged 9-12 years. Within this large sample, 156 children with OCD scale (SOCS) scores above the clinical threshold were identified as probable OCD cases and were matched with 156 children without symptoms. In the between-group comparison , the ventral thalamic nucleus group volumes of the children with high symptoms were found to be slightly larger than those of the matched controls. However, this difference, initially observed at $p = 0.025$, lost statistical significance after Bonferroni correction (corrected $p = 0.126$).

2.5. Thalamus Volume Findings in Major Depression

The role of the thalamus in mood disorders is of interest due to its connection to motivation and cognitive circuits. Structural studies in major depressive disorder (MDD) to date have yielded inconsistent results, both in terms of increases and decreases in thalamic volume. In this context, Chibaatar et al. (Chibaatar et

al., 2023)conducted a study in 2023 examining thalamic substructure volumes in first-episode, medication-free MDD patients. Seventy-six first-episode MDD patients and 76 demographically matched healthy individuals were included in the study. 3T MRI scans of all participants were processed with FreeSurfer v7.1.1 to obtain thalamic nucleus volumes. Group comparisons showed that the total volume of the left thalamus was significantly smaller in depressed patients compared to healthy controls ($p<0.003$). Espinosa et al. (Espinosa et al., 2022)compared patients with major depressive disorder and 59 healthy controls and found that depressed patients had significantly increased thalamic volumes.

2.6. Thalamus Volume Findings in Multiple Sclerosis

Multiple sclerosis (MS) is a chronic disease of the central nervous system with demyelinating and neurodegenerative properties, causing tissue loss in many regions of the brain. Decreased thalamic volume has been frequently reported in MS and is thought to be associated with clinical disability. However, which thalamic nuclei are more affected and their specific functional consequences are only now being understood. Niels Bergsland et al. (Bergsland et al., 2021)compared the thalamic nucleus volumes of 108 MS patients and 48 healthy controls and examined their relationship to clinical tests. 3T MRI data were analyzed with FreeSurfer, and the thalamus was divided into seven nucleus groups (anterior, intralaminar, lateral, medial, ventral, posterior, and total thalamus). According to the results, almost all nucleus groups in the thalamus of MS patients were smaller compared to healthy individuals. No significant difference was found between the two groups in the volume of the intralaminar nucleus group only. Levy et al. (Levy et al., 2022)analyzed thalamus volume changes by comparing 182 MS patients with healthy controls. They found that the anterior and posterior nuclei volumes of the patients were lower than those of the controls, while the medial and ventral nuclei volumes were preserved.

CONCLUSION

The findings of this review demonstrate that examining the thalamus at the subnuclear level is crucial for understanding structural differences that emerge in neuropsychiatric diseases. The overall review of studies reveals that the thalamus is not only a relay station for sensory information; it also plays a central role in disease-specific brain functional organization and connectivity. In particular, volume increases in the medial and supragenicular nuclei and volume decreases in the parafascicular nucleus in epilepsy are thought to reflect brain network reorganization. Significant volume losses observed in the mediodorsal nucleus, pulvinar, and geniculate complexes across the schizophrenia spectrum support the progressive structural basis of the disease. Similarly, volume reductions in the left medial and posterior nuclei in major depression and obsessive-compulsive disorder may be associated with deterioration in mood and cognitive function. The widespread nuclear shrinkage observed in multiple sclerosis demonstrates the thalamus' vulnerability to tissue loss associated with this disease. When all these findings are evaluated together, it can be concluded that volumetric measurements of the subnuclei of the thalamus provide a powerful tool in identifying biological indicators of diseases, explaining brain structural changes, and predicting clinical course.

REFERENCES

Affatato, O., Dahlén, A. D., Rukh, G., Schiöth, H. B., & Mwinyi, J. (2023). Assessing volumetric brain differences in migraine and depression patients: a UK Biobank study. *BMC Neurol, 23*(1), 284. doi:10.1186/s12883-023-03336-x

Bergsland, N., Benedict, R. H. B., Dwyer, M. G., Fuchs, T. A., Jakimovski, D., Schweser, F., . . . Zivadinov, R. (2021). Thalamic Nuclei Volumes and Their Relationships to Neuroperformance in Multiple Sclerosis: A Cross-Sectional Structural MRI Study. *J Magn Reson Imaging, 53*(3), 731-739. doi:10.1002/jmri.27389

Chibaatar, E., Watanabe, K., Okamoto, N., Orkhonselenge, N., Natsuyama, T., Hayakawa, G., . . . Yoshimura, R. (2023). Volumetric assessment of individual thalamic nuclei in patients with drug-naïve, first-episode major depressive disorder. *Front Psychiatry, 14*, 1151551. doi:10.3389/fpsyt.2023.1151551

Espinosa, N., Duffy, S. L., LaMonica, H. M., Mowszowski, L., Hickie, I. B., Palmer, J. R., . . . McKinnon, A. C. (2022). Thalamic abnormalities in older adults with remitted early-onset depression using structural magnetic resonance imaging. *J Affect Disord, 300*, 150-157. doi:10.1016/j.jad.2021.12.067

Hoang, D., Lizano, P., Lutz, O., Zeng, V., Raymond, N., Miewald, J., . . . Keshavan, M. (2021). Thalamic, Amygdalar, and hippocampal nuclei morphology and their trajectories in first episode psychosis: A preliminary longitudinal study(☆). *Psychiatry Res Neuroimaging, 309*, 111249. doi:10.1016/j.pscychresns.2021.111249

Jurng, J., Park, H., Kim, T., Park, I., Moon, S. Y., Lho, S. K., . . . Kwon, J. S. (2021). Smaller volume of posterior thalamic nuclei in patients with obsessive-compulsive disorder. *Neuroimage Clin, 30*, 102686. doi:10.1016/j.nicl.2021.102686

Lee, D. A., Lee, H. J., & Park, K. M. (2023). Thalamic nuclei volumes and intrinsic thalamic network in patients with occipital lobe epilepsy. *Brain Behav, 13*(4), e2968. doi:10.1002/brb3.2968

Levy, S., Sandry, J., Beck, E. S., Brandstadter, R., Katz Sand, I., & Sumowski, J. F. (2022). Pattern of thalamic nuclei atrophy in early relapse-onset multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord, 67*, 104083. doi:10.1016/j.msard.2022.104083

Perez-Rando, M., Elvira, U. K. A., García-Martí, G., Gadea, M., Aguilar, E. J., Escarti, M. J., . . . Nacher, J. (2022). Alterations in the volume of thalamic nuclei in patients with schizophrenia and persistent auditory hallucinations. *Neuroimage Clin, 35*, 103070. doi:10.1016/j.nicl.2022.103070

Santoro, J. D., Forkert, N. D., Yang, Q. Z., Pavitt, S., MacEachern, S. J., Moseley, M. E., & Yeom, K. W. (2018). Brain Diffusion Abnormalities in Children with Tension-Type and Migraine-Type Headaches. *AJNR Am J Neuroradiol, 39*(5), 935-941. doi:10.3174/ajnr.A5582

Shah, S. N., Dounavi, M. E., Malhotra, P. A., Lawlor, B., Naci, L., Koychev, I., . . . O'Brien, J. T. (2024). Dementia risk and thalamic nuclei volumetry in healthy midlife adults: the PREVENT Dementia study. *Brain Commun, 6*(2), fcae046. doi:10.1093/braincomms/fcae046

Shin, K. J., Lee, H. J., & Park, K. M. (2019). Alterations of individual thalamic nuclei volumes in patients with migraine. *J Headache Pain, 20*(1), 112. doi:10.1186/s10194-019-1063-3

Thalhammer, M., Schulz, J., Scheulen, F., Oubaggi, M. E. M., Kirschner, M., Kaiser, S., . . . Sorg, C. (2024). Distinct Volume Alterations of Thalamic Nuclei Across the Schizophrenia Spectrum. *Schizophr Bull, 50*(5), 1208-1222. doi:10.1093/schbul/sbae037

Tung, H., Pan, S. Y., Lan, T. H., Lin, Y. Y., & Peng, S. J. (2021). Characterization of Hippocampal-Thalamic-Cortical Morphometric Reorganization in Temporal Lobe Epilepsy. *Front Neurol, 12*, 810186. doi:10.3389/fneur.2021.810186

Williams, B., Nguyen, D., Vidal, J. P., & Saranathan, M. (2024). Thalamic nuclei segmentation from T1-weighted MRI: Unifying and benchmarking state-of-the-art methods. *Imaging Neurosci (Camb), 2*, 1-16. doi:10.1162/imag_a_00166

https://doi.org/10.71284/asc.2025226

EARLY DIAGNOSIS AND STAGING OF LIVER CIRRHOSIS: THE USE OF MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING ALGORITHMS

Betül Karabudak[1]

Abstract

Liver cirrhosis is a progressive stage of chronic liver diseases and constitutes a significant global health burden. The traditional diagnostic method, liver biopsy, has limited clinical use due to its invasive nature, high cost, and susceptibility to sampling errors. Therefore, in recent years, non-invasive, reliable, and low-cost alternative methods have started to be utilized. In this context, machine learning and deep learning approaches have emerged as prominent methods used in the early diagnosis and staging of liver cirrhosis. Studies in the literature present comparative analyses of different algorithms and demonstrate that especially ensemble methods, Random Forest, and gradient boosting models stand out with classification performances based on biochemical data, achieving over 90% accuracy and AUC values reaching 0.99. On the other hand, deep learning approaches have achieved remarkable accuracy rates in imaging data such as MRI and CT. The most important advantage of these models is their ability to reduce the need for biopsy, thereby providing clinicians with powerful decision support tools for early diagnosis. The aim of this study is to comparatively evaluate the applications of various machine learning algorithms used in the diagnosis of liver cirrhosis and to discuss the successes and limitations revealed by the current literature.

Keywords: Liver cirrhosis, early diagnosis, staging, machine learning, deep learning

[1]Lecturer, Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Biomedical Engineering, Karabük, Türkiye. eposta: betulkarabudak@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8266-4737

INTRODUCTION

Liver cirrhosis represents a progressive stage of chronic liver disease and has become a major global public health concern. It is a leading cause of morbidity and mortality worldwide, with approximately 1.5 million deaths annually attributed to cirrhosis-related complications, according to the Global Burden of Disease 2019 data. The most common etiological factors include chronic viral hepatitis (HBV, HCV), alcoholic liver disease, and metabolic dysfunction-associated steatohepatitis (MASLD/NAFLD). These conditions gradually lead to cirrhosis through persistent hepatocellular injury and progressive fibrotic remodeling over time. As fibrosis progresses, the structural integrity of the liver deteriorates, functional capacity declines, and the patient's quality of life is markedly reduced. In the early stages, the disease is often asymptomatic and is usually diagnosed only after advanced fibrosis or decompensated cirrhosis has developed. Therefore, early diagnosis and accurate staging are critical to slowing disease progression and reducing mortality. Liver biopsy, long regarded as the gold standard for assessing hepatic fibrosis, remains one of the classical diagnostic methods. However, its invasive nature, high cost, patient discomfort, and susceptibility to sampling errors have limited its clinical applicability. Consequently, there has been growing interest in recent years in the development of non-invasive, reliable, and cost-effective diagnostic alternatives. Non-invasive diagnostic approaches, including biochemical algorithms such as APRI, FIB-4, and FIB-6, as well as imaging techniques like ultrasound elastography, magnetic resonance elastography (MRE), and computed tomography (CT), are now widely used for evaluating hepatic fibrosis and cirrhosis. Nevertheless, these methods often rely on a limited number of parameters and fail to fully capture the biological and structural heterogeneity of the disease, which limits their accuracy in detecting early-stage cirrhosis. At this point, artificial intelligence (AI)-based approaches-particularly machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms-have emerged as prominent methods for the early diagnosis and staging of liver cirrhosis. ML models can predict the presence and severity of cirrhosis with high accuracy based on biochemical parameters, hematological indicators, and clinical data. DL-based models, on the other hand, integrate textural and morphological features derived from MRI with elasticity measurements obtained from MRE to detect fibrotic remodeling in hepatic tissue with high sensitivity. The key advantage of these models lies in their ability to reduce the need for invasive biopsy while providing clinicians with a non-invasive, reproducible, and explainable decision-support tool for early diagnosis and staging. Accordingly, the aim of this study is to comparatively evaluate the applications of different machine learning algorithms used in the diagnosis and staging of liver cirrhosis, and to discuss their reported achievements and current limitations in the recent literature.

1. METHODS

This study is a literature review conducted to evaluate machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms used in the early diagnosis and staging of liver cirrhosis. The review included research published between 2020 and 2025 that utilized artificial intelligence (AI) methods for diagnostic or staging purposes based on human data The data collection process was carried out using the PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. The search strategy incorporated the keywords "Liver Cirrhosis," "Machine Learning," "Deep Learning," "Early Diagnosis," "Staging," and "Artificial Intelligence." The search results were restricted to articles published in English with free full-text access. The inclusion criteria were defined as follows: studies based on human data, aiming to diagnose or stage liver cirrhosis, and directly applying ML or DL algorithms. The exclusion criteria included experimental studies involving only animal models, simulation-based or non-clinical analyses, studies relying solely on statistical modeling without AI algorithms, and short communications or conference abstracts. Eligible studies were comparatively analyzed according to the type of algorithm used, data modality, performance indicators, and clinical applicability. The extracted data were synthesized to comprehensively evaluate the general trends, accuracy levels, and clinical validity of AI-based approaches in the early diagnosis and staging of liver cirrhosis.

2. RESULTS

2.1. Machine Learning Studies Based on Biochemical Data

Machine learning (ML) approaches based on biochemical data for the diagnosis and staging of liver diseases rely on the statistical evaluation of routine clinical and laboratory parameters, modeled through advanced ML algorithms. This approach aims to predict the progression and severity of liver disease in a non-invasive, objective, and highly accurate manner, thereby reducing the need for invasive liver biopsy. Consequently, data-driven prognostic models derived from biochemical markers have emerged as innovative tools for early diagnosis, disease monitoring, and clinical decision support.

Zhang et al. (2024), developed a Decision Tree (DT) model using only five key biochemical markers (HBV-DNA, platelet count [PLT], thrombin time [TT], INR, and albumin [ALB]) to grade the severity of liver injury in patients with chronic hepatitis B. The model achieved an accuracy corresponding to an AUC > 0.90. During model construction, the most influential variables were selected using mRMR and GBDT methods, followed by a comparison of Logistic Regression, Naive Bayes, KNN, SVM, Random Forest, and DT algorithms. Among these, the DT model provided the highest accuracy and generalizability (AUC = 0.90–0.94). The decision-tree structure enabled automatic patient stratification into different stages through data branching, while its transparency and interpretability enhanced clinical applicability. The model demonstrated consistent performance in both training and external validation cohorts, establishing it as a reliable, cost-effective, and biopsy-free diagnostic option based solely on routine blood tests.

Alswat et al. (2024) conducted a multicenter study evaluating the performance of the FIB-6 score in assessing the severity of liver injury among chronic hepatitis B patients. The study included 603 biopsy-validated cases from seven countries, including Egypt, Turkey, Greece, Oman, Qatar, and Jordan. The model incorporated age, AST, ALT, ALP, albumin, and platelet levels. The FIB-6 score achieved AUC values of 0.854 (advanced stage), 0.812 (intermediate), and 0.745 (early stage), with a sensitivity of 70.9%, specificity of 84.1%, and a negative predictive value of 95%. These results demonstrated that FIB-6 outperformed conventional non-invasive indices such as APRI and FIB-4. Moreover, inclusion of albumin and ALP parameters enhanced both sensitivity and clinical validity.

Ali & Aljabery (2024) developed predictive models for cirrhosis staging using a large biochemical and hematological dataset (Zenodo; 10,000 records, 70 variables). Parameters included AST, ALT, ALP, bilirubin, albumin, GGT, PT, INR, PLT, WBC, Hb, urea, and creatinine. Data imbalance was corrected using the SMOTE technique, followed by feature selection through Chi-square, Mutual Information, and RFECV methods. Ultimately, 40 features were selected, and three algorithms-Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), and Extra Trees (ET)-were compared. The ET model achieved the best performance with 93.9% accuracy, 94% sensitivity and specificity, and AUC = 0.99. The authors noted that ensemble architectures mitigated overfitting in high-dimensional datasets and improved generalizability. This model enabled the early identification of cirrhosis using only laboratory data, eliminating the need for biopsy.

Al-Alawi et al. (2025) compared multiple ML algorithms to predict the risk of non-alcoholic liver injury in inactive chronic hepatitis B (CHB) patients. Conducted at Sultan Qaboos University Hospital, the study analyzed clinical, demographic, and biochemical data from 450 patients. Five algorithms-Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, SVM, and Multi-Layer Perceptron (MLP)-were evaluated using an 80/20 training-test split. The highest performance was achieved by Random Forest (AUC = 0.983), XGBoost (AUC = 0.977), and MLP (AUC = 0.963). Platelet count, LDL, hemoglobin, and ALT were identified as the strongest predictive variables. Random Forest and XGBoost successfully captured complex data patterns associated with metabolic parameters, achieving 88–91% sensitivity and 85–89% specificity.

Taken together, these studies demonstrate that ML models based on biochemical and hematological parameters offer high diagnostic accuracy, interpretability, and clinical applicability in the early diagnosis

and staging of liver cirrhosis. In particular, ensemble algorithms such as Random Forest, Extra Trees, Decision Tree, and XGBoost have emerged as cost-effective, reliable, and biopsy-sparing diagnostic tools utilizing routine laboratory parameters. These findings indicate that integrating biochemical data-driven AI approaches into clinical practice can enable the early, non-invasive detection of cirrhosis.

2.2. Deep Learning Studies Based on Imaging Data

Deep learning (DL) applications for the non-invasive diagnosis and staging of liver cirrhosis are based on the analysis of imaging data-such as MRI, CT, ultrasonography, and elastography- using convolutional neural network (CNN) and radiomics-based algorithms. These models quantify morphological, textural, and elastic alterations in hepatic parenchyma that occur during cirrhotic progression, providing high-accuracy decision-support systems that reduce biopsy requirements.

Yin et al. (2021) developed a CNN-based model using contrast-enhanced CT images for liver damage staging. In a histopathologically validated cohort, the model achieved an AUC of approximately 0.89 for advanced disease stages. It automatically extracted imaging features from CT scans, capturing textural and density-based variations beyond conventional visual assessment. The use of explainable AI techniques such as Grad-CAM revealed that the model focused on hepatic parenchyma, surface irregularities, and spleen regions during classification-enhancing interpretability and clinical acceptance.

Nowak et al. (2021) aimed to automate cirrhosis diagnosis using only routine T2-weighted MRI sequences. A ResNet50-based deep transfer learning model achieved exceptionally high performance, with ~96% accuracy and AUC = 0.99, surpassing both trainee and expert radiologists. The model's decision process relied on detecting irregular liver contours, lobular reshaping, and parenchymal signal heterogeneity. This study demonstrated that cirrhosis can be diagnosed non-invasively using standard clinical MRI sequences and that transfer learning holds great potential in this field.

Zheng et al. (2024) proposed a hybrid CNN model integrating pre-contrast T1–T2 MRI sequences with eight biochemical parameters. This multicenter study achieved an AUC of 0.86 for cirrhosis detection and significantly outperformed commonly used biochemical indices such as FIB-4 and APRI as well as radiologist assessments. The fully automated pipeline included liver segmentation, feature extraction, and classification, providing a framework that could be seamlessly integrated into clinical workflows with minimal human intervention. The hybrid model demonstrated that combining imaging and biochemical data yields more balanced and robust diagnostic performance than single-modality models.

Schawkat et al. (Schawkat et al., 2020) employed texture analysis and ML algorithms on non-contrast T1-weighted MRI to quantitatively predict liver injury severity. Texel- and histogram-based features were classified using methods such as SVM-PCA, achieving AUC = 0.82 for differentiating advanced disease stages. This result was comparable to the gold-standard MR elastography (AUC = 0.92), suggesting that standard MRI-based texture analysis and ML can serve as rational alternatives in centers lacking elastography equipment.

Luetkens et al. (2022) developed a ResNet50-based DL model to differentiate between alcoholic and non-alcoholic (viral or metabolic) etiologies of cirrhosis. The model achieved AUC = 0.82 and ~75% accuracy using deep features extracted from MRI images. It identified indirect structural cues-such as liver volume, lobar distribution, steatosis patterns, and spleen enlargement-to distinguish between etiologies, highlighting the potential of imaging-based DL for non-invasive etiology classification where treatment and prognosis depend on the underlying cause.

Park et al. (2024) compared five DL architectures (VGGNet, ResNet, DenseNet, EfficientNet, and Vision Transformer) to classify liver injury stages in 7,920 ultrasound images from 933 patients. All architectures achieved similar performance (AUC ≈ 0.95–0.96, accuracy ≈ 94%), with the highest sensitivity (85%) obtained using EfficientNet. The study emphasized that B-mode ultrasonography, a widely available

and low-cost modality, can serve as a highly accurate tool for cirrhosis staging when integrated with DL methods-particularly beneficial for resource-limited settings.

Lu et al. (2025) introduced a deep learning radiomic model (DLRE-X) based on elastography images to non-invasively diagnose compensated advanced chronic liver disease. In a large multicenter cohort of 1,937 patients from 17 centers across China, Japan, and Europe, the DLRE-X model achieved significantly higher performance (AUC = 0.89, p = 0.025) compared to the conventional 2D-SWE method (AUC = 0.83). The findings demonstrated that radiomic analysis enhances the diagnostic utility of elastography-derived stiffness measurements, enabling more accurate clinical decision-making.

Zeng et al. (2025) developed a multi-sequence DL model using 628 T1W–T2W MRI images from 339 patients in the CirrMRI600+ dataset for non-invasive cirrhosis staging. Six architectures (VGG-19, ResNet-50, PVTv2-B2, Vim-S, MedMamba-S, and MambaVision-T) were compared. The VGG-19 model achieved the best performance (T1W accuracy = 72.8%), significantly outperforming traditional radiomic methods (54%). T1W sequences yielded 5–10% better accuracy than T2W, with mild and advanced stages classified most accurately, while intermediate stages proved more challenging. The study suggested that the VGG-19 architecture could serve as a new non-invasive benchmark for cirrhosis staging.

Collectively, these studies demonstrate that DL-based models utilizing MRI-, ultrasound-, elastography-, CT-, and hybrid data approaches achieve high performance in the non-invasive diagnosis and staging of liver cirrhosis. Deep learning radiomic models based on CNN, ResNet, EfficientNet, and attention-driven architectures typically yield AUC values between 0.85 and 0.95, developing high-accuracy decision-support systems. These findings highlight the potential of imaging-based AI solutions to reduce biopsy requirements and provide reproducible and clinically applicable tools for the evaluation of liver cirrhosis.

DISCUSSION

The biochemical and imaging-based artificial intelligence applications examined in this study demonstrate promising results in the diagnosis and staging of liver cirrhosis. Biochemical models, although capable of achieving high performance using easily accessible and low-cost laboratory tests, are often limited by their single-center and retrospective designs, which restrict generalizability. Furthermore, while model interpretability can be enhanced through decision-tree and ensemble-based algorithms, multicenter and prospective validation studies are required to fully capture clinical heterogeneity. Imaging-based deep learning (DL) models, on the other hand, can accurately detect morphological and textural alterations specific to cirrhosis. CNN and ResNet architectures developed on T2-weighted MRI and CT datasets have generally achieved AUC values above 0.90, with some models surpassing radiologist-level performance. However, most studies were conducted retrospectively with limited sample sizes. The high performance of 2D-SWE elastography and ultrasound (US) radiomic models in multicenter cohorts supports the adaptability of DL approaches despite technical variability. Nevertheless, the lack of standardization among imaging devices and acquisition protocols may cause fluctuations in model performance. Additionally, some MRI-based studies (e.g., CirrMRI600+) have reported relatively lower accuracies (≈72.8%), emphasizing the challenges of deep model training on heterogeneous datasets. A common limitation among existing studies is the reliance on single-modality data. Hybrid models (e.g., T1–T2 MRI combined with serum parameters) have demonstrated superior diagnostic accuracy compared to clinical scores, providing more balanced and robust performance. This finding underscores the importance of developing integrative models that jointly evaluate biochemical, imaging, genetic, and clinical data in the future. Furthermore, explainable artificial intelligence (XAI) techniques such as Grad-CAM and SHAP have been shown to enhance clinician confidence by visualizing the model's decision-making processes.

CONCLUSION AND IMPLICATIONS

AI-based approaches in the early diagnosis and staging of liver cirrhosis offer high diagnostic accuracy and clinical applicability as non-invasive alternatives to traditional biopsy. Biochemical ML models represent cost-effective, accessible diagnostic tools, typically achieving AUC values above 0.90. Imaging-based DL models, leveraging MRI, CT, US, and elastography data, can directly analyze morphological alterations and, in some instances, outperform radiologist assessments in diagnostic precision. Ensemble algorithms (e.g., Random Forest, Extra Trees, XGBoost) and deep CNN architectures (e.g., ResNet, EfficientNet) stand out in terms of both accuracy and AUC performance. Moreover, multimodal and hybrid approaches capture the biological heterogeneity of the disease more effectively, surpassing conventional clinical scoring systems. Nonetheless, the majority of existing studies remain retrospective, single-centered, and limited in sample size, which constrains model generalizability and clinical translation. The development of standardized guidelines that address interpretability and ethical considerations is also essential for the adoption of AI models by clinicians and patients. In conclusion, AI-driven machine and deep learning algorithms hold substantial potential for transforming the early diagnosis and staging of liver cirrhosis. Integrating these systems into routine clinical practice could minimize the need for invasive biopsies, enhance patient comfort, and enable earlier therapeutic interventions. Future research focusing on multimodal, explainable, and ethically transparent AI models will be crucial for revolutionizing the clinical management of liver diseases.

REFERENCES

Al-Alawi, A. M., Al-Balushi, A. S., Al-Shuaili, H. H., Mahmood, D. A., & Al-Busafi, S. A. (2025). Application of Machine Learning Models in Predicting Non-Alcoholic Fatty Liver Disease Among Inactive Chronic Hepatitis B Patients: A Cross-Sectional Analysis. *J Clin Med*, *14*(14). https://doi.org/10.3390/jcm14145042

Ali, D. S., & Aljabery, M. (2024). Predicting Stages of Liver Cirrhosis Using Data Mining and Machine Learning Techniques. *Informatica*, *48*(21). https://doi.org/10.31449/inf.v48i21.6752

Alswat, K., Soliman, R., Mikhail, N. N. H., Ormeci, N., Dalekos, G. N., Derbala, M. F. M., Al-Busafi, S. A., Hamoudi, W., & Shiha, G. (2024). Validation of FIB-6 score in assessment of liver fibrosis in chronic hepatitis B. *Saudi J Gastroenterol*, *30*(3), 138-144. https://doi.org/10.4103/sjg.sjg_27_24

Jun Zeng, D. J., Ertugrul Aktas, Elif Keles, Alpay Medetalibeyoglu, Matthew Antalek, Federica Proietto Salanitri, Amir A. Borhani, Daniela P. Ladner, Gorkem Durak, Ulas Bagci. (2025). Liver Cirrhosis Stage Estimation From MRI With Deep Learning. https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.18225

Lu, X., Zhang, H., Kuroda, H., Garcovich, M., de Ledinghen, V., Grgurevic, I., Linghu, R., Ding, H., Chang, J., Wu, M., Feng, C., Ren, X., Liu, C., Song, T., Meng, F., Zhang, Y., Fang, Y., Ma, S., Wang, J.,…Wang, K. (2025). Deep learning radiomics of elastography for diagnosing compensated advanced chronic liver disease: an international multicenter study. *Vis Comput Ind Biomed Art*, *8*(1), 19. https://doi.org/10.1186/s42492-025-00199-6

Luetkens, J. A., Nowak, S., Mesropyan, N., Block, W., Praktiknjo, M., Chang, J., Bauckhage, C., Sifa, R., Sprinkart, A. M., Faron, A., & Attenberger, U. (2022). Deep learning supports the differentiation of alcoholic and other-than-alcoholic cirrhosis based on MRI. *Sci Rep*, *12*(1), 8297. https://doi.org/10.1038/s41598-022-12410-2

Nowak, S., Mesropyan, N., Faron, A., Block, W., Reuter, M., Attenberger, U. I., Luetkens, J. A., & Sprinkart, A. M. (2021). Detection of liver cirrhosis in standard T2-weighted MRI using deep transfer learning. *Eur Radiol*, *31*(11), 8807-8815. https://doi.org/10.1007/s00330-021-07858-1

Park, H. C., Joo, Y., Lee, O. J., Lee, K., Song, T. K., Choi, C., Choi, M. H., & Yoon, C. (2024). Automated classification of liver fibrosis stages using ultrasound imaging. *BMC Med Imaging*, *24*(1), 36. https://doi.org/10.1186/s12880-024-01209-4

Schawkat, K., Ciritsis, A., von Ulmenstein, S., Honcharova-Biletska, H., Jungst, C., Weber, A., Gubler, C., Mertens, J., & Reiner, C. S. (2020). Diagnostic accuracy of texture analysis and machine learning for quantification of liver fibrosis in MRI: correlation with MR elastography and histopathology. *Eur Radiol*, *30*(8), 4675-4685. https://doi.org/10.1007/s00330-020-06831-8

Yin, Y., Yakar, D., Dierckx, R., Mouridsen, K. B., Kwee, T. C., & de Haas, R. J. (2021). Liver fibrosis staging by deep learning: a visual-based explanation of diagnostic decisions of the model. *Eur Radiol*, *31*(12), 9620-9627. https://doi.org/10.1007/s00330-021-08046-x

Zhang, C., Shu, Z., Chen, S., Peng, J., Zhao, Y., Dai, X., Li, J., Zou, X., Hu, J., & Huang, H. (2024). A machine learning-based model analysis for serum markers of liver fibrosis in chronic hepatitis B patients. *Sci Rep*, *14*(1), 12081. https://doi.org/10.1038/s41598-024-63095-8

Zheng, T., Zhu, Y., Chen, Y., Mai, S., Xu, L., Jiang, H., Duan, T., Wu, Y., Qu, Y., Chen, Y., & Song, B. (2024). Fully automated MRI-based convolutional neural network for noninvasive diagnosis of cirrhosis. *Insights Imaging*, *15*(1), 298. https://doi.org/10.1186/s13244-024-01872-9

https://doi.org/10.71284/asc.2025227

MULTI-OMIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ASSISTED APPROACHES FOR EARLY DIAGNOSIS OF LUNG CANCER

Betül Karabudak[1]
Hacı Mehmet Kayılı[2]

Abstract

Lung cancer is among the malignancies with the highest mortality rate worldwide, and its early-stage diagnosis remains the most critical determinant of patient survival. This study aims to comparatively evaluate the clinical and molecular methods used in the early diagnosis of lung cancer by reviewing recent research articles indexed in the PubMed database. Within this scope, traditional clinical imaging techniques, such as low-dose computed tomography (LDCT), PET-CT, and bronchoscopy, were compared with biomolecular approaches, including liquid biopsy, cell-free DNA (cfDNA) analysis, proteomic, and glycomic biomarker profiling, in terms of sensitivity, specificity, cost, and invasiveness. Moreover, the contribution of artificial intelligence (AI)-based analyses to early diagnosis and their potential integration into clinical guidelines were discussed. Recent advancements at both the clinical and molecular levels have significantly enhanced the capabilities for early detection. Clinically, PET-CT is effective in differentiating malignant nodules by evaluating metabolic activity, though its cost remains high. Bronchoscopy provides histopathological accuracy but is invasive; therefore, newer imaging modalities, such as narrow-band imaging, have been developed to improve sensitivity. On the molecular level, liquid biopsies offer non-invasive diagnostic opportunities, while proteomic and glycomic biomarker panels demonstrate high specificity and hold promise for early-stage disease detection. AI-driven algorithms applied to both imaging and biomarker data have achieved diagnostic performance exceeding 90% in terms of AUC, enhancing the precision and reliability of detection systems. Future research should focus on integrating multimodal diagnostic strategies to develop accessible, cost-effective, and highly accurate systems for the early detection of lung cancer.

Keywords: Lung cancer, early diagnosis, biomarker, multi-omic, artificial intelligence

[1] Lecturer, Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Biomedical Engineering, Karabük, Türkiye. betulkarabudak@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8266-4737

[2]Assoc. Prof. Dr., Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Biomedical Engineering, Karabük, Türkiye. h.mehmetkayili@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6740-0645

INTRODUCTION

Lung cancer is the leading cause of cancer-related deaths worldwide, and diagnosis often occurs when the disease is at an advanced stage. In cases of the dominant subtype, non-small cell lung cancer (NSCLC), its heterogeneous biology places accurate diagnosis, precise staging, and reliable prognostic prediction at the heart of treatment success. At this point, artificial intelligence has the potential to significantly enhance decision-making by comprehensively integrating complex data from clinical, imaging, and molecular sources. Traditional diagnostic and prognostic approaches often rely on invasive biopsies and general survival curves derived from postoperative cohorts; however, these methods may be insufficient to capture the spatial and temporal heterogeneity of the tumor fully. Furthermore, when calculating the survival probability for each patient, traditional methods mostly rely on general statistics, which makes it challenging to provide a clinically meaningful prediction of life expectancy tailored to the individual. Artificial intelligence-based models, on the other hand, overcome this limitation by offering more personalised and realistic predictions based on each patient's unique clinical and molecular characteristics. AI models that integrate clinical data with patient outcomes provide more realistic and personalized life expectancy predictions based on each individual's clinical and biological characteristics. Thus, the need for generalised estimates based on classical survival curves is essentially eliminated and patient-specific prognostic evaluation becomes possible.

1. METHODS

In this study, the PubMed database was utilized to retrieve literature data systematically. During the screening process, keywords such as "non-small cell lung cancer, multi-omics, artificial intelligence, machine learning, deep learning, genomics, proteomics, glycomics and radiomics" were used. The search was limited to human-based articles published in English between 2020 and 2025, and included open-access (free full-text) articles. The studies included in the review were selected from original research articles that examined AI-based multi-omic approaches in the context of early diagnosis, prognostic prediction, or molecular classification of non-small cell lung cancer (NSCLC). Inclusion criteria were defined as incorporating genomic, proteomic, glycomic or radiomic data analysis in NSCLC cases, additionally employing machine learning (ML) or deep learning (DL) techniques, and reporting model performance metrics (e.g., AUC, accuracy, F1 score). Exclusion criteria included experimental studies involving only animal models and reports lacking sufficient methodological description. The selected articles were reviewed, and findings were synthesised based on methodological diversity and model performance metrics.

2. RESULTS

2.1. Genomic Studies And Artificial Intelligence

Studies at the genomic level play a pivotal role in understanding the biological basis of non-small cell lung cancer (NSCLC) and in identifying targeted treatment strategies. Mutations in driver genes such as epidermal growth factor receptor (EGFR), KRAS, ALK, BRAF and TP53 play a decisive role in tumour development and in response to treatments such as tyrosine kinase inhibitors (Canale et al., 2022; Ghazali et al., 2024; Imielinski et al., 2012; Moes-Sosnowska et al., 2024; Tan & Tan, 2022; Zhang et al., 2022). In recent years, AI-supported approaches have been considered a significant advance in the ability to predict these mutations non-invasively, aiding early diagnosis and personalised therapy. Cell-free DNA (cfDNA) found in plasma or serum originates from various sources, including tumour cells, and the fraction derived from tumour cells is referred to as "circulating tumour DNA" (ctDNA)(Yamamoto, 2019). cfDNA comprises short DNA fragments released into the blood upon cell death. In cancer patients, cfDNA fragments reflect tumour-specific genetic and epigenetic changes, making them one of the key components of liquid biopsy-based diagnostic approaches (Ezegbogu et al., 2024).

Benfares et al., 2025, aimed to non-invasively predict EGFR mutation status by integrating clinical

data, computed tomography (CT) images and radiomic markers in NSCLC patients. Among 138 lung adenocarcinoma patients included in the study, EGFR mutation was detected in 40 patients; five different random forest models were tested. The highest performance was achieved with the integrated model, reporting an AUC of 0.91 and an accuracy of 88 ± 3%.

The DELFI (DNA Evaluation of Fragments for Early Interception) method, developed by Cristiano et al. (2019) examined cfDNA fragmentation patterns in lung cancer patients to achieve high accuracy in early diagnosis. In the study, the average cfDNA length was 167.3 bp in healthy individuals, whereas it decreased to 163.8 bp in patients with lung cancer. The DELFI algorithm analysed fragmentation patterns obtained from low-coverage whole-genome sequencing using machine learning and demonstrated 100% sensitivity and 98% specificity in the diagnosis of lung cancer. Sensitivity was 91% in early-stage (I-II) cases and 96% in advanced stages. A strong correlation (r = 0.74) was observed between cfDNA fragmentation profiles and mutant allele fraction. When combined with mutation-based analysis, DELFI achieved a sensitivity of 91% and a specificity of 98%. These findings demonstrate that DELFI is a low-cost, clinically applicable fragmentomic approach that can detect early-stage lung cancer non-invasively with high accuracy.

In a study by Mathios et al. (2021), the DELFI method developed by Cristiano and colleagues was validated in a larger patient group for lung cancer diagnosis. In the study, cfDNA genome-wide fragmentation patterns were analysed from blood samples of 365 individuals. The results indicated that cfDNA fragmentation profiles differed significantly between lung cancer patients and healthy individuals. The DELFI model detected lung cancer with an accuracy of 90% (AUC = 0.90) using low-coverage whole-genome sequencing (approximately 2×) and machine learning-based analysis. Sensitivity was 91% in early-stage (I-II) cases and 96% in advanced-stage (III-IV) cases. The accuracy increased to 93% (AUC = 0.93) when cfDNA fragmentation features were combined with carcinoembryonic antigen (CEA) levels and clinical risk factors (age, smoking history, presence of COPD). Furthermore, the DELFI method distinguished small cell lung cancer (SCLC) from non-small cell lung cancer (NSCLC) subtypes with 98% accuracy (AUC = 0.98). These findings powerfully demonstrate the clinical applicability of DELFI as a non-invasive, low-cost, and highly sensitive fragmentomic approach for the early diagnosis of lung cancer.

Guo et al. (2022) developed a high-accuracy model for early diagnosis of stage I lung adenocarcinoma using cfDNA fragmentation motifs. cfDNA samples from 292 patients and 230 healthy individuals were analysed via whole-genome sequencing, and a logistic regression-based 6-bp fragmentation motif model provided the best results. The sensitivity of the model's sensitivity was 98%, and its specificity was 94.7% (AUC: 0.985). In external validation, the sensitivity was 92.5%, and the specificity was 90%. Consequently, cfDNA fragmentation motif profiling represents a promising approach for the non-invasive and cost-effective diagnosis of early-stage lung cancer.

Zhang et al. (2024) integrated multi-omic data (DNA methylation, mRNA, miRNA, lncRNA, and mutation) and machine learning to identify molecular subtypes and predict treatment response in 503 patients with lung adenocarcinoma (LUAD). A prognostic gene signature comprising 17 genes was developed with high accuracy in predicting survival (C-index = 0.724; AUC = 0.94-0.99). The Random Survival Forest (RSF) model demonstrated high prognostic accuracy, showing strong performance in survival prediction for patients with LUAD. These findings indicate that integration of multi-omic data with machine learning is effective in predicting survival and treatment response in LUAD patients.

2.2. Proteomic Studies And Artificial Intelligence

Proteomic studies have provided significant insights into the functional aspects of NSCLC biology. Song et al. (2024) combined proteomic, phosphoproteomic and acetylproteomic data obtained from 229 NSCLC samples. These multi-layered data were processed using a machine learning-based clustering model known as Non-Negative Matrix Factorization (NMF). The NMF model grouped similar samples within complex biological data to reveal molecular subtypes, each characterized by genetic mutations,

clinical features, and molecular signaling pathways. Thus, by integrating different biological data layers with AI support, they reclassified patients according to their molecular profiles.

Christopoulos et al. (2024) developed an AI model (PROphet) based on plasma proteomics, using a supervised machine learning approach, to guide the selection of first-line therapy in metastatic NSCLC patients. The PROphet model is an AI-based biomarker model trained with plasma proteomic data, providing an additional bioinformatics layer to the immunotherapy (PD-L1) test and offering personalised decision support in first-line treatment selection. This approach holds the potential to reduce unnecessary chemotherapy by accurately identifying patients likely to benefit from immunotherapy.

Hu et al. (2025) analysed 180 serum samples to develop a machine learning-based proteomic diagnostic model for early detection of lung cancer. Twenty-three different expressed proteins were identified, with SLC16A4 emerging as a common biomarker across all models. Low expression of this protein was associated with tumour progression, immune cell infiltration and drug sensitivity. Among the algorithms compared, the XGBoost model demonstrated the highest performance (AUC = 0.985). In external validation, SVM (AUC = 0.922) and XGBoost (AUC = 0.906) also achieved success. Thus, the XGBoost-based serum proteomic model has been identified as an AI-supported biomarker tool providing high accuracy in early diagnosis of lung cancer.

2.3. Glycomic Studies and Artificial Intelligence

Changes in N-glycan structures in cancer cells affect cell adhesion, metastasis and immune escape mechanisms. These alterations create a serum glycan profile that, when analysed with AI, offers highly specific biomarkers for early diagnosis.

Zhang et al. (2024) performed N-glycan profiling using HILIC-UPLC and LC-MS/MS techniques on 1240 serum samples in a multi-centre cohort. The data were evaluated using a deep neural network (DNN) model. The model showed high diagnostic performance, particularly in the NSCLC subgroup, with an AUC of 0.905 and accuracy of 89%. A significant increase in α-2,6-sialylation in early-stage cases was identified as a distinctive biomarker. The findings demonstrate that analysis of serum N-glycan structures with deep learning models provides a robust, high-accuracy approach for non-invasive early diagnosis.

Wang et al. (2023) profiled serum N-glycans using MALDI-TOF-MS in 275 NSCLC patients and 309 healthy control samples, processing the data with MassyTools and R software. Among 54 N-glycan structures, 29 exhibited significant changes in patients, with increases in tri- and tetra-antennary glycans. A panel of eight glycans was developed using logistic regression and achieved an AUC of 0.88 in early-stage patients. The findings indicate that serum glycan profiling offers high sensitivity and specificity in early-stage NSCLC diagnosis.

Zhang et al. (2025) combined an ANN-based spatial multi-omic single-cell analysis and Mendelian randomisation approach to examine the role of glycosylation in LUAD metastasis. Integrating scRNA-seq, spatial transcriptomic and proteomic data, the ANN model predicted metastatic potential with an accuracy of 0.934 (AUC). Increased expression of the ST6GAL1, FUT8 and MGAT5 genes was found to be associated with N-glycan branching and increased α-2,6-sialylation. The findings support that glycosylation is a critical biological mechanism in LUAD metastasis. ANN-based multi-omic analyses provide a powerful tool for predicting metastatic processes.

Wang et al. (2025) evaluated IgG N-glycan profiles in 314 NSCLC patients and 364 control samples. IgG was purified using protein G chromatography, analysed by MALDI-TOF-MS and verified by lectin-ELISA. Twenty-eight glycans were identified, and 14 showed significant changes. An increase in agalactosylation and a decrease in galactosylation and sialylation were observed. A panel of eight glycans provided an AUC of 0.816, and Mendelian randomisation analysis showed that low sialylation was causally associated with

tumour development. Consequently, IgG glycans possess strong biomarker potential in NSCLC diagnosis and prognosis.

Yamazaki et al. (2025) analysed serum glycopeptide spectra using LC-QTOF-MS in 199 lung cancer patients and 590 control subjects. Nine classical tumour markers and 1688 enriched glycopeptide data points were evaluated using XGBoost and deep learning models. Two glycopeptides -α1-antitrypsin (AT271-FSG) and α2-macroglobulin (MG70-FSG)- distinguished early-stage lung cancer with high accuracy (AUC = 0.758 and 0.742). The CSGSA model, which integrated all parameters, achieved an AUC of 0.935 for overall diagnosis and 0.914 for early-stage detection. The model's specificity was 98% with a positive predictive value (PPV) of 2.8%, which was deemed adequate for clinical applicability. The study demonstrated that analysis of glycosylation changes using machine learning provides higher specificity in non-invasive early diagnosis of lung cancer than classical markers.

He et al. (2024) examined glycosylation changes in NSCLC using MS-based glycoproteomic methods. Serum samples were analyzed using LC-MS, HILIC enrichment, and multiple reaction monitoring (MRM), identifying 38 different glycopeptides across 22 proteins. Increases were observed in tri- and tetra-antennary sialylated N-glycans. The machine learning model demonstrated high diagnostic performance, with an AUC of 0.938, a sensitivity of 85%, and a specificity of 86%. These results highlight that glycoproteomic signatures provide highly specific biomarkers for early-stage NSCLC and underline the diagnostic power of integrating AI.

2.4. Radiomic Studies and Artificial Intelligence

Radiomic analysis numerically characterises tumour phenotype by using high-dimensional features extracted from imaging data (LDCT, PET/CT) (Mayerhoefer et al., 2020). Radiomic analysis processes high-dimensional quantitative features extracted from medical images (CT, PET/CT, MRI, LDCT) with AI algorithms to predict tumour phenotype and genotype (Aerts et al., 2014; Park & Kim, 2018). In recent years, multi-centre studies have shown that radiomic parameters, when combined with deep learning models, provide strong biomarkers for NSCLC diagnosis, mutation prediction, prognosis and treatment response evaluation.

Le et al. (2021) developed machine learning-based radiomic models to predict EGFR and KRAS mutations in 161 patients with NSCLC. A total of 851 features were extracted from LDCT images; a genetic algorithm and XGBoost model were developed to predict mutations, achieving an AUC of 0.89 for EGFR and 0.81 for KRAS. The findings showed that genetic mutations can be predicted non-invasively with high accuracy using radiomic analysis.

Dong et al. (2021) developed a multi-channel multi-task deep learning (MMDL) model to simultaneously predict EGFR and KRAS mutations from CT images of 363 NSCLC patients. Using an Inception-Attention-ResNet architecture and clinical data, the model was trained on 363 patients and validated on 162 cases. The results showed an AUC of 0.813 for EGFR and 0.742 for KRAS. Including clinical data improved model performance. These findings demonstrate that CT-based deep learning models can accurately predict genetic mutations non-invasively.

Tripathi, 2022 combined PET/CT imaging, genomic data and clinical variables in 130 NSCLC patients to develop a deep radiogenomic model (RadGenNets) that predicts EGFR, KRAS and ALK mutations. The model achieved an AUC of 0.942 for EGFR, 0.947 for KRAS and 0.950 for ALK, demonstrating high accuracy. Adding clinical and genomic data enhanced the sensitivity of the model. These results show that PET/CT-based deep learning models are a powerful tool for non-invasive prediction of genetic mutations.

Mikhael et al. (2023) developed a deep learning model called Sybil that predicts lung cancer risk from a single low-dose CT (LDCT) image, achieving an accuracy of 0.94 (AUC). The model was trained on 44,000 LDCT scans from 15,000 participants using a 3D ResNet-18 architecture. For one-year risk prediction,

the AUC was 0.92-0.94; for six-year overall alignment, the C-index was approximately 0.80. The model predicted malignancy potential with high accuracy even without a radiologist input. Sybil achieved high accuracy without requiring clinical information or radiologist annotation, reducing the false positive rate from 14% to 8%. These findings demonstrate that LDCT-based AI models can non-invasively predict the risk of early-stage lung cancer.

Kim et al. (2024) analysed 1280 NSCLC patients and predicted EGFR mutations non-invasively using clinical data and a multimodal deep learning model based on EfficientNet-B7. Combining CT (computed tomography) images, radiomic data and genetic results verified with biopsy and clinical data, the model achieved an AUC of 0.81 in internal validation and 0.78 in external validation. This model offered high specificity that could serve as an alternative to tissue biopsy. The findings demonstrate that CT-based deep learning and radiomic integration can predict EGFR mutations without the need for biopsy.

Koyama et al. (2024) combined clinical and radiomic features in 459 advanced NSCLC patients to generate personalised survival predictions using a Random Survival Forest (RSF) model. Key determinants included age, PD-L1 level, LDH, sodium and tumour morphology. The model's C-index was 0.841, showing higher accuracy than the classical Cox regression model (0.775). The findings show that the AI-based radiomic model is a powerful tool for personalised survival prediction.

Kuang et al. (2024) developed a multimodal deep learning radiomic (MDLR) model to predict the risk of postsurgical progression in stage I solid NSCLC patients. Tested on 459 patients (internal validation) and 104 external centre patients (external validation), the model combined clinical variables (tumour size, NSE, CA19-9, pathological stage) with deep learning signatures (DLS) derived from CT images. The MDLR model demonstrated the highest accuracy, with an AUC of 0.885 (internal validation: 0.901, external validation: 0.861). These findings suggest that integrating clinical, biomarker, and CT-based radiomic data via deep learning enables the non-invasive, highly accurate prediction of postsurgical progression risk in early-stage NSCLC. The MDLR model is considered a strong tool that predicts recurrence or metastasis risk non-invasively and with high accuracy in early-stage NSCLC patients.

Li et al. (2025) developed a Random Forest machine learning model to predict EGFR mutations using 18F-FDG PET and thin-slice CT data from 313 patients, incorporating clinical and radiological features. The model predicted EGFR mutations with an AUC of 0.872 in the training set and 0.831 in the validation set. Combining PET/CT radiomic parameters provided significantly higher predictive power than single modalities. The findings demonstrate that PET/CT radiomic analysis can predict EGFR mutations with high accuracy, obviating the need for biopsy.

Qi et al. (2024) developed a model that combines MRI radiomic features and clinical variables to predict treatment response in 117 NSCLC patients harbouring EGFR mutations and brain metastases. From MRI images, 851 radiomic features were extracted and selected using the LASSO algorithm, with logistic regression and Cox analysis employed. The model integrating clinical and radiomic data predicted EGFR-TKI treatment response with an AUC of 0.881 (training) and 0.862 (validation) with high accuracy. In conclusion, MRI radiomic analysis offers strong potential for non-invasive prediction of EGFR-TKI treatment efficacy and provides clinical decision support for personalised treatment planning.

DISCUSSION

The genomic, proteomic, glycomic and radiomic artificial intelligence (AI) applications in the literature illuminate the multi-layered nature of non-small cell lung cancer (NSCLC) biology, going beyond classical diagnostic approaches. The findings show that integrating data from different omic levels with AI algorithms significantly increases both diagnostic accuracy and prognostic predictive power. At the genomic level, models such as DELFI, which examine cfDNA fragmentation patterns, provide high-accuracy early diagnosis from minimally invasive samples (AUC $\geq$ 0.90). In addition, the success of multi-omic RSF

models (Zhang et al., 2024) in survival prediction clearly demonstrates the contribution of integrating gene expression, methylation and mutation data to personalised prognostic approaches. At the proteomic level, studies, especially those assessing serum and plasma biomarkers, have proven the power of AI in transforming complex proteomic data into meaningful bioinformatics outputs. The NMF-based clustering algorithm used by Song et al. (2024) identified new subtypes at the proteoform level distinct from classical biological classifications. In the study by Hu et al. (2025), the superiority of the XGBoost algorithm over other models supports that gradient boosting-based methods have high discriminative ability in biomedical classification. At the glycomic level, studies have strongly revealed the diagnostic and prognostic potential of glycosylation changes in NSCLC. In particular, the significant differences in α2,6-sialylation and fucosylation patterns in early-stage patients (Zhang et al., 2025; Wang et al., 2024) support the functional role of glycans in tumour biology. Furthermore, the high AUC values of ANN and XGBoost models in glycopeptide data demonstrate that AI integration increases analytical sensitivity in this area. The fact that clinical correlations of glycosylation patterns are not yet fully understood highlights the need for future integration of glycoproteomic and transcriptomic data with multi-omic approaches. At the radiomic level, processing high-dimensional features extracted from CT and PET/CT images using machine and deep learning models enables non-invasive prediction of genetic mutations (e.g., EGFR, KRAS, ALK). The Sybil model developed by Mikhael et al. (2023) predicted future cancer risk from low-dose CT scans with an AUC of 0.94. This result shows that radiomic data offer high specificity in early-stage screening and can reduce reliance on human factors in screening strategies. Considering all these findings, AI-supported multi-omic approaches model the molecular heterogeneity of NSCLC in a multi-dimensional way, revealing the hidden layers of disease biology. In particular, hybrid models integrating genomic, glycomic and radiomic data show AUC values above 0.90, strengthening the clinical application potential of these methodologies. However, major limitations in the literature include small sample sizes, lack of external validation, and inter-centre data standardisation issues. Therefore, future studies should be conducted using large-scale, multi-center, and open databases to enhance clinical validity.

CONCLUSION

Artificial intelligence-supported multi-omic approaches have revolutionary potential in early diagnosis, molecular classification and prognostic prediction of NSCLC. Genomic analyses of cfDNA and methylation, proteomic assessments of plasma and serum biomarkers, glycomic profiling of N-glycan structures, and high-resolution CT/PET features at the radiomic level form the core components of non-invasive, cost-effective and high-accuracy clinical decision support systems when integrated with AI algorithms. In particular, the ability of deep learning models (DNN, CNN, ResNet) to learn complex data layers has outperformed classical statistical methods in early-stage disease diagnosis. Gradient boosting models (XGBoost, LightGBM) and Random Survival Forest (RSF) models have demonstrated high discriminative power in predicting survival and treatment responses. In conclusion, analysis of multi-omic data using artificial intelligence constitutes a powerful tool for achieving the goals of “early diagnosis, risk prediction and personalisation of treatment response” in lung cancer. This approach has the potential to form the foundation of next-generation diagnostic systems that will guide clinical practice at the intersection of biomedical engineering and oncology in the future.

REFERENCES

Aerts, H. J., Velazquez, E. R., Leijenaar, R. T., Parmar, C., Grossmann, P., Carvalho, S., Bussink, J., Monshouwer, R., Haibe-Kains, B., Rietveld, D., Hoebers, F., Rietbergen, M. M., Leemans, C. R., Dekker, A., Quackenbush, J., Gillies, R. J., & Lambin, P. (2014). Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach. *Nat Commun*, *5*, 4006. https://doi.org/10.1038/ncomms5006

Benfares, A., Alami, B., Boukansa, S., Qjidaa, M., Benomar, I., Serraj, M., Lakhssassi, A., Jamil, M. O., Maaroufi, M., & Qjidaa, H. (2025). NSCLC EGFR Mutation Prediction via Random Forest Model: A Clinical-CT-Radiomics Integration Approach. *Adv Respir Med*, *93*(5). https://doi.org/10.3390/arm93050039

Canale, M., Andrikou, K., Priano, I., Cravero, P., Pasini, L., Urbini, M., Delmonte, A., Crino, L., Bronte, G., & Ulivi, P. (2022). The Role of TP53 Mutations in EGFR-Mutated Non-Small-Cell Lung Cancer: Clinical Significance and Implications for Therapy. *Cancers (Basel)*, *14*(5). https://doi.org/10.3390/cancers14051143

Christopoulos, P., Harel, M., McGregor, K., Brody, Y., Puzanov, I., Bar, J., Elon, Y., Sela, I., Yellin, B., Lahav, C., Raveh, S., Reiner-Benaim, A., Reinmuth, N., Nechushtan, H., Farrugia, D., Bustinza-Linares, E., Lou, Y., Leibowitz, R., Kamer, I.,…Gandara, D. R. (2024). Plasma Proteome-Based Test for First-Line Treatment Selection in Metastatic Non-Small Cell Lung Cancer. *JCO Precis Oncol*, *8*, e2300555. https://doi.org/10.1200/PO.23.00555

Cristiano, S., Leal, A., Phallen, J., Fiksel, J., Adleff, V., Bruhm, D. C., Jensen, S. O., Medina, J. E., Hruban, C., White, J. R., Palsgrove, D. N., Niknafs, N., Anagnostou, V., Forde, P., Naidoo, J., Marrone, K., Brahmer, J., Woodward, B. D., Husain, H.,…Velculescu, V. E. (2019). Genome-wide cell-free DNA fragmentation in patients with cancer. *Nature*, *570*(7761), 385-389. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1272-6

Dong, Y., Hou, L., Yang, W., Han, J., Wang, J., Qiang, Y., Zhao, J., Hou, J., Song, K., Ma, Y., Kazihise, N. G. F., Cui, Y., & Yang, X. (2021). Multi-channel multi-task deep learning for predicting EGFR and KRAS mutations of non-small cell lung cancer on CT images. *Quant Imaging Med Surg*, *11*(6), 2354-2375. https://doi.org/10.21037/qims-20-600

Ezegbogu, M., Wilkinson, E., Reid, G., Rodger, E. J., Brockway, B., Russell-Camp, T., Kumar, R., & Chatterjee, A. (2024). Cell-free DNA methylation in the clinical management of lung cancer. *Trends Mol Med*, *30*(5), 499-515. https://doi.org/10.1016/j.molmed.2024.03.007

Ghazali, N., Feng, J., Hueniken, K., Khan, K., Balaratnam, K., Waddell, T. K., Yasufuku, K., Pierre, A., Donahoe, L., Wakeam, E., Cypel, M., Yeung, J., Keshavjee, S., de Perrot, M., Leighl, N. B., Liu, G., Bradbury, P. A., Sacher, A., Eng, L.,…Shepherd, F. A. (2024). Analysis of outcomes in resected early-stage NSCLC with rare targetable driver mutations. *Ther Adv Med Oncol*, *16*, 17588359241308466. https://doi.org/10.1177/17588359241308466

Guo, W., Chen, X., Liu, R., Liang, N., Ma, Q., Bao, H., Xu, X., Wu, X., Yang, S., Shao, Y., Tan, F., Xue, Q., Gao, S., & He, J. (2022). Sensitive detection of stage I lung adenocarcinoma using plasma cell-free DNA breakpoint motif profiling. *EBioMedicine*, *81*, 104131. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104131

He, K., Baniasad, M., Kwon, H., Caval, T., Xu, G., Lebrilla, C., Hommes, D. W., & Bertozzi, C. (2024). Decoding the glycoproteome: a new frontier for biomarker discovery in cancer. *J Hematol Oncol*, *17*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s13045-024-01532-x

Hu, H., Zhang, J., Zhang, L., Li, T., Li, M., Li, J., & Wang, J. (2025). Development of a Serum Proteomic-Based Diagnostic Model for Lung Cancer Using Machine Learning Algorithms and Unveiling the Role of SLC16A4 in Tumor Progression and Immune Response. *Biomolecules*, *15*(8). https://doi.org/10.3390/biom15081081

Imielinski, M., Berger, A. H., Hammerman, P. S., Hernandez, B., Pugh, T. J., Hodis, E., Cho, J., Suh, J., Capelletti, M., Sivachenko, A., Sougnez, C., Auclair, D., Lawrence, M. S., Stojanov, P., Cibulskis, K., Choi, K., de Waal, L., Sharifnia, T., Brooks, A.,…Meyerson, M. (2012). Mapping the hallmarks of lung adenocarcinoma with massively parallel sequencing. *Cell*, *150*(6), 1107-1120. https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.08.029

Kim, S., Lim, J. H., Kim, C. H., Roh, J., You, S., Choi, J. S., Lim, J. H., Kim, L., Chang, J. W., Park, D., Lee, M. W., Kim, S., & Heo, J. (2024). Deep learning-radiomics integrated noninvasive detection of epidermal growth factor receptor mutations in non-small cell lung cancer patients. *Sci Rep*, *14*(1), 922. https://doi.org/10.1038/s41598-024-51630-6

Koyama, J., Morise, M., Furukawa, T., Oyama, S., Matsuzawa, R., Tanaka, I., Wakahara, K., Yokota, H., Kimura, T., Shiratori, Y., Kondoh, Y., Hashimoto, N., & Ishii, M. (2024). Artificial intelligence-based personalized survival prediction using clinical and radiomics features in patients with advanced non-small cell lung cancer. *BMC Cancer*, *24*(1), 1417. https://doi.org/10.1186/s12885-024-13190-w

Kuang, Q., Feng, B., Xu, K., Chen, Y., Chen, X., Duan, X., Lei, X., Chen, X., Li, K., & Long, W. (2024). Multimodal deep learning radiomics model for predicting postoperative progression in solid stage I non-small cell lung cancer. *Cancer Imaging*, *24*(1), 140. https://doi.org/10.1186/s40644-024-00783-8

Le, N. Q. K., Kha, Q. H., Nguyen, V. H., Chen, Y. C., Cheng, S. J., & Chen, C. Y. (2021). Machine Learning-Based Radiomics Signatures for EGFR and KRAS Mutations Prediction in Non-Small-Cell Lung Cancer. *Int J Mol Sci*, *22*(17). https://doi.org/10.3390/ijms22179254

Li, J., Shi, Q., Yang, Y., Xie, J., Xie, Q., Ni, M., & Wang, X. (2025). Prediction of EGFR mutations in non-small cell lung cancer: a nomogram based on (18)F-FDG PET and thin-section CT radiomics with machine learning. *Front Oncol*, *15*, 1510386. https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1510386

Mathios, D., Johansen, J. S., Cristiano, S., Medina, J. E., Phallen, J., Larsen, K. R., Bruhm, D. C., Niknafs, N., Ferreira, L., Adleff, V., Chiao, J. Y., Leal, A., Noe, M., White, J. R., Arun, A. S., Hruban, C., Annapragada, A. V., Jensen, S. O., Orntoft, M. W.,…Velculescu, V. E. (2021). Detection and characterization of lung cancer using cell-free DNA fragmentomes. *Nat Commun*, *12*(1), 5060. https://doi.org/10.1038/s41467-021-24994-w

Mayerhoefer, M. E., Materka, A., Langs, G., Haggstrom, I., Szczypinski, P., Gibbs, P., & Cook, G. (2020). Introduction to Radiomics. *J Nucl Med*, *61*(4), 488-495. https://doi.org/10.2967/jnumed.118.222893

Mikhael, P. G., Wohlwend, J., Yala, A., Karstens, L., Xiang, J., Takigami, A. K., Bourgouin, P. P., Chan, P., Mrah, S., Amayri, W., Juan, Y. H., Yang, C. T., Wan, Y. L., Lin, G., Sequist, L. V., Fintelmann, F. J., & Barzilay, R. (2023). Sybil: A Validated Deep Learning Model to Predict Future Lung Cancer Risk From a Single Low-Dose Chest Computed Tomography. *J Clin Oncol*, *41*(12), 2191-2200. https://doi.org/10.1200/JCO.22.01345

Moes-Sosnowska, J., Szpechcinski, A., & Chorostowska-Wynimko, J. (2024). Clinical significance of TP53 alterations in advanced NSCLC patients treated with EGFR, ALK and ROS1 tyrosine kinase inhibitors: An update. *Tumour Biol*, *46*(s1), S309-S325. https://doi.org/10.3233/TUB-230034

Park, J. E., & Kim, H. S. (2018). Radiomics as a Quantitative Imaging Biomarker: Practical Considerations and the Current Standpoint in Neuro-oncologic Studies. *Nucl Med Mol Imaging*, *52*(2), 99-108. https://doi.org/10.1007/s13139-017-0512-7

Qi, H., Hou, Y., Zheng, Z., Zheng, M., Sun, X., & Xing, L. (2024). MRI radiomics predicts the efficacy of EGFR-TKI in EGFR-mutant non-small-cell lung cancer with brain metastasis. *Clin Radiol*, *79*(7), 515-525. https://doi.org/10.1016/j.crad.2024.02.016

Song, K. J., Choi, S., Kim, K., Hwang, H. S., Chang, E., Park, J. S., Shim, S. B., Choi, S., Heo, Y. J., An, W. J., Yang, D. Y., Cho, K. C., Ji, W., Choi, C. M., Lee, J. C., Kim, H. R., Yoo, J., Ahn, H. S., Lee, G. H.,…Kim, K. P. (2024). Proteogenomic analysis reveals non-small cell lung cancer subtypes predicting chromosome instability, and tumor microenvironment. *Nat Commun*, *15*(1), 10164. https://doi.org/10.1038/s41467-024-54434-4

Tan, A. C., & Tan, D. S. W. (2022). Targeted Therapies for Lung Cancer Patients With Oncogenic Driver Molecular Alterations. *J Clin Oncol*, *40*(6), 611-625. https://doi.org/10.1200/JCO.21.01626

Tripathi, S. Z., Y.; Choudhury, A.; et al. (2022). RadGenNets: Deep learning-based radiogenomics model for gene mutation prediction in lung cancer. [Research Article]. *iScience*, *25*(10), 101062. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.101062

Wang, Y., Feng, Y., Li, J., Yin, T., Liu, Y., Wang, Q., Xiao, X., Ren, H., Liu, S., Liu, X., & Cheng, L. (2025). Immunoglobulin G N-glycan signatures as potential diagnostic and predictive biomarkers for non-small-cell lung cancer. *Int J Biol Macromol*, *320*(Pt 4), 146089. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146089

Wang, Y., Liu, S., Li, J., Yin, T., Liu, Y., Wang, Q., Liu, X., & Cheng, L. (2023). Comprehensive serum N-glycan profiling identifies a biomarker panel for early diagnosis of non-small-cell lung cancer. *Proteomics*, *23*(20), e2300140. https://doi.org/10.1002/pmic.202300140

Yamamoto, H. W., Yoshiyuki; Itoh, Fumio. (2019). Cell-Free DNA. In H. Shimada (Ed.), *Biomarkers in Cancer Therapy* (Vol. 11–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7295-7_2

Yamazaki, K., Kawauchi, S., Okamoto, M., Tanabe, K., Hayashi, C., Mikami, M., & Kusumoto, T. (2025). Comprehensive Serum Glycopeptide Spectra Analysis Combined with Machine Learning for Early Detection of Lung Cancer: A Case-Control Study. *Cancers (Basel)*, *17*(9). https://doi.org/10.3390/cancers17091474

Zhang, H., Liu, S., Wang, Y., Huang, H., Sun, L., Yuan, Y., Cheng, L., Liu, X., & Ning, K. (2024). Deep learning enhanced the diagnostic merit of serum glycome for multiple cancers. *iScience*, *27*(1), 108715. https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108715

Zhang, L., Zhang, Y., Wang, C., Yang, Y., Ni, Y., Wang, Z., Song, T., Yao, M., Liu, Z., Chao, N., Yang, Y., Shao, J., Li, Z., Zhou, R., Chen, L., Zhang, D., Zhao, Y., Liu, W., Li, Y.,…Li, W. (2022). Integrated single-cell RNA sequencing analysis reveals distinct cellular and transcriptional modules associated with survival in lung cancer. *Signal Transduct Target Ther*, *7*(1), 9. https://doi.org/10.1038/s41392-021-00824-9

Zhang, P., Wang, L., Liu, H., Lin, S., & Guo, D. (2025). Unveiling the crucial role of glycosylation modification in lung adenocarcinoma metastasis through artificial neural network-based spatial multi-omics single-cell analysis and Mendelian randomization. *BMC Cancer*, *25*(1), 249. https://doi.org/10.1186/s12885-025-13650-x

Zhang, Y., Wang, Y., & Qian, H. (2024). Multi-omics characterization and machine learning of lung adenocarcinoma molecular subtypes to guide precise chemotherapy and immunotherapy. *Front Immunol*, *15*, 1497300. https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1497300

https://doi.org/10.71284/asc.2025228

YÜKSEKÖĞRETİMDE DİJİTALLEŞEN DANIŞMANLIK: SANAL OFİS VE ASİSTAN UYGULAMALARININ DENEYİMSEL İNCELEMESİ

DIGITALIZED ADVISING IN HIGHER EDUCATION: AN EXPERIENTIAL ANALYSIS OF VIRTUAL OFFICE AND ASSISTANT APPLICATIONS

Nuran Öztürk Başpınar[1]
Orkun Şen[2]

Özet

Bu çalışma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin ANASİS (Öğrenci Bilgi Sistemi) ve Mergen (Öğrenme Yönetim Sistemi) platformları aracılığıyla yürütülen dijital danışmanlık deneyimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma, fenomenolojik desende tasarlanmış nitel bir çalışmadır. Amaçlı örnekleme ile seçilen altı programdan 12 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış; veriler hibrit (indüktif + dedüktif) tematik içerik analiziyle çözümlenmiştir. Analiz, teknik işlevsellik, iletişim etkinliği ve akademik destek eksenlerinde 5 ana tema ve 4 kullanıcı kümesi (Teknik memnun & iletişim eksik; Tam uyumlu, Genel olarak sınırlayıcı; Kararsız) ortaya çıkarmıştır. Bildirim eksikliği ve mobil uyumsuzluk en sık ifade edilen teknik sorunlardır. Birinci sınıf öğrencileri sistemi daha olumlu değerlendirirken ikinci sınıflar eleştirel davranmıştır. Bulgular, Teknoloji Kabul Modeli'nin "algılanan fayda/kullanım kolaylığı" değişkenlerini ve yapılandırmacı öğrenme kuramını desteklemektedir. Farklı kullanıcı profilleri, tek tip tasarımın yetersiz kaldığını göstermekte; kapsayıcı ve kişiselleştirilebilir dijital danışmanlık ihtiyacını vurgulamaktadır. Sanal ofis sistemleri pedagojik yararlarının yanı sıra kurumsal verimliliğe stratejik katkı sağlar; ancak teknik ve etkileşimsel bileşenler dengeli geliştirilmezse öğrenci deneyiminde "örgütsel sessizlik" riskini artırır.

Anahtar Kelimeler: Dijital danışmanlık, sanal ofis, yükseköğretim, teknoloji kabul modeli, fenomenoloji

Abstract

This study explores the experiential perceptions of vocational-school students regarding two digital advising platforms—ANASIS (Student Information System) and Mergen (Learning Management System). Designed as a qualitative phenomenological inquiry, the research employed purposeful sampling to interview 12 students from six academic programs. Data were analysed through a hybrid (inductive + deductive) thematic content analysis aligned with TAM and constructivist learning theory. Findings revealed five main themes—technical functionality, communication efficacy, and academic support among them—and four user clusters: (i) technically satisfied yet communication-limited, (ii) fully aligned users, (iii) generally constrained users, and (iv) ambivalent observers. Notification gaps and mobile incompatibility

[1]Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Eskişehir Meslek Yüksekokulu, nbozturk@anadolu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-0913-4350

[2]Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, orkuns@anadolu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8098-7751

were the most frequent technical issues. First-year students reported higher satisfaction, whereas second-year students were more critical. The results corroborate the Technology Acceptance Model's constructs of perceived usefulness and ease of use, highlighting the need for personalised, inclusive design. Unbalanced technical–interactional support risks reinforcing *"organisational silence"* in digital advising. Virtual office systems contribute strategically to institutional efficiency as well as pedagogical support, yet their success depends on balancing technical robustness with interactive and affective dimensions.

Keywords: Digital advising, virtual office, higher education, technology acceptance model, phenomenology

GİRİŞ

21. Yüzyılda dijitalleşme yalnızca teknolojik bir dönüşüm süreci değil, aynı zamanda örgütsel yapıların, iletişim biçimlerinin ve öğrenme pratiklerinin yeniden kurgulanmasına neden olan çok katmanlı bir değişim dalgası olarak ortaya çıkmıştır (Castells, 2010; Zuboff, 2019). Yükseköğretim kurumları da bu dönüşümden doğrudan etkilenmiş; özellikle öğrenci destek hizmetleri ve akademik danışmanlık süreçlerinde dijital araçların kullanımı yaygınlaşmıştır (Devrani, 2021; Türel vd., 2023).

Bu dönüşüm, özellikle meslek yüksekokulları gibi uygulama ağırlıklı ve operasyonel süreçleri yoğun kurumlarda daha belirgin hâle gelmiştir. Meslek yüksekokulları, sektörel ihtiyaçlara uygun nitelikli iş gücü yetiştirmeyi amaçlayan yapıları gereği, öğrenci-öğretim elemanı etkileşimi, bireysel destek mekanizmaları ve bilgiye hızlı erişim gibi unsurlarda yüksek işlevsellik bekler. Ancak danışmanlık, kayıt, sınav ve iletişim süreçlerinde yaşanan kurumsal tıkanmalar, örgütsel davranış açısından da "rol belirsizliği" (Katz ve Kahn, 1978) ve "iletişim engelleri" (Robbins ve Judge, 2022) gibi sorunlara yol açabilmektedir.

Bu bağlamda sanal ofis ve sanal asistan sistemleri, yalnızca teknik çözümler değil; aynı zamanda örgütsel verimlilik, zaman yönetimi, stratejik kaynak kullanımı ve öğrenci memnuniyeti açısından stratejik dijitalleşme araçları olarak değerlendirilmektedir. ANASİS (Öğrenci Bilgi Sistemi) ve Mergen (Öğrenme Yönetim Sistemi) gibi platformlar, öğrenci-danışman ilişkilerinin dijital ortama taşınmasını mümkün kılarak, zamandan ve mekândan bağımsız bir etkileşim zemini sunmaktadır.

Stratejik yönetim açısından değerlendirildiğinde, bu tür dijital sistemler, üniversitelerin öğrenen organizasyon olma kapasitesini artırmakta; rutin danışmanlık hizmetlerini standartlaştırmakta ve kurumsal bilgi yönetimini güçlendirmektedir (Senge, 1990; Mintzberg, Ahlstrand ve Lampel, 2005). Aynı zamanda, dijitalleşme süreçlerinde benimsenen araçların öğrenci davranışları üzerindeki etkileri, örgütsel vatandaşlık davranışı, duygusal emek, örgütsel bağlılık ve öğrenme motivasyonu gibi alanlarla da yakından ilişkilidir (Organ, 1997; Hochschild, 1983; Meyer ve Allen, 1991).

Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi'ne bağlı bir meslek yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilerin, dijital danışmanlık sistemleriyle olan etkileşimlerini anlamayı amaçlamaktadır. Özellikle ANASİS ve Mergen platformları üzerinden gerçekleşen öğrenci-danışman iletişimi, zaman yönetimi, bilgiye erişim, ödev takibi ve sınav süreçlerinin bireysel deneyim üzerindeki etkileri nitel bir yaklaşımla analiz edilmiştir.

Araştırma, yalnızca kullanıcı memnuniyeti bağlamında değil; aynı zamanda bu sistemlerin örgütsel sürdürülebilirlik, dijital liderlik ve stratejik öğrenme süreçlerine olan katkılarını da değerlendirmeye açmaktadır. Elde edilen bulguların, dijital danışmanlık uygulamalarının yeniden yapılandırılmasına, kullanıcı deneyimi odaklı stratejilerin geliştirilmesine ve yükseköğretim kurumlarında dijital dönüşüm politikalarının güçlendirilmesine katkı sunması beklenmektedir.

1. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

Dijital dönüşümün eğitimdeki en önemli yansımalarından biri, sanal asistan sistemlerinin yaygınlaşması olmuştur. Bu bağlamda, sanal asistanlar; kullanıcıların belirli bilgilere hızlı erişimini sağlayan, işlemlerini kolaylaştıran ve destek hizmetlerine ulaşımını mümkün kılan yapay zekâ tabanlı ya da otomatikleştirilmiş dijital araçlardır. Eğitim bağlamında sanal asistanlar; öğrencilere ders bilgileri, kayıt işlemleri, sınav tarihleri, danışman bilgileri gibi konularda rehberlik edebilir, soru-cevap sistemleriyle yönlendirme yapabilir.

Sanal asistanlar eğitimde bilgiye erişim ve öğrenci destek hizmetleri kapsamında kullanılmaktadır. Sanal asistanlar, öğrencilerin en sık ihtiyaç duyduğu bilgi ve işlemleri tek bir noktadan erişilebilir hâle getirerek bilgiye ulaşma sürecini kolaylaştırır. Bu bağlamda ANASİS, kullanıcı arayüzünde yer alan yönlendirmeler, otomatik bildirimler ve özelleştirilmiş öğrenci panelleri aracılığıyla bir tür "yarı otomatik sanal asistan" görevi görmektedir. ANASİS'in yönlendirme menüleri ve sistem mesajları, öğrencilerin işlem yaparken karşılaştığı sorunlara karşı temel seviyede rehberlik sunar. Bu yapı, temel düzeyde otomatik yanıt mekanizmalarının bir prototipi olarak değerlendirilebilir ve öğrenciye rehberlik işleviyle dijital destek sistemlerinin gelişimine geçiş niteliği taşımaktadır. Öğrenciye özel bilgilerle şekillenen sistem, kullanıcıyı hatırlatmalarla yönlendirir; ders seçimi, danışman mesajları, sınav tarihleri gibi bilgilere hızlı erişim sağlar.

Öğrenci destek hizmetleri kapsamında ise sanal asistanlar, kayıt işlemleri, randevu alma, sınav takibi gibi hizmetleri çevrim içi ve otomatik şekilde sağlayabilir. Böylece öğrenciler fiziksel danışma süreçlerine bağlı kalmaksızın destek alabilir. Mergen Öğrenme Sistemi, ders içi otomatik bildirimleri, ödev takibi, zamanlı duyurular ve sistem içi mesajlaşma özellikleri ile öğrencinin öğrenme sürecine entegre destek sağlar. Mergen sistemi, içerik teslim tarihleri, sınav zamanları ve eğitici bildirimlerini zamanlı olarak sunarak planlama sürecine katkı sağlar. Bu sistemin entegrasyonu sayesinde öğrenciler, yoğun programlarında önceliklerini belirleme konusunda dijital destek almaktadır.

Mergen'in bu bütüncül destek yapısı, yalnızca teknik işlevler sunmakla kalmayıp, öğrenmenin nasıl yapılandığını da etkileyen bilişsel süreçlerle ilişkilidir. Ayrıca sistemin kullanıcı dostu tasarımı, öğrencinin ihtiyaç duyduğu bilgiye yönlendirilmesini kolaylaştırır. Bu noktada, Davis (1989) tarafından geliştirilen Teknoloji Kabul Modeli (Technology Acceptance Model - TAM), öğrencilerin bu dijital sistemleri benimsemelerini açıklamakta kullanılabilir. Model, bireylerin yeni teknolojileri kabul etme sürecini "algılanan fayda" ve "algılanan kullanım kolaylığı" olmak üzere iki ana faktör üzerinden açıklar.

Bu kuramsal çerçeve, sanal ofis uygulamalarının yalnızca kullanıcı algısıyla sınırlı kalmayıp kurumsal strateji boyutuna da uzandığını göstermektedir.

Stratejik yönetim perspektifinden bakıldığında, sanal asistan sistemleri yalnızca dijital bir hizmet aracı değil; aynı zamanda yükseköğretim kurumlarının dijital kaynaklarını daha verimli yönetmelerine imkân tanıyan stratejik bir enstrümandır. Bu sistemler, öğrenci memnuniyetini ve kurumsal verimliliği artırma potansiyeli taşıdıkları ölçüde, üniversitelerin dijital dönüşüm vizyonlarının da bir parçası hâline gelmektedir (Bryson, 2018).

Aynı zamanda örgütsel davranış açısından değerlendirildiğinde, bu tür dijital sistemler çalışanların danışmanlık rollerinde yaşadığı zaman baskısını azaltmakta; öğrencilerin bilgiye erişimde özerklik geliştirmesine katkı sağlayarak bireysel inisiyatif alma davranışlarını desteklemektedir (Robbins ve Judge, 2022).

Örgütsel davranış kuramları, bireylerin teknolojik sistemlere karşı geliştirdiği tutumları anlamada da rehber sunmaktadır. Örneğin, "algılanan kontrol" ve "iş doyumu" (Spector, 1997) gibi kavramlar, dijital danışmanlık sistemlerinin yalnızca bilişsel değil, duygusal yönlerini de değerlendirmeye açmaktadır. Ayrıca, sezgisel ve destekleyici tasarımlar örgütsel bağlılık (Meyer ve Allen, 1997) ve öğrenmeye katılım gibi olumlu çıktılara zemin hazırlayabilir.

Tüm bu kuramsal açılımlar ışığında, ANASİS ve Mergen sistemlerinin zaman yönetimi ve bilgiye erişim gibi yönlerden olumlu değerlendirilmesi, öğrencilerin bu teknolojileri işlevsel ve kullanıcı dostu bulduklarını göstermektedir. Bu durum, TAM'ın temel varsayımlarıyla uyumlu bir şekilde kullanıcı deneyimini açıklamaktadır.

Ayrıca, bu çalışmanın nitel doğası ve öğrenci deneyimlerine odaklanması nedeniyle, yapılandırmacı öğrenme kuramı da kuramsal bir temel olarak değerlendirilebilir. Bu kurama göre, bireyler bilgiyi kendi deneyimleri aracılığıyla inşa ederler (Fosnot, 2005). ANASİS ve Mergen sistemleriyle ilgili öğrenci deneyimlerinin bireysel farklılıklar taşıması, bu kuram çerçevesinde anlam kazanmaktadır. Özellikle sistemlerin "soğuk" ve "mekanik" olarak algılanması gibi nitel veriler, bireyin deneyim ve yorumlarına dayalı olarak şekillenmektedir.

Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan Mergen, öğrencilere çevrimiçi ders materyallerine erişim, ödev teslimi ve sınavlara katılım gibi olanaklar sunan bir öğrenme yönetim sistemidir. Mergen'in kullanıcı kılavuzunda, sisteme giriş, ders materyallerine erişim ve canlı derslere katılım gibi işlevler detaylandırılmıştır. Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan ANASİS, öğrencilerin akademik bilgilerine erişebildiği, ders kayıtlarını yapabildiği ve notlarını takip edebildiği bir öğrenci bilgi sistemidir. Bu sistem, öğrencilerin idari işlemlerini kolaylaştırarak akademik süreçlerini daha verimli yönetmelerine yardımcı olur. Aşağıda Tablo 1'de, Mergen ve ANASİS sistemlerinin sanal asistan özellikleri bilgiye erişim, destek hizmeti ve otomatik yönlendirme açısından karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 1. Mergen ve ANASİS'in Temel Sanal Asistan Özellikleri

Sistem	Bilgiye Erişim	Destek Hizmeti	Otomatik Yanıt / Yönlendirme
ANASİS	Kişiye özel ders ve sınav bilgileri	Akademik danışmanlık bilgileri, kayıt işlemleri	Sık sorulan sorulara yönlendirme menüleri
Mergen	Ders içeriklerine ve duyurulara hızlı erişim	Ödev teslimi, sınav takibi, zamanlı bildirimler	Ders içi mesajlar ve sistem bildirimleri

Tabloda görüldüğü üzere ANASİS daha çok yönetsel bilgi akışını merkezine alırken, Mergen öğrencinin akademik yaşam döngüsüne daha gömülü bir destek sunmaktadır.

Sanal asistan kullanımının yalnızca bu üniversiteyle sınırlı olmadığı, Türkiye'deki birçok yükseköğretim kurumu tarafından da benimsendiği görülmektedir. Örneğin; Munzur Üniversitesi, kullanıcıların sorularına hızlı ve etkili çözümler sunmak, bilgiye erişimi kolaylaştırmak ve üniversite içi iletişimi güçlendirmek amacıyla yapay zekâ destekli sanal asistan "MUbot"u geliştirmiştir (Munzur Üniversitesi, 2023). Bu uygulama, öğrencilere üniversiteyle ilgili çeşitli konularda destek sağlamaktadır. Aynı şekilde Milli Eğitim Bakanlığı, yapay zeka destekli "MEBİ" platformunu hayata geçirerek, öğrencilere öğrenme süreçlerinde destek olmayı amaçlamaktadır. Bu platformda, öğrencilerin ihtiyaç duyduğu bilgilere hızlı erişim sağlayan "KANKA" isimli sanal asistan hizmete sunulmuştur (MEB, 2023).

Anadolu Üniversitesi'nin Mergen ve ANASİS sistemleri, Munzur Üniversitesi'nin MUbot sanal asistanı ve MEB'in KANKA sistemi örnekleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Dijitalleşmenin yükseköğretim üzerindeki etkileri son yıllarda pek çok çalışmanın odağını oluşturmuştur. Özellikle sanal ofis sistemleri ve sanal asistan uygulamaları, hem yönetsel işleyişi kolaylaştırmakta hem de öğrencilerin bilgiye erişim süreçlerini hızlandırmaktadır.

Bu gelişmeler yalnızca ulusal düzeyle sınırlı değildir. Uluslararası yükseköğretim kurumlarında da benzer dijital sistemlerin yaygınlaştığı görülmektedir. Örneğin, Ivy gibi yükseköğretim kurumlarında kullanılan chatbot yapay zekâ araçları; kayıt, danışmanlık ve mali işlemler gibi konularda öğrencileri desteklemektedir (McFarland, 2025).

Öğrenme yönetim sistemlerinin (ÖYS) öğrencilerin öğrenmeye katılımı üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmalar (Uçar, 2022), bu sistemlerin esneklik, zaman yönetimi ve kaynaklara erişim açısından öğrenci deneyimini pozitif etkilediğini ortaya koymuştur. Anadolu Üniversitesi›nin kullandığı Mergen sistemi bu bağlamda önemli bir örnektir. Benzer şekilde, öğrenci bilgi sistemleri (ÖBS) ve danışmanlık süreçlerinin dijital ortama taşınması, idari yükleri azaltırken öğrenci-öğretim elemanı iletişimini güçlendirmektedir (Karagöz ve Sevim, 2021). Bu bağlamda, ANASİS sisteminin öğrenci memnuniyetine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Öğrenme destek sistemlerinin yapay zekâ ile birleştiği bir başka alan ise sanal asistan uygulamalarıdır. Ancak bu sistemlerin etkili olabilmesi için öğrenci ihtiyaçlarına duyarlı, sezgisel tasarımlar içermesi gerekir. Literatürde bu sistemlerin teknik başarıları kadar öğrenci algısı ve deneyiminin de başarıda belirleyici olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin bu sistemleri nasıl deneyimlediğini anlamaya yönelik nitel araştırmalara duyulan ihtiyaç artmaktadır.

Yapay zekâ destekli sanal eğitmenlerin e-öğrenme deneyimlerini geliştirmedeki rolü adlı çalışmada sanal eğitmenlerin öğrencilere ek destek gerektiren durumları belirlemede yardımcı olduğu ve böylece eğitmenlerin öğrencilere kişiselleştirilmiş geri bildirim sağlayabildiği belirtilmektedir (ClueLabs, 2023). Farklı eğitim alanlarında yapay zekâ: uygulama örnekleri adlı makalede, sanal öğretmen asistanlarının öğrencilere rehberlik ve ipuçları sağlayarak içeriklerin erişilebilir hale getirilmesine yardımcı olduğu ve eğitimcilere içeriklerinin erişilebilirlik durumu hakkında raporlar sunduğu ifade edilmektedir (İncemen ve Öztürk, 2024). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları adlı çalışmada, yapay zekânın öğrenme, akıllı tahminlerde bulunma, karmaşık problemleri çözme ve değişken koşullara uyum sağlama gibi özellikleriyle eğitim ve öğretim süreçlerine katkı sağladığı belirtilmektedir (Arslan, 2020).

Meslek yüksekokullarında eğitim süreci genellikle teorik ve uygulamalı derslerden oluşmakta; öğrencilerin mesleki beceri kazanımına dayalı bir yapı hedeflenmektedir. Ancak ders planlamaları, uygulamalı eğitimin niteliği ve kaynak yetersizliği gibi faktörler sürecin etkinliğini sınırlayabilmektedir. Öğretim elemanlarının yoğun ders yükü, öğrenci başına düşen danışmanlık süresinin azalmasına neden olmakta; bireyselleştirilmiş akademik destek sunulmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, birçok MYO'da iletişim ve koordinasyon eksiklikleri, bilgiye erişim sürecini yavaşlatmakta ve öğrencilerde motivasyon kaybına yol açmaktadır (Düzce Üniversitesi, 2023; YÖK, 2021).

Yapılan araştırmalar, meslek yüksekokulu öğrencilerinin genel memnuniyet düzeylerinin lisans öğrencilerine kıyasla daha düşük olduğunu göstermektedir. Bunun başlıca nedenleri arasında, akademik danışmanlık hizmetlerinin yetersizliği, ders dışı destek sistemlerinin eksikliği ve bilgiye ulaşmada yaşanan gecikmeler yer almaktadır. Ayrıca, ders devam oranları ve mezuniyet sürelerinin uzaması da öğrenim sürecinde yaşanan sorunlara işaret etmektedir (Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, 2020; İstanbul Sağlık ve Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, 2021; Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, 2022). Bu göstergeler, öğrenim kalitesini doğrudan canlı etkileyen faktörler olarak değerlendirilmelidir.

Eğitimde dijital teknolojilerin kullanımı, özellikle pandemi sonrası dönemde yaygınlaşmış olsa da, meslek yüksekokullarında bu teknolojilerin sistematik ve bütüncül bir biçimde entegre edilmesi hâlâ sınırlı düzeydedir. Mevcut durumda kullanılan Öğrenme Yönetim Sistemleri, video konferans araçları ve çevrimiçi sınav platformları, daha çok ders anlatımına yönelik kullanılmakta; öğrenci destek hizmetlerinin dijitalleştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu noktada, sanal ofis yönetimi ve sanal asistan uygulamaları, hem öğrencilerin bilgiye erişim süreçlerini hızlandırmakta hem de meslek yüksekokullarında dijitalleşmenin kurumsal düzeyde yaygınlaştırılmasına katkı sunmaktadır (Salar, Özçınar, Kara, Vatansever, Kısaç ve Kutluhan, 2023; Taşlıbeyaz, 2021; Açıkel ve Ay, 2023).

2. YÖNTEM

Çalışmanın kuramsal çerçevesinde ortaya konan dijital danışmanlık sistemlerinin bireysel deneyim üzerindeki etkilerini derinlemesine anlayabilmek amacıyla, nitel bir araştırma yöntemi tercih edilmiştir ve çalışma fenomenolojik (olgubilimsel) bir tasarım ile yürütülmüştür. Fenomenolojik yaklaşım, bireylerin belirli bir olguya ilişkin deneyimlerini ve bu deneyimlere yükledikleri anlamları derinlemesine incelemeyi amaçlar (Creswell, 2017). Araştırmanın temel amacı, meslek yüksekokulu öğrencilerinin sanal ofis ve sanal asistan uygulamalarıyla ilgili kişisel deneyimlerini ve algılarını ortaya koymaktır. Bu amaçla, bireysel görüşmeler yoluyla derinlemesine veri toplama tekniği tercih edilmiştir.

2.1. Araştırma Parametreleri

Araştırmada incelenen başlıca parametreler şunlardır:

- **Dijital sistemlere erişim ve kullanım kolaylığı**: ANASİS ve Mergen sistemlerinin teknik işlevselliği, arayüz tasarımı ve mobil uyumluluğu.
- **Bildirim ve hatırlatma mekanizmaları:** Kritik tarihler için sistematik ve zamanlı bildirimlerin işlevselliği.
- Öğretim elemanlarıyla iletişim süreçleri: Danışmanlıkta birebir iletişim, mesajlaşma sistemleri ve iletişimde samimiyet.
- **Akademik destek hizmetlerine ulaşım:** Ders materyalleri, ödev yükleme, geri bildirim alma.
- **Sistemlerin öğrencinin motivasyonuna ve zaman yönetimine etkisi:** Öğrenme süreci üzerindeki katkıları.
- **Dijital araçlara yönelik genel memnuniyet:** Kullanıcı deneyimi ve memnuniyet düzeyi.
- **Geliştirme önerileri:** Katılımcıların sistemlere ilişkin iyileştirme görüşleri.
- **Program ve sınıf düzeyine göre farklılıklar:** Bölümler (Aşçılık, Büro Yönetimi, vb.) ve sınıf düzeyleri (1. ve 2. sınıf) arası karşılaştırmalar.
- **Katılımcı profilleri ve deneyim bütünlüğü:** Her katılımcının deneyiminin bütüncül şekilde analiz edilmesi.
- **Dijital sistemlerin eğitim süreçlerine entegrasyonu:** ANASİS ve Mergen'in birlikte çalışabilirliği ve etkisi.

2.2.. Veri Toplama Süreci

Veriler, yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Bu teknik, araştırmacıya belirli bir yapı sunarken katılımcının deneyimlerini özgürce ifade etmesine de olanak tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Görüşmelerde kullanılacak sorular, araştırmacı tarafından geliştirilen ve yukarıdaki tematik başlıkları kapsayan görüşme formu ile yöneltilmiştir. Görüşmeler bire bir gerçekleştirilmiş, tüm katılımcılardan onam alınarak ses kayıtları yapılmış ve yazılı döküme dönüştürülmüştür.

2.3. Katılımcılar ve Örneklem

Araştırmanın örneklemini, Anadolu Üniversitesi'ne bağlı Eskişehir Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim gören ve ANASİS ile Mergen sistemlerini aktif olarak kullanan öğrenciler oluşturmuştur. Katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiş ve toplam 12 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Amaçlı örnekleme, belirli bir konuda derinlemesine bilgi verebilecek bireylerin seçilmesine olanak sağlar (Patton, 2002). Örneklem sayısı, yeni kod veya tema çıkmadığı noktada kuramsal doygunluğa ulaşıldığı görülerek sonlandırılmıştır.

2.3.1. Katılımcı Profilleri

Araştırma kapsamında Eskişehir Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim gören 6 farklı programdan toplam 12 öğrenci ile görüşülmüştür. Her programdan birinci ve ikinci sınıf düzeyinde birer öğrenci seçilerek programlar arası ve sınıf düzeyine göre çeşitlilik sağlanmıştır. Katılımcı profiline ilişkin bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Katılımcı Profilleri

Katılımcı Kodu	Program	Sınıf Düzeyi
K1	Aşçılık	1. Sınıf
K2	Aşçılık	2. Sınıf
K3	Turizm ve Otel İşletmeciliği	1. Sınıf
K4	Turizm ve Otel İşletmeciliği	2. Sınıf
K5	Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1. Sınıf
K6	Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	2. Sınıf
K7	Dış Ticaret	1. Sınıf
K8	Dış Ticaret	2. Sınıf
K9	Emlak ve Emlak Yönetimi	1. Sınıf
K10	Emlak ve Emlak Yönetimi	2. Sınıf
K11	Pazarlama	1. Sınıf
K12	Pazarlama	2. Sınıf

2.4.Verilerin Analizi

Bu araştırmada kullanılan tematik yapının temelini, çalışmanın kuramsal çerçevesi — Teknoloji Kabul Modeli (TAM) ve yapılandırmacı öğrenme kuramı — ile önceki araştırmaların bulguları oluşturmuştur. Literatürde sıkça karşılaşılan kavramsal alanlar (örneğin: erişim kolaylığı, bildirim etkinliği, danışmanlık ilişkileri), araştırma parametrelerinin belirlenmesinde yol gösterici olmuştur. Bu parametreler doğrultusunda hazırlanan görüşme formu, öğrenci deneyimlerini söz konusu alanlarda derinlemesine ortaya koymayı hedeflemiştir.

Analiz sürecinde, söz konusu başlıklar hem veri toplama aşamasında yönlendirici olmuş, hem de hibrit analiz yaklaşımı sayesinde yeni temaların ortaya çıkmasına imkân tanımıştır.

Toplanan veriler, tematik içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir (Braun ve Clarke, 2006). Bu çalışmada, hem tümevarımsal (indüktif) hem de tümdengelimsel (dedüktif) yaklaşımların birleştirildiği hibrit bir analiz stratejisi benimsenmiştir (Fereday ve Muir-Cochrane, 2006). Bu yöntemsel esneklik, araştırmanın hem veri zenginliğini artırmış hem de bulguların daha bütüncül ve derinlemesine yorumlanmasını mümkün kılmıştır.

2.5. Kodlama Süreci ve Tema Geliştirme

Verilerin analizi sürecinde tematik içerik analizine uygun olarak üç aşamalı bir yapı izlenmiştir: kodlama, tema oluşturma ve ana tema belirleme. Bu süreçte hem tümevarımsal (veriye dayalı) hem de tümdengelimsel (ön tanımlı başlıklara dayalı) yaklaşımlar bir arada kullanılmıştır. İlk aşamada, görüşme dökümleri satır satır incelenmiş ve anlamlı ifadeler açık kodlar hâlinde işaretlenmiştir. Bkz. Tablo 3.

Tablo 3. Kodlama Süreci ve Tema Geliştirme

Katılımcı İfadesi	Kod	Tema	Ana Tema
"Mergen'den gelen bildirimler sayesinde ödevleri zamanında teslim ediyorum."	Bildirim hatırlatmaları işe yarıyor	Zaman yönetimi	Akademik işlevsellik
"ANASİS bazen çok karışık, mobilde açılmıyor."	Mobil erişim sorunu	Teknik erişim sorunları	Kullanılabilirlik ve Erişim
"Danışmanım mesajıma geç yanıt verdi, bazen hiç cevap gelmiyor."	İletişimde gecikme	Etkileşim eksikliği	Dijital danışmanlık deneyimi

Bu kodlar daha sonra benzer anlamlar taşıyan kümeler altında **temalara** dönüştürülmüştür. Temaların birbiriyle ilişkileri göz önünde bulundurularak **beş ana tema** altında bütünleştirilmiştir:

1.Dijital Erişim ve Kullanım Kolaylığı

2.Zaman Yönetimi ve Akademik Planlama

3.İletişim ve Danışmanlık Deneyimi

4.Kullanıcı Memnuniyeti ve Algı

5.Geliştirme Beklentileri ve Eleştiriler

Kodlama işlemleri manuel olarak gerçekleştirilmiş olup herhangi bir nitel veri analiz yazılımı kullanılmamıştır. Bu tercih, araştırmacının verilerle doğrudan temasını sürdürerek içeriği daha bütüncül ve derinlemesine analiz edebilmesi amacıyla yapılmıştır. Temaların geçerliliği; kod tekrar sıklıkları, temalar arası örüntüler ve farklı katılımcı görüşleriyle desteklenmiştir. Hibrit yapının benimsenmesi, hem önceden belirlenmiş tematik başlıkların sistematikliğini hem de veri içerisinden türeyen yeni eğilimlerin özgünlüğünü sağlamıştır. Kodlama süreci, nitel araştırma ilkelerine uygun biçimde yürütülmüş ve yorumlayıcı derinlik esas alınmıştır.

3. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, araştırmaya katılan öğrencilerin ANASİS ve Mergen gibi dijital sistemlere ilişkin deneyimleri, görüşme soruları doğrultusunda tematik içerik analizine tabi tutulmuştur. Veriler, her bir soruya verilen yanıtlar üzerinden analiz edilmiş; kodlar, temalar ve ana temalar biçiminde organize edilmiştir. Bu bulgular, sosyo-teknik sistem yaklaşımının (Trist ve Emery, 1973) öngördüğü biçimde, teknik altyapı ile insani etkileşim boyutlarının birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Her programdan seçilen iki katılımcının görüşleri, ilgili program başlığı altında ayrı ayrı özetlenmiş ve kullanıcı deneyimlerine göre tanımlayıcı karakteristiklerle sınıflandırılmıştır.

3.1. Program Bazlı Kullanıcı Profilleri

3.1.1. Aşçılık Programı

ÖA1 – Fonksiyonel Kullanıcı, İletişimden Bağımsız Memnuniyet

ÖA1, sistemleri ağırlıklı olarak sınav tarihleri ve not görüntüleme işlemleri için kullanmaktadır. Bildirim sorunlarına değinmemiş, genel olarak olumlu bir tutum sergilemiştir. Danışmanlık sürecini yeterli bulmakta ve birebir iletişimi gerekli görmemektedir. Dijital sistemlerin eğitim motivasyonuna etkisini nötr olarak değerlendirmiştir.

ÖA2 – Erişim Sorunları Yaşayan, Dengeli Gözlemci

Sistemden zaman zaman hata aldığı için kullanımda aksaklıklar yaşamaktadır. Danışmanlık iletişimini teknik hatalar nedeniyle yetersiz bulmakta, ancak çevrim içi erişimin avantajlarını da fark etmektedir. Yüz

yüze iletişimi daha anlaşılır bulsa da sistemlerin genel katkısını kabul etmektedir.

3.1.2. Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı Programı

ÖB1 – Teknik Problemlerden Etkilenen, Yüz Yüze Etkileşimi Tercih Eden

ANASİS sisteminde yaşanan çökmeler ve ders kayıt sorunları nedeniyle olumsuz bir başlangıç yaşamıştır. Bildirim eksikliği, danışmanlık sürecini etkileyen başlıca sorun olarak tanımlanmıştır. Mektup gönderiyor gibi hissettiren iletişim tarzı, sistemin soğuk ve yavaş işlediği izlenimini vermektedir.

ÖB2 – İletişim Odaklı, Sistem İyileştirmeleri Konusunda Öneriler Sunan

Sistemleri etkin kullanan bir öğrenci olan ÖB2, danışmanlık sürecini olumlu değerlendirse de bildirim eksikliği gibi temel aksaklıklara dikkat çekmektedir. Öğrenci yönlendirme sistemlerinin geliştirilmesini ve akademik etkinliklerle bütünleştirilmesini önermektedir.

3.1.3. Dış Ticaret Programı

ÖD1 – Dijital Sistemleri Avantajlı Gören, Olumlu Değerlendiren

Sistemi kolay ve işlevsel bulmakta, danışmanlık sürecini yeterli ve etkili görmektedir. Yüz yüze görüşmeye göre dijital etkileşimi daha avantajlı bulduğunu belirtmiştir. Teknik veya içeriksel şikâyeti bulunmamaktadır. Öğrenme alışkanlıklarına pozitif etkisinden söz etmektedir.

ÖD2 – Dijital Sistemlere Karşı Eleştirel Yaklaşan

Teknik anlamda kullanımda sorun yaşamamakla birlikte, mesajların geç görülmesi nedeniyle danışmanlık sürecini etkisiz bulmaktadır. Yüz yüze iletişimi daha verimli bulmakta, birebir etkileşim eksikliğinden rahatsızlık duymaktadır. Akademik motivasyona etkisini düşük görmektedir.

3.1.4. Emlak ve Emlak Yönetimi Programı

ÖE1 – Menülere Yabancılaşan, Bildirim Eksikliğinden Etkilenen

Sistem menüsünü karmaşık bulduğunu ve bildirim eksikliği nedeniyle bazı görevleri kaçırdığını belirtmektedir. Teknik olarak bazı kolaylıkları kabul etmekle birlikte, yüz yüze etkileşimi daha etkili bulmaktadır.

ÖE2 – Sistemleri İşlevsel Bulan, İletişim Açısından Sınırlı Deneyimleyen

Teknik olarak sistemi yeterli bulmakta, özellikle not erişimi ve sınav süreçlerini kolaylaştırıcı görmektedir. Ancak danışmanlıkta mesajların geç görülmesi ve duygusal iletişimin eksikliği gibi sınırlayıcı unsurlara dikkat çekmektedir.

3.1.5. Pazarlama Programı

ÖP1 – Dengeli Yaklaşan, Küçük Sorunlara Odaklanan Kullanıcı

Teknik kullanımda bazı sorunlar yaşamış olsa da sistemin genel olarak kolay ve işlevsel olduğunu belirtmektedir. Dijital danışmanlığı olumlu değerlendirmekte, ancak iletişimin yetersiz anlatıma neden olabileceğini kabul etmektedir.

ÖP2 – Yüz Yüze Etkileşimi Açıkça Tercih Eden, Sistemi Destekleyici Gören

Danışmanlık sürecinde dijital sistemlerin etkisiz olduğunu düşünmektedir. Yüz yüze görüşmeleri daha açıklayıcı bulmakta, duyurulara erişimde zorluk yaşadığı için sadeleştirilmiş bir arayüz önermektedir. Sistemi sınırlayıcı ama bazı yönlerden yararlı bulmaktadır.

3.1.6. Turizm ve Otel İşletmeciliği Programı

ÖT1 – Dijital Desteğe Yatkın, Erişilebilirliği Ön Planda Tutan

Mesajlara hızlı dönüş aldığı için iletişimde memnuniyet bildirmektedir. Notlara erişim, sınav hazırlığı gibi konularda sistemden aktif biçimde faydalanmaktadır. Danışmanlık ve iletişim açısından sistemi yeterli bulmakta, birebir etkileşim eksikliği hissetmemektedir.

ÖT2 – Teknik Aksaklıklara Duyarlı, İşlevsel Kullanıcı

Sistemin hatalarından etkilenmekle birlikte, genel işlevselliğini olumlu değerlendirmektedir. Hocalara ve bilgilere ulaşımı kolaylaştırıcı bulmakta, bildirim sisteminin eksikliğini önemli bir sorun olarak vurgulamaktadır. Danışmanlıkta birebir görüşmenin etkili olduğunu kabul etmektedir.

3.2. Tematik Bulgular

3.2.1. Dijital Sistemlerin Teknik İşlevselliği ve Kullanılabilirliği

Tema 1: Bildirim ve Ulaşılabilirlik Sorunları

Katılımcıların çoğu, dijital sistemlerde en sık karşılaştıkları teknik sorunlardan birinin **bildirim eksikliği** olduğunu belirtmiştir. Danışmanlardan veya öğretim elemanlarından gelen mesajlara geç ulaşmak, sistemde eşzamanlı iletişim kurulamaması gibi durumlar, öğrenciler tarafından sıkça dile getirilmiştir.

- **Kodlar:** Bildirim gelmemesi, mesajların geç görülmesi, eşzamanlı iletişim eksikliği
- **Katılımcı Alıntısı:**"Danışman mesajlarının bildirimi gelmediği için mesajları geç görüyorum." (ÖE2)

Bu bulgu, dijital danışmanlık süreçlerinde "örgütsel sessizlik" olgusunun (Morrison ve Milliken, 2000) sanal biçimde ortaya çıktığını göstermektedir; öğrenciler zamanında bildirim almadıklarında geri bildirim döngüsünden dışlanmış hissederek pasif konuma geçmektedir.

Tema 2: Altyapı ve Sistem Hataları

Bazı katılımcılar, ANASİS sisteminin yoğun zamanlarda çökmesi, hata vermesi veya geç açılması gibi altyapı yetersizliklerinden yakınmıştır. Bu durumun özellikle ders seçimi ve sınav dönemlerinde süreci zorlaştırdığı ifade edilmiştir.

- **Kodlar:** Sistem çökmesi, yoğunlukta hata, geç açılma
- **Katılımcı Alıntısı:**"Yoğunluk esnasında hata vermesi ya da son zamanlarda giriş ekranında hata vermesi gelişirilmeli." (ÖA2)

3.2.2. Danışmanlık Sürecinde İletişim Etkinliği

Tema 1: Danışman-Öğrenci Etkileşimi

Görüşmelerde öğrencilerin önemli bir kısmı, danışmanlarıyla dijital platformlar üzerinden kurdukları iletişimin yeterli olduğunu belirtirken; bazıları ise geç dönüş, mesajlara ulaşamama veya hocaların platformu etkin kullanmaması gibi sorunlara dikkat çekmiştir.

- **Kodlar:** Hızlı geri dönüş, danışman ilgisizliği, platformu aktif kullanmama
- **Katılımcı Alıntısı:**"Danışmanlık sistemi iyi fakat hocalarımız öğrencileri yönlendirmekte zorlanıyorlar." (ÖB2)

Tema 2: Yüz Yüze İletişimle Kıyaslama

Katılımcıların çoğu, dijital danışmanlık sistemlerinin erişim kolaylığı açısından avantajlı olduğunu ancak **yüz yüze iletişimin** hâlâ daha etkili bulunduğunu belirtmiştir. Duygusal boyutun eksikliği, yazılı iletişimin sınırlılığı ve anında yanıt alamama gibi nedenlerle yüz yüze etkileşim öne çıkarılmıştır.

- **Kodlar:** Duygu eksikliği, geç yanıt, yazılı iletişim sınırlılığı
- **Katılımcı Alıntısı:**"Anlatılmak istenende duygu durum eksikliği yaşanabiliyor." (ÖE2)

3.2.3. Akademik Destek, Katılım ve Motivasyon Üzerine Etkiler

Tema 1: Ders Takibi ve Not Erişimi

Katılımcılar, Mergen sisteminde ders notlarının ve ödevlerin paylaşılmasının akademik takibi kolaylaştırdığını, sınav sürecine hazırlığı desteklediğini ve derste not tutma zorunluluğunu azalttığını ifade etmişlerdir.

- **Kodlar:** Notlara kolay erişim, ödev yükleme kolaylığı, sınav desteği
- **Katılımcı Alıntısı:**"Ders notları sisteme yüklendiği için hocayı derse odaklı olarak dinleyebiliyoruz." (ÖB2)

Tema 2: Eğitim Motivasyonu ve Öğrenme Alışkanlıkları

Görüşmelerde bazı öğrenciler bu sistemlerin motivasyonlarını artırdığını, öğrenme alışkanlıklarında olumlu değişim yarattığını belirtmiş; bazıları ise sistemlerin motivasyonlarında fark yaratmadığını ya da nötr etki yarattığını ifade etmiştir.

- **Kodlar:** Derse hazırlıklı gelme, sınav başarısında artış, nötr etki
- **Katılımcı Alıntısı:**"Ders konularının sisteme yüklenerek derse hazırlıklı olarak gelmemizi sağlaması öğrenme alışkanlıklarımızı olumlu yönde etkiliyor." (ÖE2)

3.2.4. Teknik ve Pedagojik Geliştirme Önerileri

Katılımcılar, sistemlerin bildirim, arayüz ve erişim işlevlerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

- **Kodlar:** Bildirim eklenmesi, şifre girişlerinin sadeleştirilmesi, mobil uyumluluk
- **Katılımcı Alıntısı:**"Bildirim özelliği gelmeli, sistem altyapısı geliştirilmeli." (ÖB1)

Ek olarak, öğrenciler ekle-sil haftası gibi kritik akademik dönemlerde sistemin otomatik "rehber modüller" sunmasını talep ederek, dijital danışmanlığın yalnızca bilgi aktarımı değil aynı zamanda stratejik yönlendirme sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir

3.2.5. Dijital Sistemlerde İnsan Etkileşiminin Yetersizliği

Tema 1: Birebir İletişim ve Anlatım Sorunları

Katılımcıların önemli bir kısmı, ANASİS ve Mergen gibi dijital sistemlerde insanla doğrudan iletişim kuramamanın iletişim kalitesini sınırladığını belirtmiştir. Yazılı mesajların duygu tonu taşımaması, anlatılmak istenen şeyin karşıya eksik geçmesi ve uzun yanıt bekleme süreleri öne çıkan sorunlardır.

- **Kodlar:** Duygu eksikliği, uzun yanıt bekleme, anlam kaybı, iletişim kopukluğu
- **Katılımcı Alıntısı:**"İnsanla birebir iletişim eksikliği hissettim çünkü bazen anlatmak istediğimiz ile anlatılmak istenen durumu sanal ortamda kavranabiliyor." (ÖE2)

Tema 2: Yüz Yüze İletişim Tercihi

Birçok öğrenci, dijital sistemleri pratik ve erişilebilir bulmasına rağmen, özellikle karmaşık sorunlarda veya hassas konularda yüz yüze iletişimi daha etkili bulduğunu ifade etmiştir.

- **Kodlar:** Yüz yüze daha etkili, doğrudan anlatım, geri bildirim hızı
- **Katılımcı Alıntısı:**"Yüz yüze görüşmek her zaman daha etkili oluyor." (ÖP2)

Bu durum, sosyo-teknik sistem kuramının vurguladığı "ortak optimizasyon" ilkesini hatırlatmakta; teknik verimliliğin, yeterli sosyal etkileşim tasarlanmadan sürdürülebilir olmayacağını göstermektedir.

3.2.6. Genel Öğrenci Deneyimi: Olumlu–Sınırlayıcı Dönüşümler

Katılımcıların büyük bölümü, sistemlerin teknik altyapılarının iyileştirilmesi ve kullanıcı deneyiminin artırılması yönünde somut önerilerde bulunmuştur. En çok yinelenen talepler arasında bildirim sistemi eklenmesi, arayüz sadeleştirmesi, şifreleme süreçlerinin kolaylaştırılması ve mobil uyumluluğun artırılması yer almıştır. Ayrıca bazı katılımcılar, sistemin yalnızca teknik değil, akademik rehberlik işlevi de üstlenmesini önermiş; özellikle ekle-sil haftası gibi kritik dönemlerde yönlendirici modüller talep etmişlerdir.

- **Kodlar:** Bildirim desteği, şifre sıklığının azaltılması, arayüz sadeleştirmesi, mobil uyumluluk
- **Katılımcı Alıntısı:**"Bildirim özelliği gelmeli, sistem altyapısı geliştirilmeli." (ÖB1)

Bununla birlikte, öğrencilerin bir kısmı dijital etkileşimin "mekanik" doğasının rehberlik sürecini zayıflattığını belirtmiştir. Bildirim eksikliği, geri bildirim döngüsünün zayıflığı ve sınırlı insan etkileşimi, kullanıcıların sistemi pasif bir araç olarak deneyimlemesine neden olmakta; bu durum, Morrison ve Milliken'in (2000) tanımladığı **örgütsel sessizlik** kavramıyla örtüşmektedir. Öğrencilerin dijital danışmanlık süreçlerinde seslerini duyuramaması, yalnızca teknik değil, aynı zamanda psikososyal bir dışlanma hissine de yol açmaktadır.

Bulgular aynı zamanda, dijital platformların yalnızca teknik değil, stratejik yönetim açısından da değer yaratan araçlar olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrenci deneyimi, kurumların stratejik değer üretim süreçlerinin bir parçası olarak değerlendirilmekte; memnuniyet, aidiyet ve motivasyon gibi çıktılar, örgütsel bağlılık (Meyer ve Allen, 1991) ve psikolojik sözleşme algısı (Rousseau, 1995) ile doğrudan ilişkilendirilmektedir. Öğrencilerin sistemlerden yeterli desteği alamaması, kuruma duydukları duygusal bağı ve öğrenme motivasyonlarını da olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu bağlamda, dijital ofis sistemlerinin **sosyo-teknik sistem kuramı** (Emery ve Trist, 1960) uyarınca hem teknik hem de sosyal gereksinimlere duyarlı biçimde tasarlanması gerekmektedir. Aksi hâlde, teknik altyapı yeterli olsa bile kullanıcı deneyimi tatmin edici olmayabilir. Stratejik yönetim literatürü açısından da bu tür dijital sistemler yalnızca operasyonel değil, aynı zamanda öğrenci-öğretim elemanı etkileşimini dönüştüren ve örgütsel öğrenme süreçlerine katkı sağlayan stratejik yatırımlar olarak değerlendirilmektedir (Porter, 1985; Teece, 2007).

Sonuç olarak, dijital danışmanlık ve sanal ofis sistemleri yalnızca bilgi aktarımı sağlayan araçlar değil; aynı zamanda pedagojik, psikolojik ve yönetsel etkileşimleri yeniden yapılandıran bütüncül platformlardır. Bu nedenle, söz konusu sistemlerin teknik altyapı kadar duygusal ve sosyal yönlerini de kapsayan bir iyileştirme döngüsüyle sürekli olarak gözden geçirilmesi gerekmektedir.

3.3. Temalar Arası Eğilimler ve Katılımcı Kümeleri

Yapılan tematik analiz sonucunda, katılımcıların dijital danışmanlık sistemleriyle (ANASİS ve Mergen) yaşadıkları deneyimlerin belirli örüntüler etrafında kümelendiği gözlemlenmiştir. Teknik işlevsellik, iletişimsel etkileşim ve pedagojik destek düzeyleri dikkate alınarak dört ana kullanıcı profili tanımlanmıştır. Bu gruplandırma, hem sistemlerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesine hem de öğrenci ihtiyaçlarının çeşitliliğine ışık tutmaktadır. Aşağıda her bir kullanıcı kümesine ilişkin bulgular detaylandırılmıştır.

Grup A – Teknik Olarak Memnun, İletişimsel Olarak Sınırlılık Yaşayanlar

Teknik yeterlilikleri olumlu bulan ancak birebir iletişim eksikliğini vurgulayan kullanıcılar.

Bu gruptaki katılımcılar, ANASİS ve Mergen sistemlerini genel olarak teknik açıdan kullanışlı bulmakta; notlara, ders materyallerine ve sınavlara kolay erişim sağlamaktadır. Ancak danışmanlık sürecinde birebir iletişimin eksikliği, bildirim gelmemesi ve mesajlara geç ulaşma gibi nedenlerle iletişim açısından sınırlayıcı deneyimler yaşamaktadırlar.

- **Temel Kodlar:** Bildirim eksikliği, danışmanlıkta gecikme, teknik memnuniyet
- **Katılımcılar:** ÖE2, ÖP2, ÖB2, ÖA2, ÖT2

Grup B – Dijital Sistemlere Tam Uyumlu ve Olumlu Deneyimleyenler

Hem teknik hem de pedagojik boyutta uyum sağlayan, sistemi verimli kullanan katılımcılar.

Bu gruptakiler, hem teknik hem pedagojik boyutta sistemleri başarılı bulmakta; danışmanlardan hızlı yanıt almakta, sistemi erişilebilir ve pratik olarak değerlendirmektedir. Birebir iletişimin sınırlı olması onlar için temel bir sorun teşkil etmemektedir.

- **Temel Kodlar:** Kolay kullanım, hızlı geri dönüş, olumlu motivasyon etkisi
- **Katılımcılar:** ÖD1, ÖT1, ÖA1

Grup C – Sistemi Genel Olarak Sınırlayıcı Bulanlar

Hem teknik hem iletişimsel yönlerden memnuniyetsizlik bildiren, düşük kullanıcı tatmini yaşayan grup.

Bu katılımcılar, bildirimlerin zamanında ulaşmaması, sistemin mobil uyumundaki problemler, iletişimde yaşanan gecikmeler ve yüz yüze etkileşimin eksikliği gibi nedenlerle sistemi hem öğrenmeye hem de danışmanlık sürecine katkısı açısından yetersiz bulmaktadır.

- **Temel Kodlar:** Hata verme, iletişim kopukluğu, yönlendirme eksikliği
- **Katılımcılar:** ÖD2, ÖB1, ÖE1, ÖP1

Grup D – Kararsız ve Dengeli Gözlemciler

Olumlu ve sınırlayıcı yönleri bir arada değerlendiren, sistemin gelişime açık olduğunu vurgulayan kullanıcılar.

Bu gruptaki öğrenciler, sistemin bazı işlevlerini olumlu bulmakta ancak genel deneyim açısından kararsız ya da nötr bir tutum sergilemektedir. Hem avantajlara hem de sınırlamalara dikkat çeken bu katılımcılar, dijital danışmanlık sistemlerinin geliştirme potansiyeline işaret etmektedir.

- **Temel Kodlar:** Nötr etki, karışık geri bildirim, dengeleyici değerlendirme
- **Katılımcılar:** ÖB2 (karma), ÖA2, ÖE2, ÖP1

Bu dört kullanıcı profili, dijital danışmanlık sistemlerinin öğrenci deneyimleri üzerindeki çok katmanlı etkisini görünür kılmaktadır. Özellikle teknik memnuniyet ile iletişimsel etkileşim arasındaki dengesizlikler, sistemlerin yalnızca bilgiye erişim sağlamasının yeterli olmadığını, aynı zamanda pedagojik ve duygusal destek boyutlarının da eşit derecede önemli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda, sistemlerin geliştirilmesinde farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını gözeten, esnek ve bütüncül tasarımlar benimsenmesi önerilmektedir. Böylece dijital danışmanlık uygulamaları, yalnızca işlevsel değil; aynı zamanda etkileşimsel ve kapsayıcı bir öğrenme destek sistemi hâline gelebilir.

Not: Bazı katılımcılar birden fazla kümede yer almakta (örneğin ÖB2, ÖA2, ÖE2, ÖP1) olup, bu durum dijital sistem deneyimlerinin keskin sınırlarla ayrışmadığını; öğrenci tepkilerinin bağlamsal, çok katmanlı ve dönemsel olarak değişken olabileceğini göstermektedir. Bu çoklu aidiyet, nitel araştırmanın doğasına uygun biçimde karmaşık kullanıcı deneyimlerine dikkat çekmektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin ANASİS ve Mergen gibi dijital danışmanlık sistemlerine ilişkin deneyimlerini, fenomenolojik yaklaşıma dayalı nitel bir yöntemle incelemiştir. Bulgular, öğrencilerin dijital sistemleri teknik işlevsellik, iletişim etkinliği ve akademik destek boyutlarıyla değerlendirdiklerini göstermiştir. Aşağıda elde edilen bulgular, ilgili literatür ve kuramsal çerçeve bağlamında tartışılmaktadır.

• **Teknik İşlevsellik ve Kullanılabilirlik:** Öğrencilerin büyük bölümü, ANASİS ve Mergen sistemlerini erişim kolaylığı, zaman tasarrufu ve bilgi yönetimi açısından olumlu değerlendirmiştir. Bu bulgu, Davis'in (1989) Teknoloji Kabul Modeli'nde tanımlanan algılanan fayda ilkesini desteklemektedir. Bununla birlikte, bildirim eksikliği, mobil uyumluluk sorunları ve yoğunluk kaynaklı sistem hataları öğrencilerin kullanım deneyimini olumsuz etkileyen teknik sınırlılıklar arasında yer almıştır. Bildirim sistemlerinin eksikliği, öğrencilerin zaman yönetimi ve planlama süreçlerinde aksamalara neden olabilmektedir.

• İletişim Etkinliği ve Danışmanlık Süreci**:** Katılımcılar, dijital danışmanlık sistemlerinde duygusal etkileşimin eksikliğini ve birebir iletişim kuramamanın sorun yarattığını belirtmişlerdir. Özellikle mesajlara geç yanıt alınması ya da hiç yanıt alamama gibi sorunlar, sistemlerin danışmanlık işlevini sınırlayıcı hale getirmektedir. Bu bulgular, dijital sistemlerin etkili olabilmesi için sadece erişilebilir değil, aynı zamanda etkileşimli ve empatik tasarlanması gerektiğini vurgulayan yapılandırmacı öğrenme kuramı ile de uyumludur (Fosnot, 2005). Yazılı mesajların duygu yoksunluğu taşıması, öğrencilerin rehberlik sürecini mekanik ve uzak olarak algılamalarına yol açmaktadır.

• **Akademik Destek ve Öğrenme Alışkanlıkları:** Mergen sistemi üzerinden paylaşılan ders notları ve duyurular, öğrencilerin ders takibini kolaylaştırmış; sınavlara hazırlık sürecini desteklemiştir. Bu bulgu, öğrenme yönetim sistemlerinin öğrencilerin akademik motivasyonunu ve öğrenmeye katılımını destekleyici rolünü vurgulayan literatürle örtüşmektedir (Uçar, 2022). Bu çalışmalarda da öğrenci motivasyonunu desteklemenin sanal sistemlerin başarısını etkilediği ortaya konmuştur. Ancak, bazı katılımcılar sistemin öğrenme motivasyonu üzerinde sınırlı ya da nötr bir etki yarattığını belirtmiştir. Bu durum, dijital araçların pedagojik tasarımının, öğrencilerin bireysel öğrenme tarzlarına göre yapılandırılması gerektiğini göstermektedir. Sistemlerin işlevselliği kadar, öğrenmeye katkı sağlayacak yapısal entegrasyonu da önemlidir.

• **Program ve Sınıf Düzeyine Göre Farklılıklar:** Katılımcı profilleri incelendiğinde, programlara ve sınıf düzeylerine göre sistem deneyimlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Örneğin, Turizm ve Aşçılık programı öğrencileri daha pozitif değerlendirmelerde bulunurken; Büro Yönetimi programı öğrencileri iletişim eksikliklerini daha fazla vurgulamıştır. Benzer şekilde, birinci sınıf öğrencileri sistemleri daha işlevsel bulurken, ikinci sınıf öğrencileri daha eleştirel bir tutum sergilemiştir. Bu bulgu, kullanıcı deneyiminin bağlamsal olduğunu ve öğrencilerin sistemlerle kurduğu ilişkinin, eğitim sürecindeki deneyim düzeyine ve program türüne göre farklılık gösterebildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, dijital sistemlerin tasarımında öğrenci segmentasyonunun dikkate alınması gerektiği söylenebilir. Ayrıca, elde edilen tematik örüntüler doğrultusunda tanımlanan kullanıcı kümeleri, dijital danışmanlık sistemlerinin farklı öğrenci profilleri üzerinde nasıl farklı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Teknik yeterliliğe önem veren, ancak iletişim boyutunu zayıf bulan kullanıcılar ile sistemlere tam uyum gösteren öğrenciler arasındaki fark; sistem tasarımında tek tip bir kullanıcı varsayımının yetersiz olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, sistem geliştirme süreçlerinde yalnızca teknik işlevsellik değil; etkileşimsel, duygusal ve pedagojik destek bileşenlerinin farklı öğrenci kümelerinin ihtiyaçlarına göre yeniden yapılandırılması önem taşımaktadır. Bu yönüyle, çalışmada ortaya konan dört kullanıcı profili, dijital danışmanlık uygulamalarının kişiselleştirilmiş, kapsayıcı ve öğrenci merkezli yaklaşımlarla güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Bu çalışma, tek bir üniversitenin meslek yüksekokulu öğrencileriyle sınırlıdır ve genellenebilirlik sınırlı düzeydedir. Ayrıca, veriler öğrencilerin öznel deneyimlerine ve ifadelerine dayanmaktadır. Bu durum, araştırmanın yorumlayıcı derinliğini artırsa da, nesnel ölçütlerle desteklenmediği için bazı bulguların sınırlı bağlamda değerlendirilmesini gerektirir.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, nicel verilerle desteklenmiş karma yöntem yaklaşımları içermesi; farklı üniversitelerden geniş örneklemlerle tekrar edilmesi önerilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma bulguları doğrultusunda ulaşılan temel sonuçlar ve bunlara dayalı öneriler sistematik biçimde sunulmaktadır.

Bu araştırma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin ANASİS ve Mergen gibi dijital danışmanlık sistemlerine ilişkin deneyimlerini nitel bir yaklaşımla incelemiştir. Bulgular, öğrencilerin dijital sistemleri üç temel boyutta değerlendirdiğini ortaya koymuştur: teknik işlevsellik, iletişim etkinliği ve akademik destek.

Katılımcılar, özellikle sınav ve not takibi, materyallere erişim gibi alanlarda sistemleri zaman yönetimi ve erişim kolaylığı açısından işlevsel bulmuştur. Bununla birlikte, bildirim eksiklikleri, mobil uyumsuzluklar ve sistem hataları, deneyimin olumsuz yönleri arasında sıralanmıştır.

Danışmanlık sürecinde birebir iletişimin eksikliği, öğrenciler tarafından önemli bir sınırlılık olarak vurgulanmıştır. Yazılı mesajların gecikmeli ulaşması veya yanıtsız kalması, dijital danışmanlık deneyiminin etkililiğini azaltmıştır. Bu durum, dijital sistemlerde insan etkileşimini destekleyici çözümlere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Öğrenciler ayrıca sistemlerin akademik motivasyonlarını destekleyici yönlerini vurgulamış, ancak bu etkinin bireysel farklılıklara göre değişebileceğini belirtmiştir. Özellikle birinci sınıf öğrencileri sistemi daha olumlu değerlendirirken, ikinci sınıf öğrencilerinin daha eleştirel bir yaklaşım sergilemesi dikkat çekicidir. Ayrıca, program bazlı farklılıklar da gözlemlenmiş; örneğin, Turizm programı öğrencileri daha yüksek memnuniyet bildirirken, Büro Yönetimi öğrencileri iletişim aksaklıklarını daha fazla vurgulamıştır.

Araştırma, Teknoloji Kabul Modeli (TAM) ve yapılandırmacı öğrenme kuramı temelinde analiz edilmiş, öğrencilerin sistemlere ilişkin "algılanan fayda" ve "kullanım kolaylığı" düzeylerinin bu teknolojileri benimseme davranışlarını doğrudan etkilediği görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin deneyimlerinin bireysel, bağlamsal ve öznel farklılıklar taşıması, yapılandırmacı yaklaşımla da tutarlıdır.

Bunun yanı sıra, ANASİS ve Mergen gibi dijital sistemler yalnızca pedagojik değil, aynı zamanda ekonomik ve yönetsel açıdan da yükseköğretim kurumlarına önemli katkılar sunmaktadır. Bu sistemler sayesinde fiziksel danışmanlık ofislerine olan ihtiyaç azalmakta, belge trafiği dijital ortama taşınmakta ve kırtasiye giderleri büyük ölçüde düşmektedir. Özellikle çok sayıda öğrencinin kayıt, belge temini, sınav ve danışmanlık gibi işlemleri uzaktan ve eşzamanlı gerçekleştirebilmesi, insan kaynağı kullanımında verimliliği artırmakta; yönetimsel süreçlerde zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, mekândan bağımsız erişim olanağı sayesinde hem öğrencilere hem de idari personele esneklik sunulmakta, bu da öğrenci hizmetlerinin sürdürülebilirliğini güçlendirmektedir. Dijital ofis altyapısının bu yönleriyle değerlendirilmesi, sistemlerin sadece bireysel deneyim değil, kurumsal kapasite açısından da stratejik birer yatırım olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu araştırmada tanımlanan kullanıcı profilleri, sistemlerin tüm öğrenciler için aynı şekilde işlev görmediğini ortaya koymuştur. Teknik açıdan memnun olan ancak iletişim desteği yetersiz bulan öğrenciler ile sistemle tam uyum sağlayan öğrenciler arasındaki farklar, dijital danışmanlık sistemlerinde kişiselleştirilmiş tasarım ihtiyacını göstermektedir. Bu bulgular, yalnızca teknik yeterlilik değil; pedagojik, duygusal ve etkileşimsel destek bileşenlerinin de sistem başarısı için kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, dijital ofis altyapılarının sadece bireysel değil, kurumsal kapasite ve öğrenme eşitliği açısından da stratejik bir yatırım olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Araştırma bulgularından hareketle hem uygulayıcılara hem de gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur:

• **Teknik İyileştirmeler:** ANASİS ve Mergen sistemlerinin mobil uyumluluğu artırılmalı, cep telefonu ve tablet erişimi daha hızlı ve işlevsel hale getirilmelidir. Bildirim sistemleri güçlendirilmeli; sınav, ödev, danışman mesajları gibi kritik bilgiler için zamanlı ve kişisel uyarılar sunulmalıdır. Kullanıcı arayüzleri sadeleştirilmeli, öğrencilerin sistem içinde yönünü kolay bulması sağlanmalıdır.

• **İletişim ve Danışmanlık Boyutu:** Danışmanlarla görüntülü kısa görüşme, anlık mesajlaşma gibi seçeneklerle birebir iletişim desteklenmelidir. Danışmanların dijital sistemleri etkin kullanmaları için hizmet içi eğitim sağlanmalı, dijital danışmanlık için standartlar geliştirilmelidir.

• **Entegrasyon ve Veri Tabanlı Gelişim:** ANASİS ve Mergen gibi sistemler entegre bir yapıya kavuşturulmalı; öğrenci, kayıt süreci ile ders içeriği ve danışman etkileşimine aynı platformdan erişebilmelidir. Öğrencilerin öneri ve şikâyetlerini kolayca iletebilecekleri geri bildirim panelleri oluşturulmalı ve bu veriler sistematik olarak analiz edilmelidir.

• **Kapsayıcılık ve Öğrenci Segmentasyonu:** Dijital danışmanlık sistemlerinin farklı kullanıcı profilleri (örneğin teknik uyumlu ama iletişimde sorun yaşayanlar, sistemi genel olarak sınırlayıcı bulanlar) dikkate alınarak yeniden yapılandırılması önerilmektedir. Öğrenci segmentasyonu yapılarak, sistem tasarımı ve destek mekanizmaları bu profillere uygun esneklikle geliştirilmeli; iletişim, bildirim ve rehberlik hizmetleri farklı ihtiyaç düzeylerine göre çeşitlendirilmelidir. Sistemde "kendi öğrenme stiline uygun yardım al" veya "kişiselleştirilmiş danışmanlık" gibi tercihler sunan arayüz seçenekleri eklenerek kullanıcı deneyimi artırılabilir.

• **Geniş Örneklem ve Karşılaştırmalı Çalışmalar:** Farklı üniversite ve programlara yayılmış karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak genel eğilimler tespit edilmelidir. Özellikle meslek yüksekokulları ile lisans düzeyinde dijital sistem deneyimleri karşılaştırılabilir.

• **Karma Yöntem Araştırmaları:** Bu alanda yapılacak araştırmalarda nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma desenler tercih edilmeli; sistem kullanım verileri, başarı notları, memnuniyet anketleri ve derinlemesine görüşmeler bir arada değerlendirilmelidir.

• **Etki Analizi ve Öğrenci Takibi:** Uzun vadeli takip çalışmaları yapılarak dijital sistemlerin öğrenci başarısına, katılımına ve mezuniyet sürecine etkileri değerlendirilebilir. Sistem kullanımı ile öğrencilerin risk düzeyleri, akademik durumu ve destek ihtiyaçları arasında ilişki kurulabilir.

• **Dijital Ofis Sistemlerinin Stratejik Katkısı:** Sanal ofis ve sanal asistan sistemlerinin fiziksel ofis maliyetlerini azaltma, iş yükünü hafifletme ve insan kaynağı kullanımını optimize etme gibi ekonomik faydaları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sistemler, özellikle çalışan öğrenciler ve erişimi kısıtlı bölgelerde yaşayanlar için dijital kapsayıcılığı artırmakta; mekân ve zaman bağımsızlığı ile eğitimde eşitlik ilkesine katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Açıkel, S., & Ay, Y. (2023). Dijital çağda MYO'larda yapay zekâ tabanlı danışmanlık sistemlerinin adaptasyonu. *Meslekî Eğitimde Yenilikler Dergisi*, 2(1), 25–38.

Arslan, M. (2020). *Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları*. Pegem Akademi.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). *Using thematic analysis in psychology*. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bryson, J. M. (2018). *Strategic planning for public and nonprofit organizations: A guide to strengthening and sustaining organizational achievement* (5th ed.). Jossey-Bass.

Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

ClueLabs. (2023). *Virtual instructors and AI in e-learning environments*. https://cluelabs.com/resources

Creswell, J. W. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.

Devrani, T. (2021). Dijital dönüşüm sürecinde yükseköğretimde öğrenci destek hizmetleri. *Yükseköğretim ve Dijitalleşme Dergisi*, 2(2), 45–59.

Düzce Üniversitesi. (2023). *Dijitalleşme ve MYO dönüşümü raporu*. https://duzce.edu.tr/rapor.pdf

Emery, F., & Trist, E. (1960). Socio-technical systems. In C. W. Churchman & M. Verhulst (Eds.), *Management science: Models and techniques* (pp. 83–97). Pergamon.

Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating rigor using thematic analysis: A hybrid approach of inductive and deductive coding and theme development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80–92.

Fosnot, C. T. (2005). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed.). Teachers College Press.

Hochschild, A. R. (1983). *The managed heart: Commercialization of human feeling*. University of California Press.

İncemen, Y., & Öztürk, M. (2024). Farklı eğitim alanlarında yapay zekâ: Uygulama örnekleri. *Yapay Zekâ ve Eğitim Dergisi*, 3(1), 14–29.

İstanbul Sağlık ve Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu. (2021). *Öğrenci memnuniyet analizi*. https://issbmyo.edu.tr/rapor.pdf

Karagöz, Y., & Sevim, S. (2021). Dijitalleşen danışmanlık süreçleri: Öğrenci bilgi sistemleri üzerine bir inceleme. *Bilgi Yönetimi Dergisi*, 10(1), 63–78.

Katz, D., & Kahn, R. L. (1978). *The social psychology of organizations* (2nd ed.). Wiley.

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi. (2020). *MYO öğrenci memnuniyet sonuçları 2020*. https://ksbu.edu.tr/rapor.pdf

McFarland, L. (2025). *Re-thinking virtual advising: Personalisation at scale*. Pearson Education.

Meyer, J. P., & Allen, N. J. (1997). *Commitment in the workplace: Theory, research, and application*. Sage Publications.

Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (2005). *Strategy safari: A guided tour through the wilds of strategic management* (2nd ed.). Free Press.

Morrison, E. W., & Milliken, F. J. (2000). Organizational silence: A barrier to change and development in a pluralistic world. *Academy of Management Review*, 25(4), 706–725.

Munzur Üniversitesi. (2023, Haziran 10). MUbot: Üniversite içi yapay zekâ destekli sanal asistan. Erişim: 28 Haziran 2025, https://munzur.edu.tr/mubot

Organ, D. W. (1997). Organizational citizenship behavior: It's not technical; it is emotional and moral. *Journal of Management*, 23(3), 349–372.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi. (2022). *MYO öğrenci devam ve başarı analizi 2022*. https://osmaniye.edu.tr/analiz.pdf

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage.

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2022). *Organizational behavior* (19th ed.). Pearson.

Rousseau, D. M. (1995). *Psychological contracts in organizations: Understanding written and unwritten agreements*. Sage.

Salar, H., Özçınar, Z., Kara, K., Vatansever, M., Kısaç, M., & Kutluhan, E. (2023). COVID-19 sonrası MYO'larda dijitalleşme eğilimleri. *Meslek Yüksekokulları Dergisi*, 9(2), 41–60.

Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday.

Spector, P. E. (1997). *Job satisfaction: Application, assessment, causes, and consequences*. Sage.

Taşlıbeyaz, E. (2021). Üniversitelerde sanal ofis uygulamalarının benimsenmesi. *E-Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 87–103.

Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350.

Trist, E., & Emery, F. (1973). *Towards a social ecology: Contextual appreciation of the future in the present*. Pluto Press.

Türel, A., Şahin, S., & Çetin, Z. (2023). Yükseköğretimde dijital danışmanlık eğilimleri. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 1–20.

Uçar, S. (2022). Öğrenme yönetim sistemlerinin öğrenci motivasyonuna etkisi. *Açık ve Uzaktan Eğitim Dergisi*, 8(1), 29–45.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. bs.). Seçkin.

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2021). *Meslek yüksekokullarında dönüşüm raporu*. https://yok.gov.tr/rapor.pdf

Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.

https://doi.org/10.71284/asc.2025229

AGEING AND INCOME INEQUALITY

Gülsüm Akarsu[1]

Abstract

Income inequality has been an important concern for many countries. The countries has developed many policies in order to ensure a reduction in income inequality through various policies, such as taxation and government spending. However, there are various issues which are not under the direct control of many countries, for example, ageing. This study analyzes the effects of ageing on income inequality controlling for various other factors, using panel data on 100 countries over 2010-2019 and using panel data techniques. Results show that as the old dependency ratio increases, income inequality also increases. In addition, inflation, agricultural employment, and trade openness affects income equality, adversely. However, investments, industrial employment and up to a certain level economic growth contribute to inequality reduction. Therefore, government policies should focus on the improvement of the aging population's living standards for inclusive growth and fair income distribution.

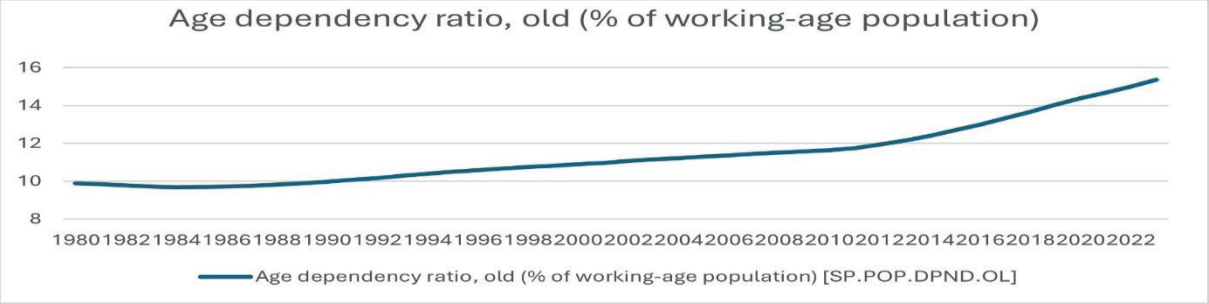
Keywords: Ageing, income inequality, panel data analysis.

[1]Corresponding Author, Associate Prof. Dr., Ondokuz Mayıs University, gulsum.akarsu@omu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4877-1969.

INTRODUCTION

Population ageing and income inequality have been important issues for many countries. Population aging is expected to change sociodemographic structure, affect economic growth, social security and health care systems, investment, saving and income distribution as discussed by Lin and Yang (2025).

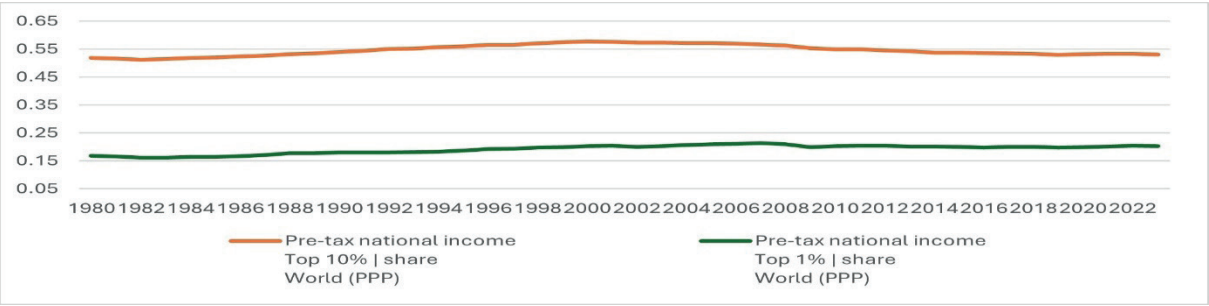
Figure 1. Old Age Dependency Ratio



Source: Author's elaboration based on data obtained from The World Bank.

Figure 1 shows that increase in old age dependency ratio has accelerated since 2010s. In Figure 2, one can observe that income share of top 1% income group has increased throughout years from 0.17 to 0.20. Income share of top 10% income group can be shown to be between 0.52 and 0.58. Figure 3 illustrates that income share of bottom 50% income group is low but increase from 0.06 to 0.08 over 1980-2023. Therefore, income share of low-income group has stayed at low levels, while high income groups' income shares have been higher.

Figure 2. Income Shares of Top 1% and Top 10% Income Groups



Source: Author's elaboration based on data obtained from wid.world.

Figure 3. Income Shares of Bottom 50% Income Group

Source: Author's elaboration based on data obtained from wid.world.

As older population increases, inequality may increase as the household income of retired older workers decline (Hwang, Choe, & Choi, 2021). In aging populations, labor force declines and economic growth decreases, therefore, due to reductions in income, instable earnings, decline in savings, consumption and investments, and increased vulnerability, income inequality may increase (Md Jamil, Law, Khair-Afham, & Trinugroho, 2024). For example, in China, according to Zhan, Ma, and Li (2021), population aging may increase income inequality because of low replacement rate of pension benefits to labor income, huge pension benefit differences among jobs, and urban-rural based differences in social security level. Therefore, this study aims to analyze the impact population aging on income inequality employing a panel data model and panel data covering 100 countries between 2010 and 2019.

As highlighted by Zhan, Ma, and Li (2021), starting with Paglin (1975), many studies have shown the importance of demographic factors' (specifically, population aging's) impact on income inequality, such as Deaton and Paxson (1994, 1995, 1997), Kang (2009), Morley (1981), Ohtake and Saito (1998), and Qu and Zhao (2008). However, Md Jamil et al. (2024) and Shaik, Goh, Wong, and Law (2024) discussed that some studies found little or statistically insignificant effect of population aging on income disparity, for example, Jenkins (1995), Jäntti, (1997), Acemoglu and Restrepo (2017), Andriopoulou et al. (2017), Chong and Ka (2019), Huang, Lin, and Lee (2019), and Mamun, Rahman, and Khanam (2020). The aim of this study is to contribute to the literature by considering large number of heterogenous countries and using recent data. The organization of the study is as follows. After this brief introduction, recent literature is reviewed in the second section. Section 3 discusses methodological issues and gives information on data used. In section 4, findings are presented. Lastly, study concludes with policy recommendations.

1. LITERATURE REVIEW

Table 1 shows the recent studies related to the relationship between income inequality and population aging. These studies found that population aging increases income inequality in different countries over various time periods. However, in the literature, mixed findings were shown due to country-based differences, different periods, and analysis techniques (Shaik et al., 2024). For a detailed literature review, one can refer to Shaik et al. (2024).

Table 1. Recent Literature

Author	Country	Period	Method	Findings
Hwang et al. (2021)	South Korea	2017	Recentered influence function regression method	Ageing decreases household income and increases income inequality. However, financial asset ownership may reverse the effect of ageing on income inequality.
Zhan et al. (2021)	China	2007–2013	Decomposition model, Shapley method	Migration affects income inequality much more than ageing. Natural aging increases income inequality.
Kim and Kim (2024)	South Korea	1998-2019	Recentered influence function decomposition method	Population aging was found to be the main factor increasing the bottom income inequality.
Md Jamil et al. (2024)	73 developing countries	2004-2019	Generalized method of moments, panel quantile regression	Interaction of financial inclusion and population aging affects income inequality, statistically significantly. At low quantile levels, financial inclusion and population aging are found to be important factors for income inequality reduction.
Shaik et al. (2024)′C	9 Asia-Pacific countries (Australia, New Zealand, Japan, South Korea, Hong Kong, China, Indonesia, Singapore, and Thailand)	Different for each country between 1965 and 2019	Augmented autoregressive distributed lag model	The evidence of cointegration between aging and income inequality in aged and super-aged countries. There is not any long run relationship in graying countries. Mixed evidence was shown for the effect of population aging on inequality for different countries.
Lin and Yang (2025)	31 Chinese provinces, regions, and cities	2010–2022	2-stage least squares, Threshold regression model	Population aging and innovation increase income inequality.

Source: Author's elaboration.

2. METHOD

This study employs panel data methods to analyze the effect of population aging on income inequality using panel data on 100 countries over 2010-2019.

2.1. Research Purpose and Significance

The purpose of the research is to analyze the population aging's impact on income inequality. As both population aging and income inequality have been important issues all over the world, the analysis of relationship among them will provide important insights and policy recommendations.

2.2. Data

This study uses a panel data between 2010 and 2019 including 100 countries (Albania, Armenia, Australia,

Austria, Bangladesh, Belarus, Belgium, Benin, Bhutan, Bolivia, Brazil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Canada, Central African Republic, Chad, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Croatia, Cyprus, Czechia, Denmark, Dominican Republic, Ecuador, Egypt Arab Rep., El Salvador, Estonia, Fiji, Finland, France, Gambia The, Georgia, Germany, Greece, Guinea-Bissau, Honduras, Hong Kong SAR China, Hungary, Iceland, India, Indonesia, Iran Islamic Rep., Ireland, Israel, Italy, Jamaica, Japan, Kazakhstan, Kenya, Korea Rep., Kyrgyz Republic, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malaysia, Mali, Malta, Mauritania, Mexico, Moldova, Mongolia, Montenegro, Morocco, Netherlands, New Zealand, North Macedonia, Norway, Panama, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, Senegal, Serbia, Singapore, Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Syrian Arab Republic, Thailand, Togo, Tonga, Tunisia, Turkiye, Uganda, Ukraine, United Kingdom, United States, Vanuatu, Viet Nam, Zambia, Zimbabwe). All data shown in Table 2 are taken from The World Bank, World Development Indicators database. In addition, data related to income inequality (gini index estimate in equivalized disposable income of household) are obtained from Solt (2020) SWIID version 12.0.

Table 2. Information on Data

Data Code	Data Name
FP.CPI.TOTL.ZG	Annual Inflation (consumer prices based, percentage)
NE.GDI.FTOT.ZS	Gross fixed capital formation (percentage of GDP)
NE.TRD.GNFS.ZS	Trade openness
NY.GDP.PCAP.KD	Per capita real GDP in constant 2015 US$
SP.POP.DPND.OL	Old age dependency ratio (percentage of working-age population)
IT.CEL.SETS.P2	Per 100 people Mobile cellular subscriptions
SL.SRV.EMPL.ZS	Employment ratio in services
SL.IND.EMPL.ZS	Employment ratio in industry
SL.AGR.EMPL.ZS	Employment ratio in agriculture

Source: Author's elaboration.

2.3. Research Method

This study estimate a panel data models given in equations (1), (2), (3), (4), (5), and (6) using panel data techniques considering autocorrelation, heteroscedasticity and cross-sectional dependency in panel series. Models explain inequality (inequality) as a function of inflation (inflation), investment (investment), trade openness (trade), per capita real GDP (gdppc), square of per capita real GDP ($gdppc^2$), old dependency ratio (olddep), mobile phone usage (mobile), service sector employment (service), industrial employment (industry), and agricultural employment (agriculture). Due to Kuznets Curve hypothesis, one may expect positive effect of real per capita GDP, and negative effect of $gdppc^2$. A priori, one may also expect undesirable effect of inflation and agricultural employment as inflation causes price distortions and decline in purchasing power of relatively poor, whereas wages in agriculture sector may be lower compared to other sectors. Therefore, increase in inflation and agricultural employment may cause increase in inequality. However, based on Phillips curve, i.e., inverse relationship between unemployment and inflation, inequality may decline as a result of inflation (Shaik et al., 2024). Investment and ICT usage may decrease inequality due to their positive inclusive growth effects. Trade openness may increase or decrease inequality based on economic developmental level, its effect on wages, skill levels of workers, technology transfer, and sectoral composition of trade. Life cycle theory suggests that consumption and saving behavior of individuals change over their lifetime and this may affect income distribution (Lin & Yang, 2025). According to life cycle hypothesis, income inequality increases in aging populations, but continuous wealth accumulation theory suggests the opposite (Shaik et al., 2024). Old dependency ratio may increase income inequality as retired

people's wages are mostly lower than working population's wages if they do not have any inheritance or extra savings and private pension insurance providing higher returns due to financial development. The wages in industrial sector are expected to be higher which may lower inequality and in the service, the qualified jobs may provide higher salaries which can contribute to inequality reduction.

3. FINDINGS

Results are shown in Table 3. Findings indicate adverse effects of increases in old dependency ratio, inflation, agricultural employment, and trade openness. On the other hand, inequality may decline as a result of increases in investments, industrial employment and per capita real GDP up to a certain level. Previous studies also found that inequality increase as a result of population aging, for example Hwang et al. (2021), Zhan et al. (2021), Kim and Kim (2024), Md Jamil et al. (2024), Shaik et al. (2024), and Lin and Yang (2025) for South Korea, China, South Korea, developing countries, Asia-Pacific countries, and China, respectively.

Table 3. Estimation Results

Variable	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
inflation	0.0039***	0.0043***	0.0039***	0.0043***	0.0043***	0.0043***
	(3.52)	(4.18)	(3.79)	(4.16)	(4.16)	(4.16)
investment	-0.0174***	-0.0120***	-0.0147***	-0.0118***	-0.0118***	-0.0118***
	(-4.22)	(-3.11)	(-3.84)	(-3.09)	(-3.09)	(-3.09)
trade	0.0070***	0.0071***	0.0073***	0.0072***	0.0072***	0.0072***
	(3.89)	(3.98)	(4.03)	(4.03)	(4.03)	(4.03)
gdppc	-0.0001***	-0.00007***	-0.00001***	-0.00007***	-0.00007***	-0.00007***
	(-4.08)	(-3.79)	(-3.99)	(-3.73)	(-3.73)	(-3.73)
gdppc²	1.2×10^{-9}***	7.97×10^{-10}***	1.02×10^{-9}***	7.9×10^{-10}***	7.9×10^{-10}***	7.9×10^{-10}***
	(6.37)	(7.04)	(6.3)	(6.85)	(6.85)	(6.85)
olddep	0.1303***	0.0962***	0.1058***	0.0923***	0.0923***	0.0923***
	(6.23)	(4.62)	(4.79	(4.51)	(4.51)	(4.51)
mobile	-0.0072***	-0.0066***	-0.0070***	-0.0066***	-0.0066***	-0.0066***
	(-9.94)	(-9.66)	(-10.22)	(-9.61)	(-9.61)	(-9.61)
service	-0.0069			0.0830***	-0.01370*	
	(-1.01)			(4.07)		(-1.9)
industry		-0.0950***		-0.0830***	-0.0967***	
		(-5.03)			(-4.07)	(-5.34)
agriculture		0.04250***	0.0967***	0.01370*		
			(5.84)	(5.34)	(1.9)	
constant	36.7762***	38.2145***	35.5119***	29.4080***	37.7071***	39.0766***
	(44.41)	(40.2)	(70.87)	(26.59)	(38.1)	(38.17)
N	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Log Likelihood	-1035.56	-1027.17	-1031.38	-1026.85	-1026.85	-1026.85
AIC	2105.124	2088.331	2096.76	2089.708	2089.708	2089.708
BIC	2188.556	2171.763	2180.192	2178.047	2178.047	2178.047

*, **, *** indicate p<0.1, p<0.05, p<0.01, respectively. t values are given in parenthesis.

Source: Author's elaboration.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This study examines the impact of population aging on income inequality for a heterogenous group of 100 countries between 2010 and 2019 employing panel data techniques. Findings indicate positive effect of old dependency ratio on income inequality. Moreover, inflation, agricultural employment, and trade openness increase income equality. On the other hand, investments, industrial employment and economic growth up to a certain level decrease inequality. Thus, countries should develop and implement policies to improve the living standards of the aging population which also ensure economic development, fair income distribution and inclusive growth. Pension systems should be carefully designed to ensure well-being of older population, cover all of the population and decrease income inequality. Until the development of mature pension system, Kim and Kim (2024) recommend temporary provision of basic income to elderly who cannot receive pension. Moreover, income support programs and basic living provisions for older population may contribute to income inequality reduction (Hwang et al., 2021). There are also other suggestions in the literature for inequality reduction, such as progressive tax rates, social transfers, minimum wage revisions, and government support for upskilling of older workers through life-long learning (Shaik et al., 2024

REFERENCES

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. *American Economic Review, 107*(5), 174-179. doi:10.1257/aer.p20171101

Andriopoulou, E., Karakitsios, A., & Tsakloglou, P. (2018). Inequality and Poverty in Greece: Changes in Times of Crisis. In D. Katsikas, D. A. Sotiropoulos, & M. Zafiropoulou (Eds.), *Socioeconomic Fragmentation and Exclusion in Greece under the Crisis* (pp. 23-54). Cham: Springer International Publishing.

Chong, T.T.L., Ka, Y.T., 2019. Forecasting income inequality with demographic projections. MPRA Paper No. 99160. University Library of Munich, Germany.

Deaton, A., & Paxson, C. (1994). Intertemporal Choice and Inequality. *Journal of Political Economy, 102*(3), 437-467. doi:10.1086/261941

Deaton, A., & Paxson, C. H. (1995). Savings, inequality and ageing: An East Asian perspective. *Asia-Pacific Economic Review, 1*(1), 7–19.

Deaton, A. S., & Paxson, C. H. (1997). The Effects of Economic and Population Growth on National Saving and Inequality. *Demography, 34*(1), 97-114. doi:10.2307/2061662

Huang, W.-H., Lin, Y.-J., & Lee, H.-F. (2019). Impact of Population and Workforce Aging on Economic Growth: Case Study of Taiwan. *Sustainability*, *11*(22), 6301. doi:10.3390/su11226301

Hwang, S., Choe, C., & Choi, K. (2021). Population ageing and income inequality. *The Journal of the Economics of Ageing, 20*. doi:10.1016/j.jeoa.2021.100345

Jäntti, M. (1997). Inequality in Five Countries in the 1980s: The Role of Demographic Shifts, Markets and Government Policies. *Economica, 64*(255), 415-440. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2554834

Jenkins, S. P. (1995). Accounting for Inequality Trends: Decomposition Analyses for the UK, 1971- 86. *Economica, 62*(245), 29-63. doi:10.2307/2554775

Kang, S. J. (2009). Aging and inequality of income and consumption in Korea. *Journal of International Economic Studies, 23*, 59–72.

Kim, C., & Kim, A. T. (2024). Aging and the rise in bottom income inequality in Korea. *Research in Social Stratification and Mobility, 89*, 100882. doi:10.1016/j.rssm.2023.100882

Lin, Y., & Yang, W. (2025). Aging population, technological innovation, and income disparity among residents. *Finance Research Letters, 80*. doi:10.1016/j.frl.2025.107290

Mamun, S. A. K., Rahman, M. M., & Khanam, R. (2020). The relation between an ageing population and economic growth in Bangladesh: Evidence from an endogenous growth model. *Economic Analysis and Policy, 66*, 14-25. doi:10.1016/j.eap.2020.02.001

Md Jamil, A. R., Law, S. H., Khair-Afham, M. S., & Trinugroho, I. (2024). Financial inclusion and income inequality in developing countries: The role of aging populations. *Research in International Business and Finance, 67*. doi:10.1016/j.ribaf.2023.102110

Morley, S. A. (1981). The Effect of Changes in the Population on Several Measures of Income Distribution. *The American Economic Review, 71*(3), 285-294. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/1802779

Ohtake, F., & Saito, M. (1998). POPULATION AGING AND CONSUMPTION INEQUALITY IN JAPAN. *Review of Income and Wealth, 44*(3), 361-381. doi:10.1111/j.1475-4991.1998.tb00287.x

Paglin, M. (1975). The Measurement and Trend of Inequality: A Basic Revision. *The American Economic Review, 65*(4), 598-609. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/1806537

Qu, Z., & Zhao, Z. (2008). The effect of population aging on consumption and income inequality in rural China. *Economic Research Journal*, (12), 85–99 (In Chinese).

Shaik, M. R., Goh, S. K., Wong, K. N., & Law, C. H. (2024). Does population aging coexist with income inequality in the long run? Evidence from selected Asia-Pacific countries. *Economic Systems, 48*(1). doi:10.1016/j.ecosys.2023.101149

Solt, F. (2020). Measuring Income Inequality Across Countries and over Time: The Standardized World Income Inequality Database. *Social Science Quarterly, 101*(3), 1183-1199.

Zhan, P., Ma, X., & Li, S. (2021). Migration, population aging, and income inequality in China. *Journal of Asian Economics, 76*. doi:10.1016/j.asieco.2021.101351

https://doi.org/10.71284/asc.2025230

THE ROLE OF WORKING LIFE IN LIFE SATISFACTION: A LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS OF THE 2024 SURVEY

Zeynep Görgülü[1]
Hasan Bozgeyikli[2]

Abstract

Working adults spend a significant portion of their lives in their jobs. In this regard, working life plays an important role in adults' life satisfaction. This study aims to examine how working life variables are associated with levels of life satisfaction by using the comprehensive dataset of the 2024 Life Satisfaction Survey conducted by the Turkish Statistical Institute. Accordingly, data from 3466 participants (2315 men and 1151 women) constituted the sample. Independent variables included working in the public or private sector, job satisfaction, income satisfaction, work relationship satisfaction, as well as workplace issues such as administrative difficulties, wage disparities, low wage levels, working conditions difficulties, delayed wage payments, underpayment, and difficulties in taking leave. Age was added to the model as a control variable. Separate regression models were constructed for men and women. Binomial logistic regression analyses were conducted using the RStudio, and assumption checks were performed prior to the analysis. The analyses indicated that earnings satisfaction was one the predictor of life satisfaction, increasing the likelihood of high life satisfaction by 2.73 times for women and 2.84 times for men. Job satisfaction significantly increased life satisfaction among women (3.22 times), but not among men. In contrast, public sector employees had a lower likelihood of high life satisfaction compared to private sector employees—50% lower for women and 47% lower for men. Other variables did not significantly predict life satisfaction. Pseudo R^2 values ranged from 0.09 to 0.15 for women and men

Keywords: Life satisfaction, working life, life satisfaction survey, job satisfaction, income satisfaction

[1]Corresponding Author, Research Assistant, Selçuk University, zeynep.gorgulu@selcuk.edu.tr, and https://orcid.org/0000-0002-1122-5526

[2]Prof. Dr., Selçuk University, hbozgeyikli@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6762-1990

INTRODUCTION

One of the key developmental tasks of adulthood is to sustain productivity. Since work constitutes a major part of adult life, individuals' feelings and thoughts about their work can significantly shape their overall life satisfaction (Erdoğan et al., 2012). One of the earliest models in this field was proposed by Campbell et al. (1976). According to this model, an individual's overall life satisfaction arises from the sum of satisfaction experienced across various life domains, such as family and work. However, life satisfaction is not merely the sum of its parts; it represents a broader and more integrated evaluation of one's life as a whole (Erdoğan et al., 2012). The presence of distinct life domains also suggests that they may influence one another and collectively shape overall life satisfaction. Accordingly, working life, as a central domain in adulthood, can be expected to either enhance or diminish an individual's overall satisfaction with life. Research has also revealed a relationship between work-related factors and overall life satisfaction—for instance, between job satisfaction and life satisfaction (e.g., Alabod & Eriş-Develi, 2025; Çakmak & Emirhan, 2024; Güzel & Görmüş, 2023; Williamson, & Geldenhuys, 2014).

In this regard, the Life Satisfaction Survey conducted annually by the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) includes items addressing individuals' experiences and perceptions related to their work life (Turkish Statistical Institute [TURKSTAT], 2024). This study, which utilizes a comprehensive dataset, aims to contribute to the literature by examining how life satisfaction varies according to work-related variables. Specifically, it seeks to understand how factors such as employment sector, job satisfaction, earning satisfaction, workplace relationships satisfaction, and the experience of work-related problems influence overall life satisfaction. In this way, the study hopes to provide a more holistic perspective by addressing not only satisfaction levels but also sectoral differences and challenges within working life.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1. Life Satisfaction

Life satisfaction can be defined as an individual's subjective, holistic, and cognitive evaluation of their overall pleasure with life (Diener, 1984; López-Gómez et al., 2020; Veenhoven, 2015). Campbell et al. (1976) describe it as an individual's feelings of satisfaction and attitudes toward various life domains—such as work, family, and friends—incorporating emotional aspects as well. The common feature of these definitions is that life satisfaction reflects an individual's subjective appraisal of their life as a whole. In this sense, life satisfaction is determined by the degree to which individuals are content with their current life circumstances (Veenhoven, 2015). Assessing and studying life satisfaction, considered a key indicator of well-being, is essential for both researchers and policymakers, as it provides insight into the overall state of society (López-Gómez et al., 2020). In Türkiye, the Life Satisfaction Survey has been conducted annually since 2003 to evaluate the population's general and domain-specific satisfaction levels and to monitor changes over time (TURKSTAT, 2024).

There are several approaches to measuring life satisfaction. These include using scales, employing single-item measures, or aggregating satisfaction scores across different life domains. In large-scale surveys, respondents are often asked a single question assessing how happy or satisfied they feel with their lives overall (Veenhoven, 2015). Similarly, the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) measures life satisfaction through a single-item question (TURKSTAT, 2024). However, the survey also includes separate questions addressing satisfaction in specific domains, such as marriage, income, housing, and interpersonal relationships. Summing the scores from these domain-specific items represents another potential approach to assessing overall life satisfaction. However, measuring life satisfaction as the sum of different domains may present certain conceptual limitations. According to Erdoğan et al. (2018), life satisfaction represents more than the simple aggregation of satisfaction across specific life domains. Consistent with this view, the present study employs the single-item measure included in the Life Satisfaction Survey conducted by the TURKSTAT, rather than summing domain-specific items. Moreover, when a single-item measure is used, it

is recommended that it be placed at the beginning of the questionnaire—prior to questions about satisfaction in other domains—to avoid potential bias (Erdoğan et al., 2018). In line with this recommendation, the TURKSTAT survey positions the general life satisfaction question at the very beginning.

Based on TURKSTAT data, numerous studies examining the variables associated with life satisfaction extend beyond merely describing the current situation, allowing for broader inferences to be drawn (e.g., Alabod & Eriş-Develi, 2025; Çebi Karaaslan et al., 2021). For instance, one study found that satisfaction in domains such as housing, social life, and health—as well as certain demographic characteristics—increased the likelihood of higher life satisfaction (Ulutürk-Akman, 2021). Another study revealed that factors related to education and social life were significant predictors of life satisfaction (Acar, 2019). These findings suggest that, although life satisfaction represents a holistic evaluation, satisfaction across different life domains can make important contributions to it. However, existing studies have examined work-life variables to a limited extent. In this context, the present study focuses on the relationship between the work-life domain and overall life satisfaction.

1.2. Working Life and Life Satisfaction

The TURKSTAT dataset includes variables related to working life, such as employment sector, job satisfaction, earnings satisfaction, work relationships satisfaction, and problems related to administration, wages, working conditions, and taking leave. These variables have been shown in the literature to be associated, in various ways, with life satisfaction. Regarding the employment sector, the findings were mixed. Some studies found no significant relationship (e.g., Uğur, 2024), while others reported a positive association between working in the public sector and positive emotions (e.g., Davidson et al., 2021; Qu & Robichau, 2023). A smaller number of studies, however, found a significant association in favor of the private sector (e.g., Alabod & Eriş-Develi, 2025). Many studies have revealed a positive relationship between job satisfaction and life satisfaction (Alabod & Eriş-Develi, 2025; Çakmak & Emirhan, 2024; Güzel & Görmüş, 2023). In particular, a meta-analytic study demonstrated that job satisfaction were positively related to life satisfaction and other positive emotions (Bowling et al., 2010). Nevertheless, when other satisfaction domains were included, the relationship between job satisfaction and life satisfaction sometimes became nonsignificant (e.g., Acar, 2019). The effect of working life on overall life satisfaction may be overshadowed by other life domains. Although this is a separate issue, it may also obscure which specific aspects of working life predict life satisfaction. Therefore, focusing solely on variables related to working life may provide a clearer understanding of their relationship with life satisfaction.

Similar to job satisfaction, studies have also shown that pay or earnings satisfaction served as a predictor of life satisfaction (e.g., Cheung & Lucas, 2015; Seçkin & Çoban, 2017; Stander et al., 2019). Although work relationships satisfaction was associated with job satisfaction (e.g., Poljašević et al., 2021), no study was found to specifically examined its relationship with life satisfaction. Finally, problems in working life—such as stress, working hours, and working conditions—have been shown to relate to both job and life satisfaction in a comprehensive review (Erdogan et al., 2012). In conclusion, the questions asked by TURKSTAT regarding working life correspond to variables that have been linked in the literature to life satisfaction, indicating that these factors may serve as meaningful predictors for understanding individuals' overall life satisfaction.

On the other hand, gender may also be an important factor influencing variables related to working life. For example, some studies have shown that women's job satisfaction can be higher than that of men (e.g., Uğur, 2024; Redmond & McGuinness, 2020). Redmond and McGuinness (2020) suggested that one possible reason for this lies in women's job preferences. According to their findings, women tend to be more intrinsically motivated and are more likely to choose jobs that allow them to maintain a work–life balance, which in turn leads to higher job satisfaction. However, another study found that although women exhibit higher work engagement than men, an increase in their work engagement negatively affects life

satisfaction (Williamson & Geldenhuys, 2014). Moreover, a comprehensive meta-analysis demonstrated that gender differences in job satisfaction only appear under conditions of gender inequality, typically to the disadvantage of women (Batz-Barbarich et al., 2018). The same study also pointed out that these differences may vary across regions and cultures. Therefore, the literature presents inconsistent findings regarding gender differences in job satisfaction and life satisfaction. Additionally, cultural and structural contexts may shape the role of gender in the working life experience. In this regard, analyzing the same models separately for men and women in this study is expected to reveal gender-based similarities and differences within the Turkish context, thereby contributing to the international literature on working life and life satisfaction.

2. METHOD

2.1. Research Population and Sample

The study utilized data from the 2024 Life Satisfaction Survey (Turkish Statistical Institute [TURKSTAT], 2024). The dataset included 9462 participants aged 18 and above, of whom 46.94% were men. Since the study focused on working life, only salaried employees were included in the analysis. Non-employed individuals, self-employed workers, unpaid family workers, and employers were excluded. Accordingly, the final sample consisted of 3466 participants (2315 men and 1151 women). The mean age of the participants was 38.88 years (SD = 11.26; range = 18–74). Among them, 32.57% (n = 1129) were single and 67.43% (n = 2337) were married. Regarding educational attainment, 1.70% (n = 59) had not completed any schooling, 32.11% (n = 1113) had completed primary education, 25.68% (n = 890) had completed high school, 34.88% (n = 1209) had completed higher education, and 5.63% (n = 195) had completed postgraduate education. In terms of employment sector, 73.1% (n = 2535) of the participants were employed in the public sector, while 26.9% (n = 931) were employed in the private sector.

2.2. Measurements

The dependent variable of the study was life satisfaction. Life satisfaction was measured with a single item from the Life Satisfaction Survey: “When you think about it as a whole, rate your recent life satisfaction on a scale of 0 to 10.” This variable is coded as “YASAM_MEMNUNIYET” in the dataset. For analysis, the item was recoded into two categories: scores between 0–5 was classified as not satisfied, and scores between 6–10 as satisfied. The independent variables included employment sector, job satisfaction, earnings satisfaction, work relationship satisfaction, and several indicators of workplace issues such as administrative difficulties, wage disparities, low wage levels, poor working conditions, delayed wage payments, underpayment, and difficulties in taking leave. The employment sector was measured with two items distinguishing between private and public sectors and is coded as “OZEL_KAMU.”

Job satisfaction was measured with the question “Are you satisfied with your job?” using a five-point scale ranging from very satisfied to not satisfied at all, coded as “OLCEK_MEMNUNIYET_IS.” Earnings satisfaction was assessed with the question “Are you satisfied with the earnings from your job?”, using the same five-point scale, and coded as “OLCEK_MEMNUNIYET_KAZANC.” Similarly, work relationship satisfaction was measured with the item “Are you satisfied with your relationships with people related to your work?” on the same five-point scale, coded as “OLCEK_MEMNUNIYET_ISILISKI.” The five-point scales were recoded into binary variables to facilitate analysis and interpretation. Accordingly, responses 1–2 were categorized as not satisfied, while responses 3–5 were categorized as satisfied, based on the average distribution of the data.

The workplace issues variable, coded as “ISTEKI_SORUN,” consists of seven dichotomous items numbered from 1 to 7, each measured with “yes” or “no” response options. These items capture various problems employees may experience in their workplaces. Specifically, administrative difficulties were assessed by the question “In 2024, did you experience any administrative difficulties at your workplace?”. Wage disparities were measured with the item “In 2024, were there any problems related to wage disparities at

your workplace?", while low wage levels were measured by "In 2024, were there any problems concerning the level of wages at your workplace?". Poor working conditions were captured with "In 2024, were there any problems regarding working conditions at your workplace?". Delayed wage payments were assessed using "In 2024, were there any problems regarding the timely payment of wages at your workplace?", and underpayment with "In 2024, were there any problems related to underpayment at your workplace?". Finally, difficulties in taking leave were measured through the question "In 2024, did you experience any difficulties taking one or two hours of leave during working hours for personal or family matters?".

2.3. Data Analysis

Descriptive statistics (frequencies and percentages) were first computed to summarize the sample characteristics and main variables. Age was added to the model as a control variable. All categorical predictors were re-coded, and the five-point satisfaction scales were dichotomized into "not satisfied" (1–2) and "satisfied" (3–5) categories for analytical simplicity. Separate binomial logistic regression models were constructed for men and women using RStudio. Assumption checks, including multicollinearity (VIF), outliers (Cook's distance), and overdispersion, were conducted prior to analysis, and no major violations were detected. Model fit was evaluated using Wald tests, pseudo R^2 indices, and the Hosmer–Lemeshow test. Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) were reported to interpret the magnitude and direction of associations.

3. FINDINGS

Table 1 presents the frequency distribution of life satisfaction categories by employment sector, job satisfaction, earnings satisfaction, and other work-related variables for women and men.

Table 1. Frequencies cross-table

	Women Life Satisfaction				Men Life Satisfaction			
	Low		High		Low		High	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Employment								
Public	417	54%	360	46.30%	878	49.90%	880	50.10%
Private	140	37.4%	234	62.60%	195	35%	362	65%
Job Satisfaction								
Satisfied	496	46.00%	583	54.00%	968	44.80%	1192	55.20%
Not Satisfied	61	84.70%	11	15.30%	105	67.70%	50	32.30%
Earnings Satisfaction								
Satisfied	295	38.80%	466	61.20%	598	37.40%	1003	62.60%
Not Satisfied	262	67.40%	127	32.60%	425	66.50%	239	33.50%
Work relationship satisfaction								
Satisfied	530	47.60%	584	52.40%	1039	45.90%	1227	54.10%
Not Satisfied	27	73%	10	27%	34	69.40%	15	30.60%
Administrative problems at work								
Yes	70	59.80%	47	40.20%	99	57.20%	74	42.80%
No	487	47.10%	547	52.90%	974	45.5	1168	54.50%
Problems with wage disparities								
Yes	133	58.10%	96	41.90%	235	58.60%	165	41.40%
No	424	46%	498	54.00%	839	43.80%	1077	56.20%
Problems with wage levels								
Yes	201	58.40%	143	41.60%	351	59%	244	41%

No	356	44.10%	451	55.90%	722	42%	998	58%
Problems with working conditions								
Yes	120	62.20%	73	37.80%	185	60.10%	123	39.90%
No	437	45.60%	521	54.40%	888	44.20%	1119	55.80%
Problems with timely payment of wages								
Yes	33	64.70%	18	35.30%	80	61.10%	51	38.90%
No	524	47.60%	576	52.40%	993	45.50%	1191	54.50%
Problems with underpayment of wages								
Yes	24	68.60%	11	31.40%	47	63.50%	27	36.50%
No	533	47.80%	583	52.20%	1026	45.80%	1215	54.20%
Problems with taking leave during working hours								
Yes	73	59.30%	50	40.70%	118	56.20%	92	43.80%
No	484	47.10%	544	52.90%	955	45.40%	1150	54.60%

Separate logistic regression analyses were conducted for women and men to examine the predictors of life satisfaction. For women, the Hosmer–Lemeshow test indicated that the model fit the data well ($\chi^2(8) = 2.16$, $p = 0.98$). Accordingly, the working life variables in the model for women explained approximately 15% of the variance in life satisfaction, as indicated by the Nagelkerke R^2 value. Table 2 present the results of logistic regression for women.

Table 2. Logistic regression results for women

	Women						
Predictors	*Coef*	*SE*	*wald*	*Odds Ratios*	*CI Low*	*CI High*	*p*
(Intercept)	-1.37	0.65		0.25	0.07	0.87	**0.03**
Age	-0.01	0.01	6.04	0.99	0.97	1	**0.01**
Public Sector (ref = private sector)	-0.69	0.14	24.77	0.5	0.38	0.66	**<0.001**
Job Satisfaction (ref = not satisfied)	1.17	0.37	10.21	3.22	1.62	6.91	**<0.001**
Earnings Satisfaction (ref = not satisfied)	1	0.15	44.62	2.73	2.04	3.67	**<0.001**
Work relationship satisfaction (ref = not satisfied)	0.5	0.42	1.42	1.65	0.74	3.89	0.23
Administrative problems at work (ref = no)	-0.18	0.25	0.52	0.83	0.51	1.36	0.47
Problems with wage disparities (ref = no)	0.2	0.21	0.92	1.22	0.81	1.82	0.34
Problems with wage levels (ref = no)	-0.1	0.19	0.28	0.9	0.62	1.31	0.59
Problems with working conditions (ref = no)	0.25	0.21	1.35	1.28	0.85	1.94	0.24
Problems with timely payment of wages (ref = no)	0.09	0.4	0.05	1.1	0.51	2.41	0.81
Problems with underpayment of wages (ref = no)	-0.23	0.48	0.23	0.8	0.32	2.08	0.63
Problems with taking leave during working hours (ref = no)	0.22	0.22	0.99	1.24	0.81	1.9	0.32
Observations	1151						
Cox-Snell R-squared	0.113						
Nagelkerke R-square	0.15						
R^2 Tjur	0.114						
Hosmer-Lemeshow Test Statistics	X-squared = 2.16 , df =8 , p = 0.98						

For women, age was a significant negative predictor of life satisfaction (OR = 0.99, p = .01), indicating that each additional year of age slightly decreased the likelihood of being satisfied by about 1%. Employment sector also a significant predictor (OR = 0.50, p < .001), suggesting that women working in the public sector were about 50% less likely to report life satisfaction than those in the private sector. Job satisfaction and earnings satisfaction were the strongest predictors of life satisfaction. Women who are satisfied with their jobs were 3.2 times more likely to be satisfied with life than those who are dissatisfied (OR = 3.22, p<.001). Similarly, women who are satisfied with their income are 2.73 times more likely to be satisfied with their lives (OR=2.73, p < .001). However, other predictors, such as work relationships satisfaction, problems with payment, working conditions, or taking leave, were not statistically significant (p > .05).

Table 3. Logistic regression results for men

	Men						
Predictors	*Coef*	*SE*	*wald*	*Odds Ratios*	*CI Low*	*CI High*	*p*
(Intercept)	-0.88	0.46		0.41	0.17	1	0.05
Age	-0.01	0.004	10.72	0.99	0.98	0.99	**<0.001**
Public Sector (ref = private sector)	-0.63	0.11	34.55	0.53	0.43	0.66	**<0.001**
Job Satisfaction (ref = not satisfied)	0.13	0.2	0.39	1.13	0.77	1.69	0.53
Earnings Satisfaction (ref = not satisfied)	1.04	0.11	95.94	2.84	2.3	3.5	**<0.001**
Work relationship satisfaction (ref = not satisfied)	0.61	0.34	3.27	1.85	0.97	3.68	0.07
Administrative problems at work (ref = no)	0.02	0.19	0.01	1.02	0.71	1.47	0.91
Problems with wage disparities (ref = no)	0.15	0.14	1.13	1.17	0.88	1.54	0.29
Problems with wage levels (ref = no)	0.23	0.13	3.11	1.26	0.97	1.62	0.08
Problems with working conditions (ref = no)	0	0.16	<0.001	1	0.74	1.36	0.99
Problems with timely payment of wages (ref = no)	0.04	0.24	0.02	1.04	0.65	1.67	0.88
Problems with underpayment of wages (ref = no)	0.01	0.32	0.0007	1.01	0.55	1.89	0.98
Problems with taking leave during working hours (ref = no)	0.22	0.16	1.98	1.25	0.92	1.71	0.16
Observations	2315						
Cox-Snell R-squared	0.095						
Nagelkerke R-square	0.13						
R^2 Tjur	0.097						
Hosmer-Lemeshow Test Statistics	X-Squared = 5.89 , df = 8 , *p* = 0.66						

For men, the model was also significant (Nagelkerke R^2 = .13; Hosmer–Lemeshow $\chi^2(8) = 5.89$, p = .66), explaining approximately 13% of the variance in life satisfaction. According to Table 3, age (OR = 0.99, p < .001), employment sector (OR = 0.53, p < .001), earnings satisfaction (OR = 2.84, p < .001) were significant predictors. Each additional year of age decreased the likelihood of life satisfaction by about 1%. Men employed in the public sector were about 47% less likely to report life satisfaction compared to those in the private sector. Earnings satisfaction was again the strongest predictor: men who were satisfied with their earnings were approximately 2.84 times more likely to be satisfied with life. In contrast, other variables including job satisfaction, work relationships satisfaction, administrative problems, wage disparities, wage levels, working conditions, delays in payment, underpayment, and problems taking leave did not significantly predict life satisfaction.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The relationship between job and earnings satisfaction and life satisfaction is consistent with expectations (Alabod & Eriş-Develi, 2025; Bowling et al., 2010; Çakmak & Emirhan, 2024; Güzel & Görmüş, 2023; Cheung & Lucas, 2015; Seçkin & Çoban, 2017; Stander et al., 2019). However, the nonsignificant association between job satisfaction and life satisfaction among men is noteworthy. This may be due to gender differences in the meaning attributed to work. Redmond and McGuinness (2020) argue that women are often more intrinsically motivated and tend to choose jobs that allow them to maintain work–life balance, which may explain their higher levels of job satisfaction. Nevertheless, this finding should be further examined in future research.

Another unexpected result is that employment in the private sector increased the likelihood of life satisfaction. Previous studies have generally shown that public sector employees report higher life satisfaction, attributing this to job security, favorable working conditions, and work–life balance (e.g., Davidson et al., 2021; Qu & Robichau, 2023). However, in this study, such a pattern may be reversed due to sectoral differences (e.g., working in education or engineering) or variations in earnings, leading to a relative advantage for private-sector employees. Work relationships satisfaction and job problems were not significantly associated with life satisfaction. It may be possible that these variables influence life satisfaction indirectly, perhaps through job satisfaction as a mediating mechanism. Future studies should test these relationships using structural modeling approaches.

REFERENCES

Acar, Y. (2019). Türkiye'de Yaşam Memnuniyetinin Belirleyicileri: İller Üzerine Bir Yatay Kesit Analizi. Maliye Araştırmaları Dergisi, 5(2), 145-157.

Alabod, F., & Eriş Dereli, B. (2025). The Relationship Between Life Satisfaction and Job Satisfaction: Evidence from Türkiye Using Life Satisfaction Survey. Ekonomi-tek, 14(2), 248-290.

Andrade, M. S., Schill, A., Westover, J. H., & King, C. (2021). A cross-national comparison: Job satisfaction and gender. *The Journal of Business Diversity*, *21*(3), 1-34.

Bowling, N. A., Eschleman, K. J., & Wang, Q. (2010). A meta-analytic examination of the relationship between job satisfaction and subjective well-being. *Journal of Occupational and Organizational Psychology, 83*(4), 915–934. https://doi.org/10.1348/096317909X478557

Campbell, A., Converse, P. E., & Rodgers, W. L. (1976). *The quality of American life: Perceptions, evaluations, and satisfactions*. Russell Sage Foundation.

Cheung, F., & Lucas, R. E. (2015). When does money matter most? Examining the association between income and life satisfaction over the life course. *Psychology and Aging, 30*(1), 120–135. https://doi.org/10.1037/a0038682

Çakmak, S., & Emirhan, P. N. (2024). The effects of domain satisfaction on overall life satisfaction in Türkiye. *International Journal of Happiness and Development*, *8*(3), 244–270. https://doi.org/10.1504/ijhd.2024.137968

Çebi Karaaslan, K., Çalmaşur, G., & Emre Aysin, M. (2021). Bireylerin Yaşam Memnuniyetlerini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 35(1), 263-290. https://doi.org/10.16951/atauniiibd.789275

Davidson, R., Pacek, A., & Radcliff, B. (2021). Public Sector Employment, Quality of Government, and Well-Being: A Global Analysis. *International Area Studies Review*, *24*(3), 193-204. https://doi.org/10.1177/22338659211011747 (Original work published 2021)

Diener, E. (1984). Subjective well-being. *Psychological Bulletin*, *95*(3), 542–575. https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.3.542

Erdogan, B., Bauer, T. N., Truxillo, D. M., & Mansfield, L. R. (2012). Whistle While You Work. *Journal of Management*, *38*(4), 1038–1083. https://doi.org/10.1177/0149206311429379

Güzel, S., & Görmüş, A. (2023). Prediction of satisfaction indicators increasing the level of happiness: evidence from the Turkish life satisfaction survey. *Quality & Quantity, 57*(4), 3805-3824.

López-Gómez, I., Chaves, C. and Vázquez, C. (2020). Life Satisfaction. In The Wiley Encyclopedia of Personality and Individual Differences (eds B.J. Carducci, C.S. Nave, A. Fabio, D.H. Saklofske and C. Stough). https://doi.org/10.1002/9781119547174.ch224

Okpara, J. O., Squillace, M., & Erondu, E. A. (2005). Gender differences and job satisfaction: a study of university teachers in the United States. Women in management Review, 20(3), 177-190.

Seçkin, Ş. N., & Çoban, R., (2017). Ücret Düzeyinden Tatmin, İşte Kalma Niyeti ve Yaşam Tatmini İlişkisinde Algılanan Alternatif İş Fırsatlarının Düzenleyici Rolü. *İşletme Araştırmaları Dergisi* , vol.9, no.3, 134-148.

Stander, M. W., De Coning, J. A., & Rothmann, S. (2019). Do wage and wage satisfaction compensate for the effects of a dissatisfying job on life satisfaction?. *SA Journal of Industrial Psychology*, *45*(1), 1-11.

Turkish Statistical Institute (TURKSTAT). (2024). *Life Satisfaction Survey micro data set, 2024* (Publication No. 4771). Ankara: Turkish Statistical Institute. ISBN 978-625-5591-02-9. Retrieved from https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yasam-Memnuniyeti-Arastirmasi-2024

Uluturk-Akman, S. (2021). Mutluluk ve Yaşam Memnuniyetinin Belirleyicileri Türkiye İstatistik Kurumu Yaşam Memnuniyeti Araştırması Üzerine Analizler. *Journal of Social Policy Conferences, 81*, 35-69

Veenhoven, R. (2015). The Overall Satisfaction with Life: Subjective Approaches (1). In: Glatzer, W., Camfield, L., Møller, V., Rojas, M. (eds) Global Handbook of Quality of Life. International Handbooks of Quality-of-Life. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9178-6_9

Williamson, J. C., & Geldenhuys, M. (2014). Positive work experiences and life satisfaction: the moderating role of gender. *Journal of Psychology in Africa*, *24*(4), 315–320. https://doi.org/10.1080/14330237.2014.980619

Zou, M. (2015). Gender, work orientations and job satisfaction. *Work, employment and society*, *29*(1), 3-22.

https://doi.org/10.71284/asc.2025231

KÜRESEL PAZARDA ORTA ASYA'DA BÖLGESEL STRATEJİK İŞ BİRLİĞİNİN SAĞLANMASINA YÖNELİK BİLİMSEL-YENİLİKÇİ YAKLAŞIM

A SCIENTIFIC AND INNOVATIVE APPROACH TO ENSURING REGIONAL STRATEGIC COOPERATION IN CENTRAL ASIA WITHIN THE GLOBAL MARKET

Kamaldin Abzaloviç Yunusov[1]
Roziya Jahongirovna Shakhobiddinova[2]

Özet

Değişen küresel piyasa koşullarında, Orta Asya'da bölgesel stratejik iş birliğini sağlamak için bilimsel ve yenilikçi bir yaklaşım büyük ekonomik, politik, bilimsel ve pratik öneme sahiptir. Değişen bir dünyada kalkınmayı yeniden düşünme sorunu, her ülkenin ekonomisi ve refahı için önemli bir faktördür. Mevcut küresel piyasa koşullarında, bölgesel bir hükümetlerarası kuruluş olan Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT), değişen bir dünyada kalkınmayı yeniden düşünmek için önemli bir temel teşkil etmektedir. Türkiye'de kurulan ve halihazırda faaliyet gösteren Akademik Araştırma Grubu "Akademik Değişimler"in, akademik bilgi alışverişini geliştirmek, bilimsel üretimi desteklemek ve akademik çevrede yenilikçi fikirlerin yayılmasını teşvik etmek amacıyla 2020 yılında kurulduğunu belirtmek gerekir. Bugün, Türkiye'den 1.000 akademisyen ve dünya genelinden 300 bilim insanının aktif katılımıyla küresel bir akademik platform olarak faaliyet göstermektedir. Mevcut küresel piyasa koşullarında, Orta Asya'da bölgesel stratejik iş birliğini sağlamak için stratejik öneme sahip bir dizi önlemin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunlardan ilki, bu "Akademik Araştırma Grubu" çerçevesinde bir araya gelen bilim insanlarının bilimsel faaliyetlerinin sonuçlarıdır. İkincisi, Orta Asya bölgesindeki bağımsız devletlerin yükseköğretim kurumlarında uzmanlık alanlarında çalışan bilim insanları arasında karşılıklı iş birliğinin sağlanması gerekmektedir. Akademik Araştırma Grubu'nun faaliyetleri bu bağlamda büyük önem taşımaktadır. Üçüncüsü, Akademik Araştırma Grubu - bölgesel sürdürülebilir kalkınma, kalkınma planları ve bu planlara dayalı bilimsel araştırmalar üzerine ortak bilimsel araştırma; Dördüncüsü, Akademik Araştırma Grubu bünyesinde kurulan Sosyal Araştırmalar Merkezi çerçevesinde sosyolojik araştırmalar yürütülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Hükümetlerarası işbirliği, bilimsel yenilik ağları, yükseköğretim işbirliği

[1]Zahiriddin Muhammed Babur adına Andijan Devlet Üniversitesi Sosyal Bilimler Bölümü Profesörü, Siyaset Bilimi Doktoru, Yükseköğretim, Bilim ve İnovasyon Bakanlığı Özbekistan Cumhuriyeti, Andijan. kamaliddin57@gmail.com

[2]Özbekistan Cumhuriyeti Fergana Gıda Teknolojisi ve Mühendisliği Enstitüsü Ekonomi 1. sınıf öğrencisi, rshahobiddinova007@gmail.com

Abstract

In the changing global market conditions, adopting a scientific and innovative approach to ensure regional strategic cooperation in Central Asia holds significant economic, political, scientific, and practical importance. Rethinking development in a changing world is a critical factor for the economy and prosperity of every country. Under current global market circumstances, the Economic Cooperation Organization (ECO), an intergovernmental regional institution, constitutes an essential foundation for rethinking development in a transforming world.

It should be noted that the Academic Research Group "Academic Exchanges," established in Türkiye in 2020 and currently operating, was founded with the aim of enhancing academic knowledge exchange, supporting scientific production, and promoting the dissemination of innovative ideas within the academic community. Today, it functions as a global academic platform with the active participation of 1,000 academics from Türkiye and 300 scholars from around the world.

Given today's global market conditions, it is necessary to develop a set of measures with strategic importance to ensure regional strategic cooperation in Central Asia. The first of these is the scientific outcomes generated by the scholars who gather within the framework of this "Academic Research Group." Second, it is essential to ensure mutual collaboration among researchers working in their respective fields of expertise at higher education institutions in the independent states of the Central Asian region. The activities carried out by the Academic Research Group are of great importance in this regard.

Third, the Academic Research Group should facilitate joint scientific research on regional sustainable development, development plans, and the scientific studies based on these plans. Fourth, sociological research should be conducted within the framework of the Social Research Center established under the Academic Research Group.

Keywords: Intergovernmental collaboration, scientific innovation networks, higher education cooperation

GİRİŞ

Mevcut küresel piyasa koşullarında, Orta Asya'da bölgesel stratejik iş birliğini sağlamaya yönelik bilimsel ve yenilikçi bir yaklaşım büyük ekonomik, politik, bilimsel ve pratik öneme sahiptir. Orta Asya ülkeleri olan Özbekistan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Afganistan'ın ve bu bölgede yaşayan halkların mevcut ve gelecekteki kalkınmasıyla ilgili acil (ekonomik, politik, sosyo-ekonomik, manevi ve diğer) sorunlar, yalnızca hükümetler arası düzeyde değil, aynı zamanda bölgemizdeki bilim camiası, bilim insanları ve akademisyenlerle iş birliği içinde bilimsel olarak incelenmeli ve bu konuda ciddi bilimsel ve pratik faaliyetler yürütülmelidir.

Mevcut küresel piyasa koşullarında, bölgesel bir hükümetler arası kuruluş olan "Ekonomik İşbirliği Teşkilatı", küresel piyasa koşullarında Orta Asya'da bölgesel stratejik iş birliğinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Bu örgüt 1985 yılında Tahran'da (İran) kurulmuş olup, amacı Güney ve Orta Asya ile Orta Doğu ülkeleri arasındaki ticaret ve yatırım ilişkilerini genişletmektir. İİT, BM ve İslam İşbirliği Teşkilatı'nda gözlemci statüsüne sahiptir. İİT iş birliğinin temel alanları, iki yılda bir düzenlenen üye devlet başkanları zirvelerinde belirlenir. Günümüzde İİT'ye on ülke üyedir: Azerbaycan, Afganistan, İran, Kazakistan, Kırgızistan, Pakistan, Tacikistan, Türkmenistan, Türkiye ve Özbekistan. Özbekistan, İİT'ye 1992 yılında katılmıştır. 2017 yılından bu yana devlet başkanları zirvesi düzenli olarak iki yılda bir düzenlenmektedir (https://yuz.uz/news/iht-sammiti--savdo-iqtisodiy-hamkorlikning-rivojlanishi-uchun-platforma).

Ekonomik İşbirliği Teşkilatı'nın bugün on üye ülkesi bulunmaktadır ve 2025 yılına kadar toplam yüzölçümü

8 milyon km², nüfusu ise 531,3 milyon olacaktır (https://daryo.uz/2023/11/08/). İİT'nin Özbekistan'ın dış ticaretindeki payı %24,7 olacaktır. 5,75 milyar dolarlık ihracat hacminin 2021 yılına göre %6,3 daha yüksek olması dikkat çekicidir. İthalat ise %14,3 oranında artarak 6,62 milyar dolar olmuştur. Geçen yıl, toplam ihracatın üçte biri (%29,8) İslam İşbirliği Teşkilatı (İİT) ülkelerine yapılmıştır (https://daryo.uz/2023/11/08/). 2024 yılının ilk 9 ayına ilişkin göstergelere göre, iş birliği önemli ölçüde yoğunlaşmıştır. Raporlama döneminde, İİT içindeki ticaret hacmi 9,2 milyar dolar olarak gerçekleşirken, üye ülkelerin Özbekistan'ın toplam ticaret hacmindeki payı %20,5 olmuştur. İhracat 4,2 milyar dolar, ithalat ise 5 milyar dolar (%3,3) olarak gerçekleşmiştir (https://daryo.uz/2023/11/08/).

Ekonomik İşbirliği Teşkilatı'nın 16. zirvesi 8-9 Kasım 2023 tarihlerinde Taşkent'te düzenlenmiştir. Kasım 1992'den beri örgüte üye olan Özbekistan, İİT çok taraflı zirvesine ilk kez ev sahipliği yapmaktadır. Özbekistan, İslam İşbirliği Teşkilatı'nı (İİT), Güney Asya, Orta Asya ve Orta Doğu'da kalkınmayı iyileştirmenin ve ticaret ve yatırım fırsatlarını teşvik etmenin yollarını tartışmak için bir platform olarak görmektedir. Ayrıca Özbekistan, bölgeler arası transit merkezlerinin oluşturulması, modern ulaşım ve karayolu altyapısının geliştirilmesi, ulaşım ve transit tarifelerinin iyileştirilmesi, uluslararası kargo ve yolcu taşımacılığı koşullarının basitleştirilmesi ve ulaştırma sektöründe dijitalleşmenin hayata geçirilmesi konularında destekçi olarak öne çıkmaktadır. İİT ülkeleri bugün Özbekistan'ın en büyük ticaret ortaklarıdır (https://ijtimoiyfikr.uz/matbuot-uchun/yangiliklar/26895.htm).

Taşkent Devlet Ekonomi Üniversitesi Semerkant Şubesi tarafından 6-7 Mayıs 2024 tarihlerinde Semerkant'ta düzenlenen "Orta Asya'da Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma" konulu II. Uluslararası Bilimsel ve Uygulamalı Konferans'ın temel amacı, son derece deneyimli bilim insanları arasında iş birliğini geliştirmekti. Bu soruna bilimsel ve yenilikçi bir yaklaşımın canlı bir örneği, Türkiye Cumhuriyeti'nde düzenlenen Akademik Araştırma Grubu'dur.

Bu Akademik Araştırma Grubu, akademik bilgi alışverişini teşvik etmek, bilimsel üretimi desteklemek ve akademik çevrelerde yenilikçi fikirlerin yayılmasını desteklemek amacıyla 2020 yılında kurulmuştur. Bugün, Türkiye'den 1.000 akademisyen ve dünyanın çeşitli ülkelerinden 300 bilim insanının aktif katılımıyla küresel bir akademik platform olarak faaliyet göstermektedir (https://asc.academicianstudies.com/en/hakkimizda/). Çünkü bize göre, Orta Asya'da bulunan ülkelerin ve halkların sürdürülebilir kalkınmasıyla ilgili sorunlar (ekonomik, politik, sosyo-yaşam, manevi ve diğer) bu ülkelerde çalışan bilim insanlarının sorunlarıdır.

1. YÖNTEM

Öncelikle, mevcut küreselleşme koşullarında Orta Asya ülkelerinin ve halklarının sürdürülebilir bölgesel kalkınmasına yönelik önemli bir bilimsel ve yenilikçi yaklaşımın özünü ve ilkelerini ortaya koymak gerekmektedir.

Bu nedenle, Orta Asya'da sürdürülebilir bölgesel kalkınma sorunu üzerine bilimsel araştırmalar yapmak ve herkes için faydalı sonuçlar elde etmek için, bölge ülkelerindeki yükseköğretim ve bilimsel kurumlarda çalışan bilim insanlarını (profesörler, araştırmacılar, doktora öğrencileri ve yüksek lisans öğrencileri) sürece dahil etmek gerekmektedir.

Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT), 1985 yılında Orta Asya ve Orta Doğu ülkeleri tarafından kurulan hükümetler arası bir bölgesel ekonomik örgüttür. Örgütün tarihine daha derinlemesine bakıldığında, bölgesel iş birliğini sağlamak amacıyla 12 Mart 1977'de İran, Pakistan ve Türkiye arasında İzmir Antlaşması imzalanmıştır.

1992 yılından bu yana Özbekistan, Kazakistan, Azerbaycan, Afganistan, Kırgızistan, Tacikistan ve Türkmenistan'ın örgüte katılmasıyla İİT'nin faaliyetleri önemli ölçüde daha aktif hale gelmiştir. 1995 yılında BM'nin 50. oturumunda İİT ile İşbirliği Kararı'nın kabul edilmesinden bu yana, BM'de gözlemci statüsüne sahiptir. Bu durum, örgütün uluslararası itibarının arttığını da göstermektedir. Örgüt ayrıca İslam

Konferansı Örgütü'nde de gözlemci statüsüne sahiptir. İİT'nin bölgesel iş birliğinin temel alanları şunlardır:

- Ulaşım ve iletişim
- Ticaret ve yatırım
- Enerji, maden kaynakları ve çevre koruma
- Sağlık, eğitim ve kültür
- Ekonomik araştırma ve istatistik.

Uluslararası deneyimde, benzer iş birliği örgütleri kurulmuş ve halen faaliyet göstermektedir. Bunlardan biri, Avrupa ve dünyadaki birçok gelişmiş ülkeyi bir araya getiren Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'dür (OECD). 1948 yılında Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü (OEEC) adıyla kurulmuştur. OECD'nin merkezi Fransa'nın Paris kentindeki Château de la Muette'dedir. Örgütün Genel Sekreteri (2006'dan beri) Meksikalı José Ángel Gurría Treviño'dur.

1960'tan bu yana örgütün coğrafi kapsamı genişlemiş ve şu anda örgütün üye sayısı 34'e ulaşmıştır. Avrupa ülkelerinin yanı sıra, örgütte Avustralya, Kanada, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye, Şili, Güney Kore ve Japonya da bulunmaktadır.

Dünya gayri safi yurtiçi hasılasının (GSYİH) %60'ı bu örgütün üye ülkeleri tarafından sağlanmaktadır. Örgüt üye ülkelerinin ekonomik büyümesinin 2010 yılında objektif ve bilimsel analizlerinin sonuçlarına göre, Türkiye örgüt üye ülkeleri arasında ekonomik olarak en gelişmiş ülke olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla, bu tür örgütler belirli bir bölgede bulunan ülkelerin sosyo-ekonomik kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bu amaçla düzenlenen Ekonomik İşbirliği Teşkilatı'nın XII. Bakü Zirvesi için de kapsamlı hazırlıklar yapılmıştır. Zirvenin açılışının arifesinde, İİT Dışişleri Bakanları Konseyi toplantısı yapıldı. Konsey toplantısında, XII. İİT Zirvesi'nin gündemi görüşüldü. Örgüte üye ülkelerin dışişleri bakanları ayrıca zirve sonunda kabul edilecek Bakü Deklarasyonu taslağını inceleyip netleştirdiler.

Zirveye ayrıca Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı İlham Aliyev, Afganistan İslam Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Hamid Karzai, İran İslam Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Mahmud Ahmedinejad, Pakistan İslam Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Asif Ali Zerdari, Tacikistan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı İmamali Rahman, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanı Recep Tayyip Erdoğan ve Özbekistan, Türkmenistan, Kırgızistan ve Suudi Arabistan temsilcileri katıldı.

Zirvenin açılışında konuşan, bu prestijli uluslararası örgütün başkanlığını yürüten Türkiye Başbakanı Recep Tayyip Erdoğan, örgütün başkanlığının, başta örgüte üye ülkeler olmak üzere dünya ülkeleri ve bölge üzerinde olumsuz etkileri olan küresel mali ve ekonomik krizin arttığı bir dönemde geldiğini belirtti.

Zirvenin gündeminde ulaştırma sektörünün, tarımın, enerjinin, çevrenin korunmasının iyileştirilmesi, İslam İşbirliği Teşkilatı (İİT) üye ülkeleri arasındaki entegrasyonun daha da derinleştirilmesi ve sosyo-kültürel ve bilimsel-teknik alanlarda bölgesel ekonomik ilişkilerin geliştirilmesi konuları yer aldı.

Recep Tayyip Erdoğan konuşmasında, örgütün yalnızca üye ülkelerin bulunduğu bölgede değil, aynı zamanda dünyada da önemini artırdığını belirtti. Üye ülkelerin de bu konuda gerekli katkıyı sağladığını belirtti.

Türkiye Başbakanı Recep Tayyip Erdoğan, İİT Ticaret ve Kalkınma Bankası'nın üye ülkeler arasındaki ticaret kurallarının basitleştirilmesi ve örgüt kapsamında ekonomik projelerin hayata geçirilmesindeki önemini vurgulayarak, tüm üye ülkeleri bu bankanın hissedarı olmaya çağırdı. Nitekim bu banka aracılığıyla örgüte üye ülkelere yatırım yapmak ve gelecekte ülkemizin dış ekonomik ve ticari alanlarında önemli projeler hayata geçirmek mümkündür. Bu, Özbekistan'ın dış ekonomik ilişkilerinin ayrılmaz ve önemli bir parçasını oluşturacak ve bu alanda kesinlikle birçok başarıya imza atacaktır.

Zirvede, örgütün başkanlığını üstlenen Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı İlham Aliyev bir konuşma yaparak, bu etkili uluslararası örgütün gelecekteki kalkınma stratejisi hakkında önemli düşünce ve değerlendirmelerde bulundu.

Azerbaycan Devlet Başkanı konuşmasında, örgüte üye ülke halklarının kadim çağlardan beri birlikte yaşadığını ve birbirleriyle etkileşim içinde olduğunu belirtti. Bu tarihi gelenekleri sürdürerek örgütümüzü kurduk.

Konuşmacı ayrıca, üye ülke halklarının yüzyıllardır benimsediği İslam'ın toplum yaşamındaki rolü hakkında görüşlerini dile getirerek, İslam'ın bir dünya dini olduğunu söyledi. Bazı ülkelerde artan İslamofobi eğilimlerinden ve İslam'la ilişkilendirilen kutsal değerlere hakaretten duyduğu üzüntüyü dile getiren Aliyev, İslam'ın bir dünya dini olarak dünya çapında yaygınlaşmasına ilişkin düşüncelerini dile getirdi.

Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı İlham Aliyev, örgütün ağırlıklı olarak ekonomik konulara odaklandığını vurguladı. Ancak dünyada yaşanan olayların giderek jeopolitik önem kazandığını göz önünde bulundurarak, hiçbir ekonomik konunun ekonomik meselelerden bağımsız düşünülemeyeceğini belirtti. Üye devletlerin ortak çabaları, genel kalkınmamızın temeli olacaktır. Güçlü bir ekonomik kalkınma olmadan, tam teşekküllü bir bağımsızlıktan söz edilemez. Örgüt üyesi devletler arasındaki ticaret hacminin her geçen yıl arttığı kaydedildi.

Örgüt üyesi devletler arasındaki karşılıklı siyasi ilişkilerin geliştiğini ve uluslararası örgütlerde birbirlerinin çıkarlarını yakından desteklediklerini belirtti.

Özbekistan'ın bu Uluslararası Ekonomik Örgüt'e aktif katılımının, Orta Asya, Transkafkasya ve Güney Asya ülkeleriyle ekonomik iş birliğinin daha da güçlendirilmesinin, dış ekonomik ilişkilerimizin daha da gelişmesini ve genişlemesini sağlayacağını belirtmek gerekir.

Zirveye Özbek heyeti başkanı olarak katılan Özbekistan Cumhuriyeti Âli Meclisi Senato Başkanı Ilgizar Sabirov da konuşmasında bu konulara değindi. Özbekistan temsilcisi konuşmasında, bu bölgesel örgüt içindeki karşılıklı yarar sağlayan ilişkilerin Özbekistan için de önemli olduğunu ve gelecekte faaliyetlerini daha da genişletmesi gerektiğini vurgulayarak, örgütün bölgesel ulaşım altyapısının gelecekteki gelişimi ve bölgedeki çevresel durum sorunları gibi önemli konularda görüş ve gözlemlerini dile getirdi.

Zirvede konuşan İran İslam Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Mahmud Ahmedinejad, Ekonomik İşbirliği Teşkilatı'nın siyasi forumunun düzenlenmesini önerdi. İran Devlet Başkanı'nın bu bölgesel örgüt içindeki iş birliğinin önemli yönleri ve önemi hakkındaki görüş ve yorumları dinlendi. Özellikle, üye devletler arasında gümrük mevzuatının, su, kara, demir ve hava ulaşımının daha da güçlendirilmesini, ekonomik ilişkilerde adil ilkelerin sağlanmasını ve karşılıklı ticaret ilişkilerinde üye devletlerin ulusal para birimlerinin kullanılmasını amaçlayan projelerin uygulanması gibi ilgi çekici önerilerde bulundu.

Zirvede konuşan tüm devlet başkanları, konuşmalarında Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT) üye devletleri arasındaki ekonomik iş birliğinin daha da güçlendirilmesi gerektiğini vurguladılar.

Buna dayanarak, Azerbaycan Cumhuriyeti'nin başkenti Bakü'de düzenlenen Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT) XII. Zirvesi'nin siyasi öneminin yanı sıra, ekonomi bilimcilerimizin Özbekistan'ın bu uluslararası örgüte katılımı ve bunun ülkemizin sosyo-ekonomik yaşamı üzerindeki etkisi hakkında analitik görüş ve yorumlarını ifade etmelerini uygun bulduğumuzu vurgulamak isteriz. Örneğin, Özbekistan'ın deniz ve okyanus limanlarına uzaklığı, dünya ülkeleriyle kapsamlı, özellikle ekonomik iş birliği kurmayı bir ölçüde zorlaştırmaktadır. Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT) kapsamında, deniz ve okyanus limanlarına sahip üye ülkelerle ekonomik iş birliği yapmak, ürünlerimizi dünya pazarlarına ihraç etme imkânımızı daha da genişletiyor ve bu da ekonomik büyümemizde önemli bir etken.

Özbekistan'da küçük işletmelere ve özel girişimciliğe büyük önem verilmektedir. Ülkemizde faaliyet

gösteren küçük işletme ve özel girişimcilik kuruluşlarına, faaliyetlerini ülke iç pazarının ötesine genişleterek bölgesel ve küresel ölçekte faaliyet göstermeleri ve ortak girişimler kurmak üzere yabancı ülkelerle iş birliği yapmaları için geniş fırsatlar sağlanacaktır. Bu kuruluş bünyesinde her yıl küçük işletme ve özel girişimcilik forumları düzenlenerek karşılıklı iş birliklerinin sağlanması ve güçlendirilmesi mümkündür.

Özbekistan'daki mevcut sosyo-politik istikrar ve elverişli ekonomik ortamın yabancı iş adamlarını da çekeceğine ve bunun da karşılıklı fayda sağlayan ekonomik iş birliklerinin kurulmasına olanak sağlayacağına inanıyoruz.

Bilindiği üzere, 21. yüzyılda, küresel pazar koşullarında, özellikle Orta Asya'da, bölgesel stratejik iş birliği, sağlam bir ekonomik temel ve ciddi sosyo-ekonomik reformlar sağlanmadan nüfusun tüm kesimleri için insani yaşam koşulları yaratmak imkânsızdır. Bu kuruluşun temel hedeflerinden biri, üye devletlerinin karşılıklı iş birliği temelinde sosyo-ekonomik kalkınmasını sağlamaktır.

Akademik Araştırma Grubu aracılığıyla, Orta Asya bölgesindeki yükseköğretim kurumlarında (Özbekistan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan, Türkiye, Pakistan ve Afganistan) çalışan bilim insanlarıyla temel sosyal bilimler alanında iş birliği yapılmaktadır. 20-21 Şubat 2024 tarihlerinde, Zakhiriddin Muhammed Babür adına Andican Devlet Üniversitesi ve Tomsk Ulusal Araştırma Devlet Üniversitesi, Andican Devlet Üniversitesi ve Tomsk Ulusal Araştırma Devlet Üniversitesi'nde "Rusya ve Orta Asya: Geçmiş Miras ve Geleceğe Yönelik Fırsatlar" konulu uluslararası bilimsel ve uygulamalı bir konferans düzenlemiştir. Bu uluslararası bilimsel ve uygulamalı konferansa, dünyanın 20'den fazla ülkesindeki (ABD, İngiltere, Kanada, Belçika, Rusya'nın ondan fazla yükseköğretim kurumu (Moskova, St. Petersburg, Tomsk, Novosibirsk, Vladivostok, Ulan-Ude, Samara, Çelyabinsk yükseköğretim kurumları) yükseköğretim kurumlarından bilim insanları ve ayrıca Hindistan, Pakistan ve Orta Asya ülkelerindeki (Kazakistan, Kırgızistan, Türkmenistan, Tacikistan) yükseköğretim kurumlarından bilim insanları katıldı. Sürdürülebilir bölgesel kalkınma üzerine bilimsel araştırma konusu, planı ve bu plana dayalı araştırma çalışmaları, Türkiye "Akademik Araştırmalar Grubu" (Akademik Çalışmalar) ile işbirliği içinde yürütülmektedir. 15-18 Mayıs 2025 tarihlerinde Türkiye'deki Gedik Üniversitesi'nde "Akademik Araştırmalar Grubu" (Akademik Çalışmalar) IX. Kongresi düzenlendi. Andican Zakhiriddin Muhammed Babür Devlet Üniversitesi'nden sekiz profesör ve öğretim görevlisi, "Küresel pazar koşullarında Orta Asya'da bölgesel stratejik işbirliğinin sağlanması" konulu raporlarıyla kongreye katıldı. Bu raporlar, nitelikleri itibarıyla bilimsel ve yenilikçi bir yaklaşımın örneğidir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Özbekistan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı'nın 11 Eylül 2023 tarihli ve PF-158 sayılı "Özbekistan Stratejisi - 2030" Kararnamesi'nin beşinci maddesi, "Güvenli ve barışsever bir devlet ilkesine dayalı politikanın istikrarlı bir şekilde sürdürülmesi" olarak adlandırılmakta olup, "bölgesel ve küresel konularda etkili uluslararası örgütler çerçevesinde ortak ülkelerle dengeli ve kalıcı diyalogların kurulması, tüm komşu ülkelerle iyi komşuluk ve stratejik ortaklık ilişkilerinin hızlandırılması, siyasi, ekonomik, kültürel ve insani alanlarda ikili ve çok taraflı müzakerelerin düzenli ve etkin bir şekilde yürütülmesi" gereğini öngörmektedir. Strateji ayrıca, "bölgedeki çeşitli öncelikli alanlarda, özellikle ekoloji ve doğa koruma, su kaynaklarının rasyonel kullanımı ve ulaşım ve iletişim altyapısının daha da geliştirilmesi konularında yakın iş birliğinin güçlendirilmesi" çağrısında bulunmaktadır (Özbekistan 2030 Stratejisi Hakkındaki Kararnamesi).

Uluslararası hukuku ve bölgedeki tüm devletlerin ulusal çıkarlarını dikkate alarak Orta Asya'da kapsamlı stratejik ortaklık ve ittifak ilişkilerinin derinleştirilmesi.

Orta Asya devletlerinin topraklarında vatandaşların serbest dolaşımının yanı sıra mal, hizmet ve sermayenin yapay kısıtlamalar olmaksızın dolaşımını adım adım sağlamak ve ortak bir turizm merkezi oluşturma çalışmalarına devam etmek.

Afganistan ile çok yönlü ve karşılıklı yarar sağlayan ilişkiler geliştirmek, ekonomik toparlanmasına

yakından yardımcı olmak ve ulaşım ve transit potansiyelinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak.

"Ulusal çıkarların geliştirilmesi ve korunmasında ekonomik diplomasinin etkinliğinin ve yoğunluğunun artırılması" da dahil olmak üzere önemli stratejik görevlerin uygulanması belirlenmiştir.

Yukarıda belirtilen önemli görevler ancak bölgedeki ülkelerle iş birliği içinde gerçekleştirilebilir (Özbekistan 2030 Stratejisi Hakkındaki Kararnamesi).

Öte yandan, "Orta Asya'nın bir kaynak olabileceği" de netleşmiştir. Küresel istikrara yönelik tehditler. Yeni "Büyük Oyun", hemen ardından Orta Asya'da nüfuzlarını tesis etmek için bölgedeki dış güçler arasındaki çeşitli rekabet seçeneklerini ve biçimlerini analiz etmeye başladı (Safoev, 2005, s. 160).

"Özbekistan-2030" stratejisinin öncelikli hedefi olan "Sürdürülebilir ekonomik büyüme yoluyla nüfusun refahının sağlanması"nın, önümüzdeki yedi yıl içinde ulusal ekonominin hacmini iki katına çıkarmak ve "üst-orta gelirli ülkeler" arasına girmek, gerekli enerji, su ve altyapı kaynaklarıyla makroekonomik istikrar ve ekonomik kalkınmayı sağlamak, ülkemizin yatırım çekiciliğini daha da artırmak ve iş ortamını geliştirmek gibi bir dizi stratejik hedef belirlediği kaydedildi (27. Avrasya Ekonomi Zirvesi Raporu, 2024).

Yukarıdaki fikir ve değerlendirmeler temelinde, mevcut küresel piyasa koşullarında, Orta Asya'da sürdürülebilir bölgesel kalkınma sürecine bilimsel ve yenilikçi bir yaklaşımın gerekli olduğu söylenebilir. Bu nedenle, bölge ülkelerinde yaşayan ve yükseköğretim kurumlarında çalışan profesörleri, akademisyenleri, ustaları ve araştırmacıları tek bir bilimsel proje - "bölgesel istikrarın sağlanması" - temelinde birleştirmek gerekmektedir. Bu amaçla, aşağıdaki hususları ifade etmeyi gerekli gördük.

2022 yılında, Zakhiriddin Muhammed Babür adına Andican Devlet Üniversitesi'nin "Sivil Toplum Teorisi" Bölümü (şu anda "Sosyal Bilimler Bölümü") bünyesinde "İNDİKATOR" Sosyal Araştırmalar Merkezi kurulmuştur. Merkez, şu anda toplumun sosyal yaşamının acil sorunları üzerine bilimsel araştırmalar planlamakta ve yürütmektedir. Üniversite yönetimi, Merkez'e her yıl mali kaynak ayırmaktadır. Tahsis edilen fonlar sayesinde, en önemli sosyal, nüfus refahı, eğitim ve modernitenin diğer alanlarıyla ilgili bilimsel ve pratik araştırmalar yürütülmektedir. "Bölgesel İstikrarı Sağlama" Daire Başkanlığı'nın faaliyetlerinin Merkez bünyesinde düzenlenmesi ve bölgesel istikrar ve diğer önemli ve acil sorunlar konusunda bilimsel ve pratik çalışmalar yürütülmesi tavsiye edilmektedir. Şu anda, bölgesel istikrar konusunda bilimsel araştırma (yüksek lisans, doktora (PhD), bilim doktoru (DhS)) yapacak uzmanların sağlanması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen fikir ve değerlendirmelerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılmalıdır.

• Orta Asya bölgesinde bulunan Özbekistan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Afganistan gibi bağımsız devletlerin yükseköğretim kurumlarında çalışan bilim insanları arasında uzmanlık alanlarında iş birliği yapılması tavsiye edilir. Bu bağlamda, Akademik Araştırma Grubu'nun faaliyetleri önemli bir rol oynayacaktır.

• Yukarıda belirtilen bölgesel yükseköğretim kurumlarında "Akademik Araştırma Grubu" bünyesinde bir "Sosyal Araştırma Merkezi" kurulması ve merkez bünyesinde "Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma" konusunda özel bir bilim bölümünün faaliyetlerinin yürütülmesi tavsiye edilir.

• "Akademik Araştırma Grubu", sürdürülebilir bölgesel kalkınma konusunda ortak bilimsel araştırmalara katılan üyelerin bir listesini oluşturmalı ve yönetim prosedürünü belirlemelidir.

• "Akademik Araştırma Grubu", sürdürülebilir bölgesel kalkınma konusunda ortak bilimsel araştırma için bir konu, plan geliştirmeli ve bu plana dayalı araştırmalar yürütmelidir.

• "Akademik Araştırma Grubu" - Sürdürülebilir bölgesel kalkınma alanında bilimsel araştırmaların temel proje konusunun oluşturulması, bilimsel projenin bilim insanları, araştırmacılar, yüksek lisans öğrencileri ve bu çalışmalarda çalışan yükseköğretim kurumlarının yönetimi tarafından finanse edilmesi.

• "Akademik Araştırma Grubu" bünyesinde kurulan "Sosyal Araştırma Merkezi" çerçevesinde sürdürülebilir bölgesel kalkınma konusunda yıllık genel rapor toplantısı yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Özbekistan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı. (2023, 11 Eylül). "Özbekistan – 2030" Stratejisi (PF-158 Sayılı Kararname). https://lex.uz/docs/6600413

Safoev, S. S. (2005). Orta Asya'da jeopolitik. Dünya Ekonomisi ve Diplomasisi Üniversitesi Yayınları.

Kalkınma Stratejisi Merkezi. (2024, Şubat 23). 27. Avrasya Ekonomi Zirvesi Raporu. https://strategy.uz/index.php?nevs=1872

https://doi.org/10.71284/asc.2025232

A COMPREHENSIVE QUANTUM CHEMICAL STUDY OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: GEOMETRY, ELECTRONIC PROPERTIES, AND REACTIVITY DESCRIPTORS

Asaf Tolga Ülgen[1]
Ümit Erdem[2]
Gürcan Yıldırım[3]

Abstract

In the present study, a comprehensive quantum chemical investigation of Para-aminohippuric acid (PAH) has been carried out using Hartree–Fock (HF) and density functional theory (DFT) methods. Initial geometry optimizations, including bond lengths and bond angles, are performed at both HF and DFT/B3LYP/6-31+G(d,p) levels, where DFT provided superior agreement with experimental data. Consequently, subsequent analyses were conducted exclusively using the B3LYP/6-31+G(d,p) approach. At this level of theory, the structural optimization (bond lengths and bond angles), electronic structure, UV–Vis spectra, dipole moment contributions, and fundamental thermodynamic properties of PAH are systematically examined. Molecular electrostatic potential (MEP) and electrostatic potential (ESP) surface maps, frontier molecular orbital (FMO) distributions, and global quantum chemical reactivity descriptors (chemical hardness/softness, ionization potential, electron affinity, chemical potential, electronegativity, electrophilicity index, and maximum charge transfer indices) are analyzed to elucidate intramolecular charge transfer pathways, identify electrophilic and nucleophilic regions, and provide insights into chemical reactivity. Additionally, energy band gap values and possible electronic transitions are explored to assess electronic stability and reactivity. In conclusion, the results confirm that PAH compound exhibits favorable electronic and structural characteristics conducive to intermolecular interactions and potential functional applications. The study not only demonstrates strong consistency between theory and experiment but also provides a comprehensive molecular-level characterization, offering valuable insights for future investigations and applications of PAH in drug and biological activity contexts.

Keywords: Para-aminohippuric acid; DFT; UV–Vis spectra; electronic structure, FMO; MEP; ESP.

[1]Assoc. Prof. Dr., Şırnak University, Turkey, asaftolgaulgen@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7112-5607
[2]Assoc. Prof. Dr., Kırıkkale University, Turkey, umiterdem@kku.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-0480-8176
[3]Prof. Dr., Abant Izzet Baysal University, Turkey, yildirim_g@ibu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5177-3703

INTRODUCTION

Para-aminohippuric acid (PAH) is a synthetic derivative of hippuric acid, characterized by the presence of an aromatic amine group in the para position of the benzene ring. Structurally, PAH belongs to the class of aromatic carboxylic acid derivatives and is highly soluble in aqueous solutions due to its polar functional groups (Babic, Cook, & Tam, 2023). Owing to its unique molecular configuration, PAH exhibits strong renal clearance properties, which have made it a widely used diagnostic probe in renal physiology and pharmacokinetics (Khan, Kingston, & Moinuddin, 2024).

One of the most notable applications of PAH is its use in the measurement of effective renal plasma flow (Sapru et al., 2023; Røjen et al., 2024). Unlike endogenous biomarkers such as creatinine, PAH is almost completely cleared from the plasma during a single pass through the kidney, primarily through secretion in the proximal tubules. This high extraction efficiency makes PAH an ideal tracer for evaluating renal tubular function and overall renal plasma clearance. Clinically, PAH clearance tests have historically been employed to provide quantitative assessment of kidney perfusion, glomerular filtration, and tubular secretory mechanisms (Coelho et al., 2025; Casellas et al., 2022).

Beyond its role as a diagnostic agent, PAH also provides a model compound in pharmaceutical and biomedical research (Imamura et al., 2024; Thakur et al., 2024). It is commonly utilized in the study of organic anion transporters (OATs), which play a central role in renal drug excretion (Gessner et al., 2025; Ma et al., 2025) and drug–drug interactions (Picurová et al., 2025; Wang et al., 2022). Investigations involving PAH transport have yielded insights into the molecular basis of renal handling of xenobiotics, nephrotoxic drugs, and metabolites (Ivonava et al., 2023; Tsang et al., 2025; Mahadeo et al., 2022; Jung et al., 2022; Chen et al., 2022). Additionally, PAH has been used as a reference substrate in both in vitro and in vivo studies to evaluate transporter-mediated uptake and efflux kinetics, making it a valuable tool in drug development and toxicology (Tust et al., 2023; Yamamura et al., 2023).

Recent advances have expanded the significance of PAH research from a purely diagnostic biomarker to a multifunctional molecular probe for understanding transporter-mediated processes, oxidative stress pathways, and renal pathophysiology. Its high-water solubility, predictable clearance kinetics, and lack of significant metabolism within the body continue to make PAH a compound of considerable interest in nephrology, pharmacology, and biomedical materials science (Ishibane et al., 2022).

It is understood from the application fields of PAH, it has structural relevance. However, the compound has received little theoretical attention in the literature. Its molecular architecture, comprising an aromatic ring and an amide group, renders it a promising scaffold for exploring electronic delocalization, intermolecular interactions, and charge distribution, which may underlie its drug and biological activity. However, comprehensive computational investigations remain scarce. In particular, data on its optimized geometries, vibrational assignments, electronic descriptors, thermochemical properties, dipole moment, 1H and 13C NMR chemical shifts, UV–Vis spectra, molecular electrostatic potential (MEP/ESP) distributions, and frontier molecular orbitals (HOMO–LUMO) are largely absent. Moreover, critical reactivity descriptors, such as chemical hardness/softness, ionization potential, electron affinity, chemical potential, electronegativity, electrophilicity index, and maximum charge transfer indices have yet to be systematically evaluated. A detailed computational characterization addressing these parameters would establish valuable correlations between molecular structure, electronic behavior, and chemical reactivity, thereby enhancing the understanding of its potential pharmacological and materials science applications. Closing this knowledge gap is expected to provide both fundamental information and practical relevance.

In the present study, a comprehensive quantum chemical investigation of PAH structure is carried out using Hartree–Fock (HF) and density functional theory (DFT) methods. Initial geometry optimizations, including bond lengths and bond angles, were performed at both HF/6-31+G(d,p) and DFT/B3LYP//6-31+G(d,p) levels of theory. It is found that there is a perfect agreement each other. After that, our calculations continue

with the B3LYP/6-31+G(d,p) approach method due to the reliable description of the significant electron correlation effects observed during the computations. At this level of theory, the electronic absorption spectra, yielding oscillator strengths, configuration interaction coefficients, excitation energies, and detailed assignments of the corresponding singlet states as well as thermodynamic properties belonging to PAH structure are systematically examined. Molecular electrostatic potential (MEP) and electrostatic potential (ESP) surface maps, frontier molecular orbital (FMO) distributions, and global quantum chemical reactivity descriptors (electronegativity, chemical hardness, ionization potential, chemical potential, softness, electron affinity, electrophilicity index, and maximum charge transfer index parameters) are analyzed to elucidate intramolecular charge transfer pathways, identify electrophilic and nucleophilic regions, and provide valuable information about chemical reactivity of PAH molecule.

Additionally, energy band gap values and possible electronic transitions are explored to assess electronic stability and reactivity. Atomic charge distribution analyses further revealed dipole moment contributions, originating from non-uniform electron density distributions across the molecular framework.

Overall, the results confirm that PAH compound exhibits favorable electronic and structural characteristics conducive to intermolecular interactions and potential functional applications. The study not only demonstrates strong consistency between theory and experiment but also provides a comprehensive molecular-level characterization, offering valuable information for future investigations and applications of PAH in several application fields.

1. COMPUTATIONAL DETAILS

In this study, a comprehensive quantum chemical investigation of PAH structure is performed. The molecular structure is optimized to determine bond lengths and bond angles, while key spectroscopic properties, including UV–Vis spectra (ZINDO), and thermochemical parameters are systematically analyzed. The electronic features are further explored through frontier molecular orbitals (HOMO–LUMO), molecular electrostatic potential (MEP), electrostatic potential (ESP) maps, and total charge density contours, providing insights into intramolecular charge transfer (ICT), electron delocalization, lone-pair interactions, π–π^* conjugation, and possible intermolecular hydrogen bonding. Calculations are carried out using HF (Young, 2001; Bachrach, 2007) and B3LYP (Khan, Kingston & Moinuddin, 2024; Stephens et al., 1994) methods with the 6-31G+(d,p) basis set (Parlak et al., 2011; Hehre & Pople, 1972; Francl et al., 1982; Binkley & Pople, 1977). Additionally, a set of quantum chemical reactivity descriptors, including ionization potential, electrophilicity index, band gap energy, electron affinity, electronegativity, chemical hardness/softness, chemical potential, and maximum charge transfer index are evaluated for the first time for this compound. All computations are performed with Gaussian 09 (Frisch et al., 2009), and molecular visualization/graphical analyses are conducted using a molecular modeling program (Dennington, Keith & Millam, 2007) on a dedicated workstation.

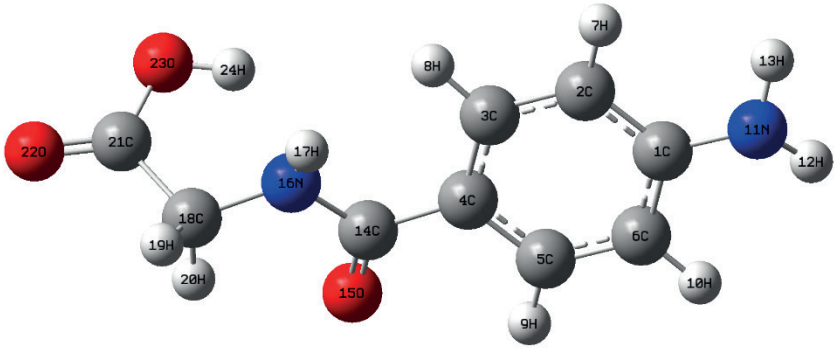
2. RESULT AND DISCUSSION

2.1. Optimized Molecular Geometry

A systematic conformational analysis of PAH structure is performed by evaluating 32 possible tautomeric and conformational isomers, arising from variations in an aromatic amine, an amide linkage, a methylene bridge, and a terminal carboxylic acid group. All structures are optimized at the B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory, and their relative stabilities are assessed based on molecular energies, taking into account ion transfer tendencies and long-range electrostatic interactions. The most stable molecular geometry, along with atom labeling, is illustrated in Fig. 1.

Geometrical parameters, including bond lengths and bond angles, are calculated at both the HF/6-31+G(d,p) and B3LYP/6-31+G(d,p) computational levels.

Figure 1. PAH molecule within the optimized molecular structure



A comparative summary of the results is provided in Table 1, while correlation plots are shown in Figs. 2 and 3. A strong agreement is observed between the two methods, with correlation coefficients of 0.99854 for bond lengths and 0.96848 for bond angles. As expected, HF generally predicted shorter bond lengths and larger bond angles relative to B3LYP, attributable to the absence of explicit electron correlation in HF calculations. These differences highlight the superior capability of DFT to account for electron delocalization, lone-pair effects, and intramolecular charge redistribution, which become more evident in subsequent charge density and orbital analyses.

Figure 2. Correlations between calculated bond lengths using DFT/B3LYP//6-31+G(d,p) and HF/6-31+G(d,p) calculation methods of PAH compound

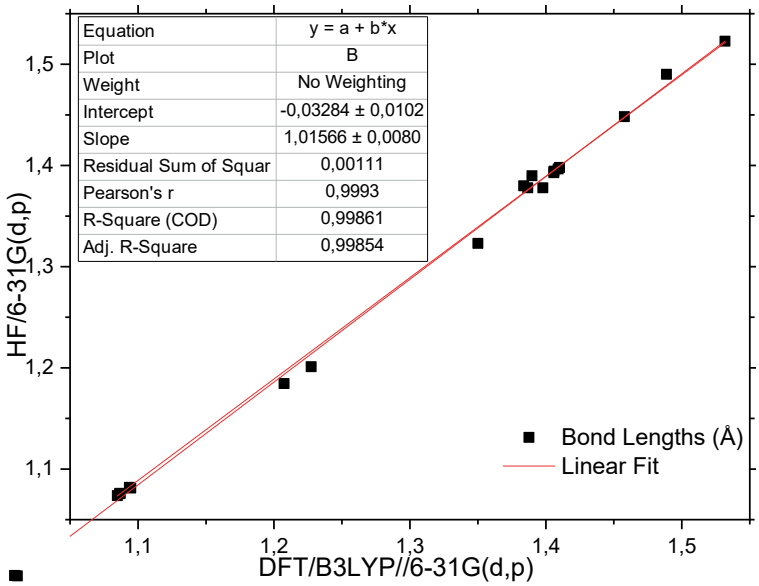
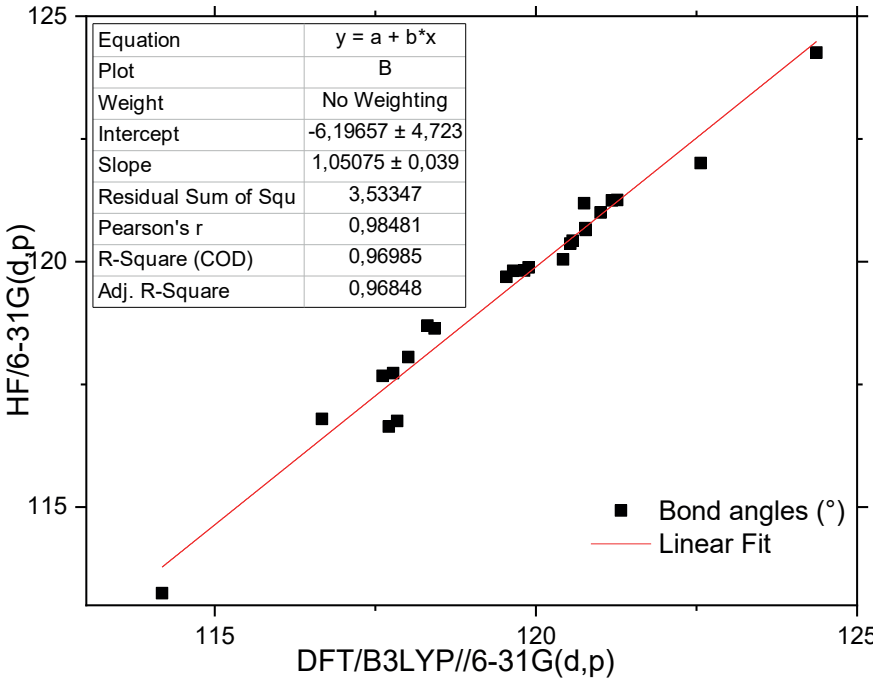


Figure 3. Correlations between calculated bond angles based on DFT and HF levels of theory belonging to PAH



For the benzene ring, C–C bond lengths obtained at the B3LYP/6-31+G(d,p) level ranged between 1.3867 Å (C_5–C_6) and 1.4101 Å (C_1–C_6), whereas HF values fell within 1.3862–1.3873 Å, reflecting the narrower range of HF due to neglected electron correlation. The linkage bonds (C_4–C_{14} and C_{18}–C_{21}) is calculated as 1.4887 Å and 1.5318 (DFT) and 1.5262 Å (HF), respectively. The bonds between the carbon atoms and the other linked nitrogenous (C_1–N_{11} and C_{14}–N_{16}) atoms are calculated to be about 1.3837 and 1.4578 Å at the DFT calculation module whereas the bond lengths are computed to be about 1.3837 and 1.4578 Å at the HF calculation level. The connection lengths between oxygen and carbon bonds (C_{14}–O_{15}, C_{21}–O_{22}, and C_{21}–O_{23}) are 1.2274, 1.2074, and 1.3500 Å (DFT) and 1.2274, 1.2074, and 1.3500 Å (HF). For C–H bonds, DFT values span 1.0848–1.0947 Å, compared to slightly shorter HF predictions (1.0747–1.0757 Å). The C–N bond lengths were calculated as 1.4393, 1.4730, and 1.3838 Å (DFT) compared to 1.4322, 1.4627, and 1.3669 Å (HF), while the C–O bond (C20–O25) was determined to be 1.2276 Å (DFT) and 1.2020 Å (HF).

The bonds between the hydrogen and nitrogenous atoms (N_{11}–H_{12}, N_{11}–H_{13}, and N_{16}–H_{17}) atoms are calculated to be about 1.0094, 1.0093, and 1.0112 Å at the DFT/B3LYP level of theory whereas the same bonds are calculated to be in a range of 1.0093-1.0112 Å using HF basis set. Finally, the O–H (O_{23}-H_{24}) bond length is determined as 0.9752 Å (DFT/B3LYP) and 0.9752 Å (HF) basis set. Bond angle comparisons also show excellent agreement, with the largest discrepancy observed for the H23–C21–H24 angle (0.9289°) and the smallest for the C3–C4–H10 angle (0.0027°) (Table 1). Consequently, the DFT/B3LYP method provide slightly larger bond lengths and smaller bond angles than HF level of theory, consistent with previous findings in related aromatic–amide systems. Given these results, DFT is selected for all subsequent analyses, including thermochemistry, charge distribution, and vibrational calculations, due to its better representation of electron correlation and structural realism (Sholl & Steckel, 2009).

Table 1. Theoretical optimized geometric parameters of PAH compound

	Bond lengths (Å)	
Atoms	**DFT**	**HF**
C_1-C_2	1.4091	1.3966
C_1-C_6	1.4101	1.398
C_1-N_{11}	1.3837	1.3799
C_2-C_3	1.3898	1,3898
C_2-H_7	1.0867	1.0759
C_3-C_4	1.4059	1.3929
C_3-H_8	1.0865	1.0756
C_4-C_5	1.406	1.3944
C_4-C_{14}	1.4887	1.4901
C_5-C_6	1.3867	1.3779
C_6-H_9	1.0848	1.0737
C_6-H_{10}	1.0869	1.0759
N_{11}-H_{12}	1.0094	0.9948
N_{11}-H_{13}	1.0093	0.9947
C_{14}-O_{15}	1.2274	1.2011
C_{14}-N_{16}	1.3978	1.3779
N_{16}-H_{17}	1.0112	0.9944
N_{16}-C_{18}	1.4578	1.4483
C_{18}-H_{19}	1.0937	1.0819
C_{18}-H_{20}	1.0947	1.0812
C_{18}-C_{21}	1.5318	1.5228
C_{21}-O_{22}	1.2074	1.1845
C_{21}-O_{23}	1.35	1.323
O_{23}-H_{24}	0.9752	0.9468
	Bond angles (°)	
Atoms	**DFT**	**HF**
C_2-C_1-C_6	118.4237	118.6379
C_2-C_1-N_{11}	120.7685	120.6831
C_6-C_1-N_{11}	120.7754	120.6466
C_1-C_2-C_3	120.5352	120.3688
C_1-C_2-H_7	119.6474	119.8127
C_3-C_2-H_7	119.8166	119.8183
C_2-C_3-C_4	121.1836	121.2481
C_2-C_3-H_8	117.777	117.7279
C_4-C_3-H_8	121.007	121.0017
C_3-C_4-C_5	118.0138	118.0551
C_3-C_4-C_{14}	124.3674	124.2587
C_5-C_4-C_{14}	117.6128	117.6739
C_4-C_5-C_6	121.2665	121.2553
C_4-C_5-H_9	118.3104	118.6977
C_6-C_5-H_9	120.4231	120.047

C_1-C_6-C_5	120.5713	120.4267
C_1-C_6-H_{10}	119.5423	119.6911
C_5-C_6-H_{10}	119.8864	119.8822
C_1-N_{11}-H_{12}	117.7099	116.6409
C_1-N_{11}-H_{13}	117.8394	116.7553
H_{12}-N_{11}-H_{13}	114.1805	113.2461
C_4-C_{14}-O_{15}	122.5659	122.0074
C_4-C_{14}-N_{16}	116.6696	116.7958
O_{15}-C_{14}-N_{16}	120.7515	121.1887
C_{14}-N_{16}-H_{17}	116.1794	116.2592
C_{14}-N_{16}-C_{18}	120.2846	120.8229
H_{17}-N_{16}-C_{18}	115.9754	115.7453
N_{16}-C_{18}-H_{19}	111.7799	111.2119
N_{16}-C_{18}-H_{20}	107.6006	108.7572
N_{16}-C_{18}-C_{21}	113.8768	114.2234
$H1_9$-C_{18}-H_{20}	107.981	108.0693
H_{19}-C_{18}-C_{21}	107.7232	107.1453
H_{20}-C_{18}-C_{21}	107.6582	107.1986
C_{18}-C_{21}-O_{22}	122.3585	121.3337
C_{18}-C_{21}-O_{23}	115.648	116.7114
O_{22}-C_{21}-O_{23}	121.9846	121.9445
C_{21}-O_{23}-H_{24}	107.9478	110.7704

2.2. Thermochemical Properties

Thermochemical parameters of PAH structure are computed using the B3LYP/6-31+G(d,p) method, and the results are summarized in Table 2. To improve accuracy, a recommended scale factor is applied for zero-point vibrational energy (ZPVE) corrections (Prasad et al., 2010). The most optimized structure (among 32 candidates) is found to have a total electronic energy of –684. 23745466 a.u. and a scaled ZPVE of 115.455247164 kcal mol^{-1} (zero-point correction: 0.187625 kcal mol^{-1}). At room temperature (298 K, 1 atm), the entropy is calculated as 115.850 cal mol^{-1} K^{-1}, comprising translational (41.694 cal mol^{-1} K^{-1}), rotational (32.068 cal mol^{-1} K^{-1}), and vibrational (42.088 cal mol^{-1} K^{-1}) contributions.

Table 2. Calculated thermochemistry parameters, such as energies (a.u.), zero-point vibrational energies (kcal mol^{-1}), heat capacities (cal mol^{-1} K^{-1}), rotational constants (GHz), entropies (cal mol^{-1} K^{-1}), Zero-point corrections (Hartree/Particle), and dipole moment (Debye) at a temperature of 298.150 K under 1 atm pressure.

Parameters	DFT/B3LYP//6-31(d,p)
Total energy	-684. 23745466
Zero-point vibrational energy	115.455247164
Zero-point correction	0.187625
Thermal correction to Energy	0.200629
Thermal correction to Enthalpy	0.201573
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.146529
Sum of electronic and zero-point Energies	-684.049830
Sum of electronic and thermal Energies	-684.036826
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-684.035882
Sum of electronic and thermal Free Energies	-684.090926
Rotational constant	2.13959
	0.27163
	0.25053
Entropy	
Total	115.850
Translational	41.694
Rotational	32.068
Vibrational	42.088
Heat capacity	
Total	48.976
Translational	2.981
Rotational	2.981
Vibrational	43.014
Thermal Energy	
Total	125.897
Translational	0.889
Rotational	0.889
Vibrational	124.119
Dipole moment	
μ_x	8.6486
μ_y	-2.4757
μ_z	-1.2783
μ	9.0864

The heat capacity is determined to be 48.976 cal mol^{-1} K^{-1}, while the total thermal energy reached 125.897 kcal mol^{-1}. The rotational constants are obtained as 2.13959 GHz, 0.27163 GHz, and 0.25053 GHz, indicating an asymmetric top molecular configuration. The dipole moment was calculated as 9.0864 Debye (μ_x = 8.6486,

μ_y = -2.4757, μ_z = -1.2783), confirming a strong non-uniform charge distribution. The pronounced polarity of the molecule suggests strong dipole–dipole and van der Waals interactions, which may be relevant to its biological activity and intermolecular binding behavior (Prasad et al., 2010; Helgaker, Jørgensen & Olsen, 2000).

These thermochemical findings, combined with the optimized molecular geometry, provide a reliable foundation for subsequent discussions of charge distributions, vibrational frequencies, and electronic properties, thereby advancing the understanding of structure–property relationships in PAH molecule.

2.3. UV–Vis Spectral Examination

The electronic absorption characteristics belonging to PAH structure are investigated using ZINDO calculations in the gas phase. The spectral features are dominated by π→π* and n→π* excitations, with the former generally exhibiting higher intensity. The calculations provided excitation energies (λ_{max}), oscillator strengths (f), and configuration interaction coefficients, allowing reliable assignments of the observed transitions (Table 3).

The analysis indicates that the lowest excited states predominantly originate from frontier molecular orbital transitions involving HOMO, HOMO–1, HOMO–2 to LUMO, LUMO+1, LUMO+2, or different species. The first excited state (λ_{max} = 424.37 nm) is primarily assigned to an n→π* transition, arising from lone-pair interactions on heteroatoms with aromatic π* orbitals, and is weakly allowed (f=0.0008). The second absorption band, observed at 280.12 nm, corresponds to overlapping π→π* transitions enhanced by conjugation and delocalization across the aromatic framework, though with low oscillator strength (f ≈ 0). In contrast, the intense band at 265.13 nm (f=0.3470) is attributed to a strongly allowed π→π* transition involving C=C aromatic moieties and substituent interactions.

Table 3. Theoretical electronic absorption spectra parameters

Cl-expansion coefficient					
Exci-tations	**Energy (eV)**	**Singlet-A**	**Wave-length (nm)**	**Oscillator strength (f)**	**Translations**
Excited State 1					
34→38	3.3275	-0.14271	424.37	0.0008	HOMO→LU-MO+3
35→38		0.57332			LUMO→LU-MO+3
35→41		0.34094			LUMO→LU-MO+6
Excited State 2					
36→38	4.4262	0.49194	280.12	0.0000	LU-MO+1→LU-MO+3
36→41		-0.18495			LU-MO+1→LU-MO+6
37→38		0.11405			LU-MO+2→LU-MO+3
37→39		0.45258			LU-MO+1→LU-MO+4

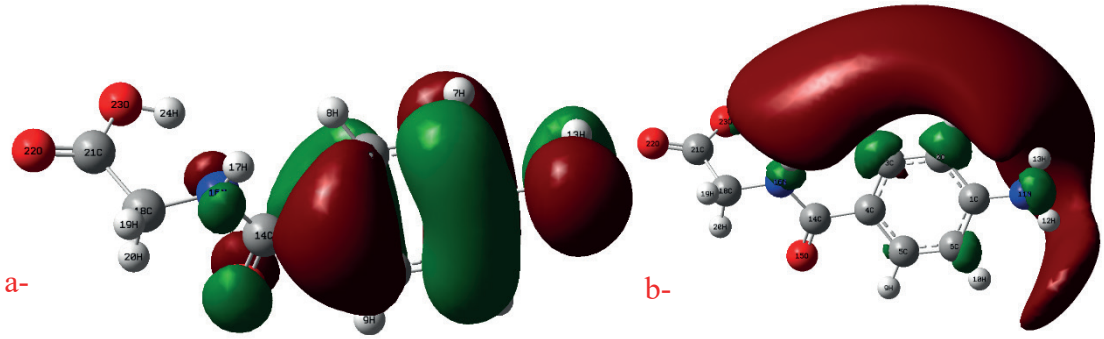
Excited State 3					
36→39 37→38	4.6763	-0.18840	265.13	0.3470	LU-MO+1→LU-MO+4
7→38		0.65221			LU-MO+2→LU-MO+3

These results highlight the role of aromatic conjugation and substituent-induced lone pair interactions in shaping the optical response of the molecule. The intense π→π* band in the near-UV region reveals potential utility of PAH compound in UV-filtering or optoelectronic materials, while the weaker n→π* transitions may contribute to bathochromic shifts, non-radiative decay pathways, and excited-state reactivity.

2.4. Frontier Molecular Orbitals of PAH Molecule

The frontier molecular orbitals (FMOs) of PAH compound, namely the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO), are critical in defining the compound's electronic structure, optical behavior, and chemical reactivity. The HOMO represents the primary electron-donating orbital, whereas the LUMO acts as the electron-accepting orbital. Their interaction governs the π→π* and n→π* transitions that modulate optoelectronic properties (Fukui, 1987; Gece, 2008). The HOMO–LUMO energy gap (ΔE) provides direct insight into electronic excitation potential, thermodynamic stability, and reactivity; narrower gaps indicate enhanced reactivity, while wider gaps correspond to intrinsic stability (Lewis, Ioannides & Parke, 1994).

Figure. 4. 3D spatial distributions of **a-** HOMO and **b-** LUMO orbitals belonging to PAH molecule.



The three-dimensional spatial distribution of the FMOs (Fig. 4) shows that the HOMO density is predominantly localized over the benzene ring, and amino group, while being absent in the amid group, methylene group, and carboxylic acid group, confirming the aromatic framework and heteroatoms as the primary electron-donating centers. In contrast, the LUMO is more delocalized across the π-system of the benzene ring and heteroatoms, highlighting their role as major electron-accepting sites. This topology confirms that charge-transfer and electronic excitations are concentrated within the aromatic framework, amino group, and heteroatomic substituents, with amide group playing a minor role. These distributions highlight the complementarity of π→π* and n→π* transitions in determining the optical and reactivity profile of the molecule.

Numerical calculations at the B3LYP/6-311G(d,p) level predict a HOMO energy of -0.23575 a.u. and a LUMO energy of -0.05739 a.u., corresponding to an energy gap of 0.17836 a.u. (Table 4). The relatively small ΔE suggests pronounced electronic excitation potential and chemical reactivity. Additional descriptors,

including ionization potential, electron affinity, electronegativity, hardness, softness, and electrophilicity index, were also derived, providing a comprehensive picture of the electronic reactivity of the system.

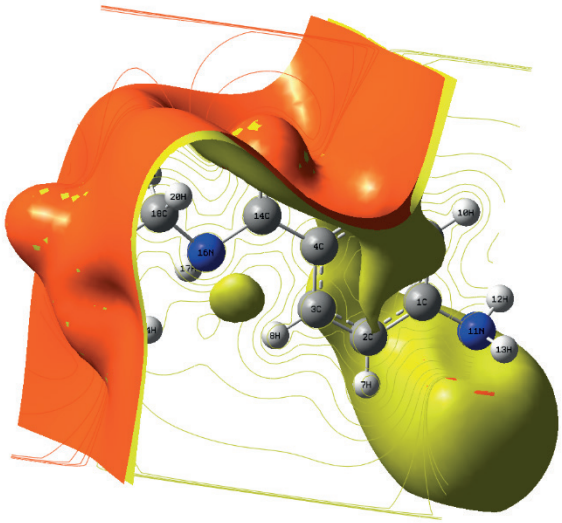
Table 4. Some of the calculated energy values of PAH molecule in their ground state with singlet symmetry at B3LYP/6-31+G(d,p) basis set.

Quantities	Values
Lowest MO Eigen value (a.u.)	-19.20818
Highest MO Eigen value (a.u.)	4.85647
HOMO (a.u.)	-0.23575
LUMO (a.u.)	-0.05739
HOMO–LUMO gap (a.u.), $\|\Delta E\|$	0.17836
χ (Electronegativity) (a.u.), [IP + EA]/2	0.14657
μ, Chemical potential, $-[IP + EA]/2$	-0.14657
η (Chemical hardness) (a.u.) [IP − EA]/2	0.08918
ζ (Softness) (a.u.)$^{-1}$, $1/2\eta$	5.606638
ψ (Electrophilicity index) (a.u.), $\mu^2/2\eta$	1.20446
Maximum charge transfer index ($\Delta N_{max}=-\mu/\eta$)	1.643530

2.5. Electrostatic Potential Analysis

Electrostatic potential (ESP) mapping (Fig. 5) reveals spatial charge distribution across the molecular surface, offering predictive insight into preferred sites of intermolecular interaction. The most negative potentials are concentrated around oxygen atoms (especially around carboxylic acid group) and selected carbons (slight negative) of the aromatic ring, consistent with π-electron delocalization and lone-pair density, marking these sites as electrophilic hotspots. Conversely, positive potential regions are localized around the amino group, and hydrogen atoms, designating them as probable nucleophilic centers. These findings are consistent with Uv-Vis spectra and orbital-derived interpretations of electron density.

Figure 5. 3D plot for an electrostatic potential map of PAH molecule

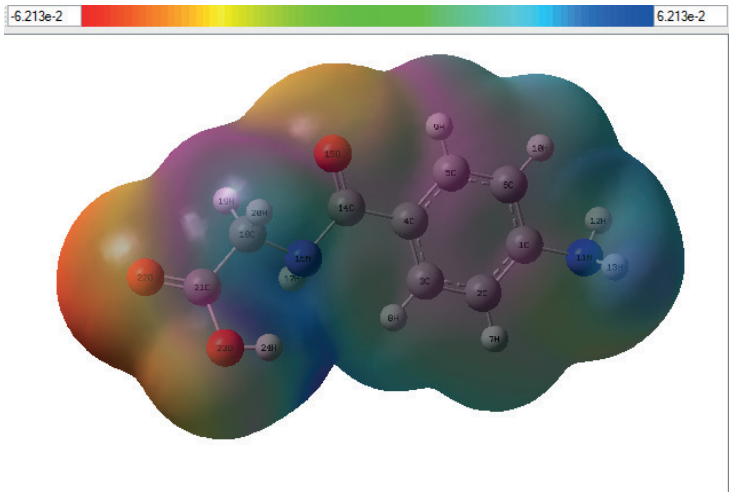


The predominance of green-shaded regions in the ESP surface further emphasizes a moderately positive charge distribution across the molecular skeleton, reflecting its polar character and versatility in intermolecular reactivity.

2.6. Molecular Electrostatic Potential Analysis

The molecular electrostatic potential (MEP) surface (Fig. 6) quantitatively defines the reactivity of PAH compound. The computed potential ranges from –0.06213 to +0.06213 a.u. Negative regions (–0.06213 a.u.), concentrated near the oxygen atoms (especially around carboxylic acid group) and selected carbons (slight negative) of the aromatic ring, highlight electrophilic reactivity, whereas positive regions (+0.06213 a.u.), localized around amino group and hydrogen atoms, indicate nucleophilic susceptibility. The dual presence of strongly positive and negative regions confirms that PAH molecule can function as both an electron donor and acceptor. This heterogeneous charge distribution not only promotes conventional electrophilic/nucleophilic interactions but also opens pathways for metal coordination and noncovalent interactions such as hydrogen bonding.

Figure 6. 3D plots of MEP image pertaining to PAH molecule



The combined FMO, ESP, and MEP analyses reveal that PAH title compound exhibits a narrow energy gap, extensive π-delocalization, and pronounced charge heterogeneity. These features underpin its versatile chemical reactivity and indicates potential applications in optoelectronic, photonic, and coordination chemistry, as well as in the design of functional organic materials.

CONCLUSION

In the present work, a comprehensive quantum chemical investigation of PAH structure has been performed employing both HF and DFT methods. Initial geometry optimizations, including detailed evaluations of bond lengths and bond angles, were carried out at the HF and DFT/B3LYP/6-31+G(d,p) levels. Comparative analysis reveals that both computation approaches provide superior agreement with each other, particularly in reproducing structural parameters and energetics. Accordingly, subsequent computational analyses are conducted exclusively within the B3LYP/6-31+G(d,p) framework to ensure both accuracy and computational efficiency.

At this optimized level of theory, structural, electronic, and thermodynamic properties of PAH were systematically examined. Structural optimization was followed by electronic structure analysis, UV–Vis spectral simulations, dipole moment calculations, and vibrational property assessments. To further elucidate molecular reactivity, molecular electrostatic potential and electrostatic potential surface maps are generated, highlighting regions of electrophilic and nucleophilic susceptibility. In parallel, frontier molecular orbital distributions and global quantum chemical reactivity descriptors, including ionization potential, electron affinity, chemical potential, electronegativity, chemical hardness and softness, electrophilicity index, and maximum charge transfer capability are evaluated to provide deeper insights into intramolecular charge transfer mechanisms and stability.

Additionally, energy band gap values and probable electronic transitions are analyzed, indicating information on electronic stability and excitation behavior. The interplay between structural configuration, electronic delocalization, and reactive site localization underscores the potential of PAH for favorable intermolecular interactions. The thermodynamic functions derived further confirm the reliability of the adopted theoretical approach.

Consequently, the findings demonstrate that PAH possesses robust electronic and structural characteristics relevant to its biological activity and potential drug-related applications, particularly in the context of renal physiology where PAH is widely employed as a diagnostic agent. The strong consistency observed between computational predictions and experimental observations validates the chosen methodology and provides a comprehensive molecular-level characterization of PAH. These insights are expected to not only advance the fundamental understanding of PAH's electronic and reactive nature but also support future explorations of its functional role in chemical, biomedical, and pharmaceutical sciences.

REFERENCES

Abd-El-Aziz, A., Li, Z., Zhang, X., et al. (2025). Advances in coordination chemistry of Schiff base complexes: A journey from nanoarchitectonic design to biomedical applications. *Topics in Current Chemistry (Z), 383*(8). https://doi.org/10.1007/s41061-025-00489-w

Bachrach, S. M. (2007). *Computational organic chemistry*. John Wiley & Sons.

Babic, J. T., Cook, J., & Tam, V. H. (2023). *Urinary excretion of drugs and drug reabsorption*.

Becke, A. D. (1993). Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. *Journal of Chemical Physics, 98*, 5648–5652.

Binkley, J. S., & Pople, J. A. (1977). *Journal of Chemical Physics, 66*, 879.

Casellas, C. P., Jansen, K., Rookmaaker, M. B., Clevers, H., Verhaar, M. C., & Masereeuw, R. (2022). Regulation of solute carriers OCT2 and OAT1/3 in the kidney: A phylogenetic, ontogenetic, and cell dynamic perspective. *Physiological Reviews, 102*, 993–1024. https://doi.org/10.1152/physrev.00009.2021

Chen, Y., Lu, S., Zhang, Y., Chen, B., Zhou, H., & Jiang, H. (2022). Examination of the emerging role of transporters in the assessment of nephrotoxicity. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology, 18*(11), 787–804. https://doi.org/10.1080/17425255.2022.2151892

Coelho, M. P., Costa, T., Dias, A., et al. (2025). NMR-based urinary biomarkers in pediatric primary mitochondrial disorders and chronic kidney disease: Shared mitochondrial dysfunction, diverging biosignatures. *Research Square (Preprint)*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6758787/v2

Dennington, R., Keith, T., & Millam, J. (2007). *GaussView* (Version 4.1.2). Semichem Inc.

Dong, J., Liu, J., Liu, Y., Yao, J., Lu, Y., Jiao, Z., & Li, W. (2023). Physiologically based pharmacokinetic modeling to predict OAT3-mediated drug–drug interactions of meropenem in varying stages of chronic kidney disease. *European Journal of Pharmaceutical Sciences, 183*, 106395.

Floerl, S., Kuehne, A., & Hagos, Y. (2022). Functional characterization and comparison of human and mouse organic anion transporter 1 as drugs and pesticides uptake carrier. *European Journal of Pharmaceutical Sciences, 175*, 106217.

Francl, M. M., Pietro, W. J., Hehre, W. J., Binkley, J. S., Gordon, M. S., DeFrees, D. J., & Pople, J. A. (1982). *Journal of Chemical Physics, 77*, 3654.

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., et al. (2009). *Gaussian 09* (Revision A.02). Gaussian Inc.

Fukui, K. (1987). Role of frontier orbitals in chemical reactions. *Science, 218*, 747–754.

Gece, G. (2008). The use of quantum chemical methods in corrosion inhibitor studies. *Corrosion Science, 50*, 2981–2992.

Gessner, A., Picurová, J., Englhard, L., Müller, F., Fromm, M. F., & König, J. (2025). Putative new biomarkers for renal transporter-mediated drug–drug interactions: Characterization as substrates of OCT2, MATE1, and other important drug transporters. *Drug Metabolism and Disposition*, 100155.

Hehre, W. J., & Pople, J. A. (1972). *Journal of Chemical Physics, 56*, 4233.

Helgaker, T., Jørgensen, P., & Olsen, J. (2000). *Molecular electronic-structure theory*. Wiley.

Imamura, R., Sugimoto, M., Horike, S., Terakawa, J., Fujita, K., Tamai, I., Daikoku, T., Kato, Y., & Arakawa, H. (2024). Role of organic anion transporter NPT4 in renal handling of uremic toxin 3-indoxyl sulfate. *Journal of Pharmaceutical Sciences, 113*(7), 1996–2000.

Ishibane, M., Hashimoto, H., Kaneko, M., Saito, S., Pae, S., Saito, S., Reien, Y., Higashi-Kuwata, N., Mitsuya, H., & Anzai, N. (2022). Effects of a novel hepatitis B antiviral drug E-CFCP in renal organic acid transporters. *Journal of Pharmacological Sciences, 150*(4), 201–203.

Ivonava, L., Faeste, C. K., & Solhaug, A. (2023). Atlantic salmon gill epithelial cell line (ASG-10) as a suitable model for xenobiotic biotransformation. *Metabolites, 13*(6), 771.

Jung, H., Won, J. Y., Park, Y.-K., Han, J.-H., & Cha, S. H. (2022). Functional characterization of *Clonorchis sinensis*sodium-bile acid co-transporter (CsSBAT) as a steroid sulfate transporter. *Helminthology, 121*, 217–224.

Kannenkeril, D., Ott, C., Bosch, A., Striepe, K., Pietschner, R., Schiffer, M., & Schmieder, R. E. (2022). Is basal nitric oxide activity of the renal vasculature altered? Analysis of a randomized controlled trial comparing two combination therapies. *Journal of Hypertension, 40*(Suppl. 1), e59.

Khan, S., Kingston, J., & Moinuddin, Z. (2024). Renal physiology: Blood flow, glomerular filtration, and plasma clearance. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine, 25*(5), 344–347.

Kim, D., Kim, S., & Na, D. H. (2025). Dendrimer nanoplatforms for oral drug delivery applications. *Journal of Pharmaceutical Investigation, 55*, 169–189. https://doi.org/10.1007/s40005-024-00716-4

Lewis, D. F. V., Ioannides, C., & Parke, D. V. (1994). Interaction of a series of nitriles with the alcohol inducible isoform of P450: Computer analysis of structure–activity relationships. *Xenobiotica, 24*, 401–408.

Ma, Y., Mu, J., Gou, X., & Wu, X. (2025). Precision medication based on the evaluation of drug metabolizing enzyme and transporter functions. *Precision Clinical Medicine, 8*(1). https://doi.org/10.1093/pcmedi/pbaf004

Mahadeo, A., Yeung, C. K., Himmelfarb, J., & Kelly, E. J. (2022). Kidney microphysiological models for nephrotoxicity assessment. *Current Opinion in Toxicology, 30*, 100341.

Ogasawara, A., Ide, R., Inoue, S., Tsuda, M., & Teng, R. (2025). Assessment of potential drug–drug interactions for novel oral melanocortin-1 receptor agonist Dersimelagon. *Pharmacology Research & Perspectives, 13*, e70069.

Parlak, C., Akdogan, M., Yildirim, G., Karagoz, N., Budak, E., & Terzioglu, C. (2011). Density functional theory study on the identification of 3-[(2-morpholinoethylimino)methyl]benzene-1,2-diol. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79*(1), 263–271.

Picurová, J., Gessner, A., Bartels, N., Scheuerlein, S., Fischer, O., Lochschmidt, L., Wenisch, P., Stopfer, P., Heinrich, M. R., König, J., & Fromm, M. F. (2025). In vitro transporter substrate properties of previously reported biomarkers for renal OAT1/OAT3-mediated drug–drug interactions. *Biochemical Pharmacology, 241*, 117184.

Prasad, O., Sinha, L., Misra, N., Narayan, V., & Kumar, N. (2010). *Journal of Molecular Structure, 940*, 82–86.

Røjen, B. A., Storm, A. C., Larsen, M., & Kristensen, N. B. (2024). Effects of sodium chloride intake on urea-N recycling and renal urea-N kinetics in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science, 107*(10), 8554–8568.

Sapru, S., Choudhary, N., Chandra, A., Mudi, R., Tripathi, R., & Deswal, S. (2023). Comparing the reliability of the glomerular filtration rate estimated with 99m-technetium diethylene-triamine-pentaacetate versus the effective renal plasma flow obtained with 99m-technetium ethylene dicysteine. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation, 34*(1), 21–33.

Sholl, D. S., & Steckel, J. A. (2009). *Density functional theory: A practical introduction*. Wiley.

Stephens, P. J., Devlin, F. J., Chabalowski, C. F., & Frisch, M. J. (1994). Ab initio calculation of vibrational absorption and circular dichroism spectra using density functional force fields. *Journal of Physical Chemistry, 98*, 11623–11627.

Thakur, A., Yue, G., Ahire, D., Mettu, V. S., Al Maghribi, A., Ford, K., Peixoto, L., Leeder, J. S., & Prasad, B. (2024). Sex and the kidney drug-metabolizing enzymes and transporters: Are preclinical drug disposition data translatable to humans? *Clinical Pharmacology & Therapeutics, 116*(1).

Tsang, Y. P., Rodriguez, A. G., Warren, M. S., & Unadkat, J. D. (2025). Identification of selective substrates and inhibitors of the major human renal uptake transporters. *Drug Metabolism and Disposition, 53*(3), 100046.

Tust, M., Müller, J. P., Fischer, D., & Gründemann, D. (2023). SLC22A11 inserts the uremic toxins indoxyl sulfate and p-cresol sulfate into the plasma membrane. *International Journal of Molecular Sciences, 24*(20), 15187.

Wang, J., Yuan, W., Shen, Q., Wu, Q., Jiang, Z., Wu, W., Zhang, L., & Huang, X. (2022). The key role of organic anion transporter 3 in the drug–drug interaction between tranilast and methotrexate. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 36*, e22983.

Yamamura, N., Imaoka, T., Hoshi, M., Yamada, M., & Itokawa, K. I. (2023). Renal tubular transporter-mediated interactions between mirogabalin and cimetidine in rats. *Xenobiotica, 53*(2), 114–122.

Young, D. C. (2001). *Computational chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems*. John Wiley & Sons.

https://doi.org/10.71284/asc.2025233

DFT AND HF INVESTIGATIONS OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: STRUCTURAL, SPECTROSCOPIC AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSES

Asaf Tolga Ülgen[1]
Ümit Erdem[2]
Gürcan Yıldırım[3]

Abstract

The theoretical characterization of the title compound, Para-aminohippuric acid (PAH), is performed using both density functional theory (DFT) and ab initio Hartree–Fock (HF) methods at the B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory. Optimized molecular geometries are calculated with both approaches and demonstrated excellent consistency, thereby validating the robustness of the computational framework. Given that DFT explicitly includes electron correlation effects, subsequent analyses of B3LYP/6-31+G(d,p) yielded results closer to the experimental results. Furthermore, this method provided an accurate representation of the electronic and structural properties of the title compound. On this basis, a comprehensive suite of calculations is carried out to probe the physicochemical behaviors, including detailed vibrational frequency parameters (scaled using normal coordinate analysis), Raman activities, Red masses, Force constants, IR ıntensities, Depolar (P), and Depolar (U)), nuclear magnetic resonance 1H and 13C chemical shifts, Mulliken and Atomic Polar Tensor atomic charge distributions of PAH compound. Besides, the solvent effect is searched on the total energies and dipole moments of compound under different polarity environments ranging ε=1.0, gas phase and ε=78.36, water medium, hence elucidating the role of solvation in modulating molecular reactivity. The obtained results are used to discuss the intramolecular charge transfer (ICT) processes, electron delocalization pathways, lone-pair contributions, π–π* conjugative effects, and possible sites for intermolecular hydrogen bonding interactions and metallic coordinations of the PAH molecule. Collectively, the results not only confirm the suitability of the B3LYP/6-31+G(d,p) computational protocol for modeling PAH molecule but also advance a detailed understanding of its structural, spectroscopic, and electronic properties. These findings hold potential implications for the rational design of functional materials, as well as for applications in pharmaceutical chemistry, molecular biology, and related interdisciplinary domains.

Keywords: Para-aminohippuric acid, solvent effect, vibrational frequencies HF, DFT.

[1]Assoc. Prof. Dr., Şırnak University, Turkey, asaftolgaulgen@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7112-5607
[2]Assoc. Prof. Dr., Kırıkkale University, Turkey, umiterdem@kku.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-0480-8176
[3]Prof. Dr., Abant Izzet Baysal University, Turkey, yildirim_g@ibu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5177-3703

INTRODUCTION

Para-aminohippuric acid (PAH), a synthetic derivative of hippuric acid, is highly water-soluble and widely recognized for its efficient renal clearance, making it an established diagnostic probe for effective renal plasma flow and tubular secretory function. Beyond its clinical use, PAH serves as a model substrate for investigating organic anion transporters (OATs), providing insights into renal drug handling, drug–drug interactions, and nephrotoxicity mechanisms. Despite its broad biomedical applications, PAH has received limited theoretical attention, with scarce data on its optimized geometries, electronic descriptors, vibrational spectra, and reactivity parameters. Comprehensive computational studies are therefore essential to correlate its molecular structure with electronic behavior and chemical reactivity, ultimately advancing its potential in pharmacology, toxicology, and materials science (Babic, Cook & Tam, 2023; Khan, Kingston & Moinuddin, 2024). PAH has long served as a classical probe for renal organic anion transport. Although its apical secretion pathway remained unclear for decades, recent studies have demonstrated that human NPT1, localized in the renal apical membrane, mediates PAH efflux, thereby providing the first molecular evidence for this transport mechanism (Uchino et al., 2000). Beyond its role as a model substrate, PAH has gained attention as a versatile biomolecule with diverse biomedical and material science applications. Clinically, it is employed as a biomarker to assess renal and hepatic function (Anitta & Sekar, 2022), as well as a stabilizer for renal plasma flow (RPF) and inulin-based measurements of glomerular filtration rate (GFR) under different treatment conditions (Güneş-Altan et al., 2025). PAH has also been used for renal protection during peptide receptor radionuclide therapy in patients with neuroendocrine tumors (Moraitis et al., 2024). In material sciences, it has been utilized to modify polyester dendrimers, enhancing adsorption capacity and improving biocompatibility (Torabi Fard et al., 2022). Furthermore, its structural adaptability is highlighted by its successful co-crystallization, despite the absence of prior records of PAH co-crystals or salts in the Cambridge Structural Database (CSD) (Grabowski & Gryl, 2025). From a metabolic perspective, the biotransformation of para-aminobenzoic acid (PABA) to PAH and related metabolites (p-acetamidobenzoic acid and p-acetamidohippuric acid) exhibits significant interindividual variability, largely attributed to genetic polymorphisms in N-acetyltransferase enzymes (Nortje et al., 2016; Sim et al., 2012; Song, Ho & Hsu, 1999). Collectively, these findings underscore the multifaceted importance of PAH, spanning renal physiology, pharmacology, radiotherapy, materials chemistry, and personalized medicine.

Quantum chemical methods, particularly density functional theory (DFT) and ab initio Hartree–Fock (HF), have emerged as indispensable tools for the detailed characterization of molecular geometries, electronic structures, vibrational spectra, and thermodynamic properties. These computational approaches enable accurate evaluation of electron density distributions, frontier molecular orbital (FMO) characteristics, and a range of global reactivity descriptors, including ionization potential, electron affinity, electronegativity, chemical hardness/softness, chemical potential, electrophilicity index, and maximum charge transfer index (Schulte et al., 2025). By providing insights into electron delocalization, intramolecular charge transfer (ICT) pathways, and the localization of electrophilic and nucleophilic reactive sites, quantum chemical models bridge the gap between structural information and functional reactivity. Such predictive capabilities are critical not only for advancing fundamental understanding of molecular systems but also for guiding practical applications in drug design, functional materials, catalysis, and environmental chemistry (Spasovová et al., 2024; Jridi et al., 2025).

In the present work, a comprehensive quantum chemical investigation of the title PAH compound is undertaken using both ab initio HF and DFT approaches. Initial geometry optimizations are performed at the HF/6-31+G(d,p) and B3LYP/6-31+G(d,p) levels, allowing a direct comparison of their predictive capabilities. The B3LYP functional demonstrated superior consistency with experimental observations relative to HF, particularly in reproducing spectroscopic (nuclear magnetic resonance ^{1}H and ^{13}C chemical shifts, Mulliken and Atomic Polar Tensor atomic charge distributions, vibrational frequencies, Raman activities, Red masses, Force constants, IR ıntensities, Depolar (P), and Depolar (U)) parameters.

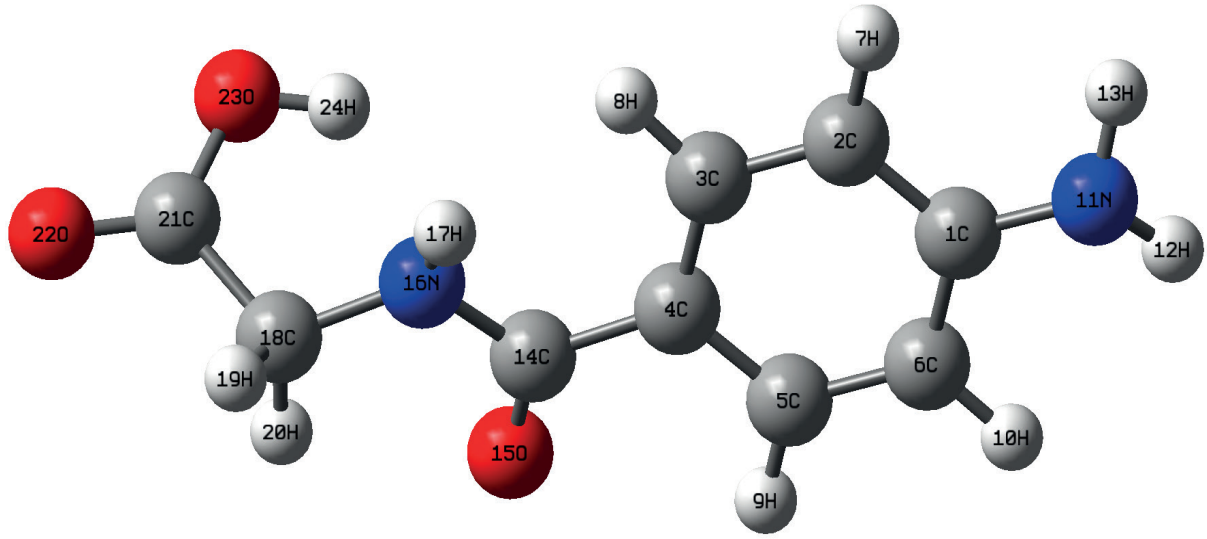
Consequently, subsequent calculations are primarily carried out at the B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory to ensure enhanced accuracy and reliability. Within this framework, the structural, vibrational, electronic, and thermodynamic properties of the molecule are systematically analyzed. Special attention is devoted to atomic charge distributions, evaluated through Mulliken and APT schemes, in order to elucidate dipole moments and polarization effects arising from the non-uniform electron density. Theoretical predictions of FT-IR vibrational frequencies and NMR chemical shifts are directly compared with available experimental data, and an excellent correlation is observed, thereby validating the computational methodology.

In conclusion, the results confirm that PAH compound exhibits favorable structural and electronic features that facilitate intermolecular interactions and may contribute to unique physicochemical behavior. Beyond demonstrating the consistency between theoretical predictions and experimental findings, this study provides a holistic molecular characterization of PAH molecule. All the findings provided critical insights into intramolecular charge transfer (ICT) dynamics, electron delocalization pathways, lone-pair orbital contributions, π–π* conjugative interactions, and potential sites for intermolecular hydrogen bonding. The findings gained are expected to guide future research, with potential implications in medicinal chemistry, molecular electronics, biology, and industrial applications.

1. COMPUTATIONAL DETAILS

In this study, an extensive computational protocol is employed to investigate the molecular and electronic properties of the title PAH molecule (given in Fig. 1). The analyses performed include atomic charge distribution (Mulliken population analysis and Atomic Polar Tensor, APT), vibrational frequency assignments, solvent effect, and nuclear magnetic resonance (NMR) chemical shift calculations with tetramethylsilane (TMS) as an internal reference. These analyses were used to probe intramolecular charge transfer (ICT) processes, electron delocalization pathways, lone-pair contributions, π–π* conjugative effects, and possible sites for intermolecular hydrogen bonding interactions.

Figure 1. Optimized molecular structure for PAH molecule



The quantum chemical calculations are performed using both Hartree–Fock (HF) (Cetin et al., 2011; Young, 2001) and density functional theory (DFT) with the B3LYP hybrid functional (Bachrach, 2007; Becke, 1992; Becke, 1993), in conjunction with the Pople-style 6-31+G(d,p) basis set (Stephens et al., 1994; Lee, Yang & Parr, 1988; Parlak et al., 2011; Hehre & Pople, 1972; Francl et al., 1982). Benchmark comparisons between HF and DFT methods are carried out, with DFT generally providing superior agreement with

experimental data. Consequently, most of the electronic and spectroscopic properties are analyzed primarily at the B3LYP/6-31+G(d,p) level.

All computations were performed using the Gaussian 09 software package (Binkley & Pople, 1977). Molecular visualizations, orbital density plots, MEP/ESP surface mappings, and contour analyses were generated using the GaussView molecular modeling program (Buyukuslu et al., 2010) on a personal workstation equipped with high-performance computational resources.

Vibrational properties are analyzed in detail. Raman activities (Si), obtained directly from Gaussian 09, are converted into relative Raman intensities (Ii) according to Raman scattering theory (Frisch et al., 2009; Dennington, Keith & Millam, 2007), expressed by the relation:

$$I_i = \frac{f(\upsilon_0 - \upsilon_i)^4 S_i}{\upsilon_i[1 - \exp(-hc\upsilon_i/KT)]} \quad 1$$

where h, c, and k are universal constants, ν_0 represents the excitation frequency, and ν_i corresponds to the vibrational wavenumber of the normal mode. A normalization factor f is applied to scale the intensities for comparative analysis. The theoretical vibrational frequencies are scaled by a factor of 0.9613 and 0.915 to correct for anharmonicity and systematic errors inherent to the B3LYP and HF functional, as recommended in the literature (Polavarapu, 1990; Keresztury et al., 1993; Alecu et al., 2010).

The studied PAH compound contains 24 atoms, corresponding to 72 total Cartesian degrees of freedom. Considering the removal of six degrees of freedom due to overall translational and rotational motions, the molecule exhibits 66 (3N–6) fundamental vibrational modes, consistent with its C_1 point group symmetry, where all vibrations transform as totally symmetric irreducible representations (Merrick, Moran & Radom, 2007). This ensures that all vibrational modes are IR- and Raman-active, making the system particularly suitable for combined vibrational spectroscopic characterization and computational analysis.

Consequently, the combination of electronic structure calculations, reactivity descriptors, and vibrational analyses provides a robust framework for understanding the structure–property relationships of PAH compound, enabling precise correlation with experimental evidence and offering predictive insights into its chemical behavior. We also calculate the Red masses, Force constants, IR ıntensities, Depolar (P), and Depolar (U) values by using both the calculation methods to compare each other.

2. RESULT AND DISCUSSION

2.1. NMR Spectral Analyses of PAH Molecule

Nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy is among the most powerful and widely applied tools for molecular structure elucidation, providing precise information about local electronic environments surrounding hydrogen and carbon nuclei. In particular, ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts serve as sensitive probes of electron density distribution, resonance and inductive effects, and substituent-induced perturbations, thereby enabling detailed structural and electronic characterization of organic molecules. The accuracy of theoretical predictions of NMR parameters is strongly dependent on the computational methodology employed, particularly the treatment of electron correlation and the completeness of the basis set.

In this study, the Gauge-Independent Atomic Orbital (GIAO) method is employed to calculate the ^{1}H and ^{13}C NMR chemical of title Para-aminohippuric acid compound. Structural optimization is performed using both the Hartree–Fock method and density functional theory with the B3LYP functional in combination with extended basis sets, namely TMS HF/6-31+G(d,p), TMS B3LYP/6-311+G(2d,p), and CH4-HF/6-31G(d), to systematically evaluate the influence of correlation treatment and basis-set expansion on predictive accuracy. The calculated isotropic chemical shifts are compared directly with available experimental NMR spectra to validate the computational approach.

The results, summarized in Table 1, reveal that B3LYP-based GIAO calculations provide excellent agreement with experimental data. For ^{1}H NMR, the calculated isotropic shifts at the B3LYP/6-311+G(2d,p) level span the range 8.3179–3.4667 ppm, closely reproducing the experimental values of 8.360–3.872 ppm and 8.310–3.874 ppm in $CDCl_3$ and DMSO-d_6 chemical solutions. In contrast, HF/6-31G(d) calculations produced a narrower range (7.6024–2.7512 ppm), which systematically overestimates deshielding and underestimates correlation effects. The improved performance of the DFT approach reflects its ability to incorporate electron correlation, which significantly influences the local shielding environment.

For ^{13}C NMR, the B3LYP/6-311+G(d,p) method predicts shifts in the range 58.7734 to 192.702 ppm, in favorable agreement with experimental data (41.04–171.65 ppm). Although a slight overestimation of the total shielding span is observed, the relative ordering of carbon environments is reproduced with high fidelity. At the CH_4-HF/6-31G(d) level of calculation, the chemical shifts are computed to be in a range of 191.817 ppm-57.8881 pm. In contrast, HF/6-31G(d) results (41.2537 ppm to 175.183 ppm) significantly exaggerate deshielding, reflecting limitations of the HF method in accounting for correlation effects.

Table 1. NMR chemical (experimental and theoretical) shifts belonging to N-ethylacetanilide molecule

Atoms	TMS HF/6-31G(d)	TMS B3LYP/6-311+G(2d,p)	CH_4-HF/6-31G(d)	Exp. in DMSO-d_6
C_{14}	175.183	192.702	191.817	
C_{21}	172.892	190.412	189.527	171.65
C_1	139.395	156.915	156.029	166.4
C_4	120.589	138.118	137.233	151.68
C_5	117.032	134.551	133.666	
C_3	115.339	132.839	131.954	128.37
C_6	114.485	132.004	131.119	120.58
C_2	112.637	130.157	129.272	112.53
C_{18}	41.2537	58.7734	57.8881	41.04
	TMS HF/6-31G(d)	TMS B3LYP/6-311+G(2d,p)	Exp. in $CDCl_3$	Exp. in DMSO-d_6
H_9	7.6024	8.3179	8.31	8.360
H_{24}	7.5792	8.2947		
H_8	7.5169	8.2324	7.597	7.602
H_7	7.4115	8.127		
H_{10}	7.3737	8.0892	6.568	6.565
H_{19}	4.8779	5.5934		
H_{20}	4.5965	5.312		
H_{17}	3.3484	4.0639	3.874	3.872
H_{12}	3.1181	3.8336		
H_{13}	2.7512	3.4667		

Taken together, these results establish that the B3LYP/6-311+G(d,p) GIAO method provides the most reliable and experimentally consistent predictions for both ^{1}H and ^{13}C chemical shifts of PAH molecule. The study further emphasizes that theoretical NMR predictions are highly sensitive to basis set size and correlation effects, which govern inductive, mesomeric, and shielding contributions.

From a broader perspective, this work validates the computational protocol for predicting NMR spectra of aromatic amide derivatives and provides deeper insight into structure–property relationships in title

PAH molecule. Such findings are valuable for rational molecular design in medicinal chemistry, organic electronics, and materials science, where subtle electronic perturbations strongly influence chemical reactivity, intermolecular interactions, and functional properties.

2.2. Atomic Charge Distribution Analysis for PAH Molecule

Atomic charge distribution is a fundamental parameter in quantum chemical investigations, as it provides direct insight into the nature of intra- and intermolecular interactions, electron delocalization, and reactive site identification within molecular systems. In the present study, the charge distribution of the *PAH* molecule was systematically analyzed using both Mulliken population analysis (Wilson, Decius & Cross, 1980; Atkins & Friedman, 1996; International Union of Pure and Applied Chemistry, 2025) and the Atomic Polar Tensor (APT) method at the HF and B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory. These complementary approaches are selected owing to their distinct physical interpretations and their widespread application in molecular electronic structure studies.

Mulliken population analysis partitions electron density among atoms based on contributions from atomic orbitals and overlap populations. Although computationally efficient, Mulliken charges are well known to depend strongly on the basis set and sometimes yield unphysical charge magnitudes. Nevertheless, this method remains valuable for providing qualitative information about electron distribution, charge delocalization, and intramolecular electron transfer, which in turn help elucidate reactivity patterns and lone-pair localization.

In contrast, APT charges are derived from the atomic polar tensor, which measures the change in the molecular dipole moment with respect to infinitesimal atomic displacements. Because APT charges are directly related to infrared intensities and vibrational spectroscopy, they provide physically meaningful measures of polarization effects and charge flow during vibrational motion. Hence, while Mulliken analysis is more appropriate for general electron population trends, APT analysis offers a robust connection to vibrational spectroscopy and polarization phenomena.

The computed Mulliken and APT charges for PAH compound are presented in Table 2. For carbon atoms, APT charges vary from -0.484969 (C4) to +1.406600 (C14) at DFT method and -0.523179 (C4) to +1.571353 (C14) HF calculation level of theory. On the other hand, Mulliken charges are calculated to range between -0.670200 (C5) and +0.709299 (C4); -0.769573 (C5) and +0.628801 (C4) at B3LYP and HF/6-31+G(d,p) levels of theory. Despite differences in absolute values, both methods exhibit consistent trends, reflecting the electron-withdrawing and electron-donating influences of local environments. For nitrogenous atoms, Mulliken analysis yields the values of -0.584027 for N11 atom and -0.432528 for N16 atom at B3LYP/6-31+G(d,p) basis set, whereas the HF calculation method indicates the values of -0.582360 and -0.536909, respectively. Similarly, APT analysis predicts a strongly negative charges (-0.830254 for N11 atom and -0.856684 for N16 atom) under DFT method, while the calculated values (by HF method) of -0.582360 and -0.536909 belong to the N11 and N16 atoms, highlighting the distinct sensitivity of two approaches to electronic polarization. For oxygen atoms, both methods predict negative charges (-0.850351, -0.825643, and -0.755900 at DFT/APT and -0.500672, -0.456941, and -0.422475 at DFT/Mulliken). Likewise, the HF method gives the similar results; namely, -0.995902, -0.963928, and -0.842134 at HF/APT and -0.566739, -0.566739, and -0.547775 at HF/Mulliken, consistent with the high electronegativity and localization of lone-pair electrons, which play a key role in intermolecular hydrogen bonding and charge redistribution. Hydrogen atomic charges in the Mulliken scheme lie within the range +0.385516 (H24) to +0.108932 (H8) at B3LYP/6-31+G(d,p) basis set. The smallest positive charges are observed for hydrogens attached to the aromatic ring, reflecting π-electron shielding effects.

Table 2. Atomic charge distributions for optimized geometry of PAH molecule

Label	DFT/B3LYP/6-31+(d,p)		HF/6-31+(d,p)	
	APT atomic charges	Mulliken atomic charges	Mulliken atomic charges	APT atomic charges
C_1	0.720778	-0.245800	-0.769573	0.784677
C_2	-0.263345	0.123721	0.188795	-0.331970
C_3	0.162978	-0.427172	-0.187257	0.226107
C_4	-0.484969	0.709299	0.628801	-0.523179
C_5	0.169450	-0.670200	-0.603367	0.206672
C_6	-0.233986	0.381259	0.480260	-0.292509
H_7	0.024104	0.114053	0.162498	0.036491
H_8	0.034653	0.108932	0.159739	0.042371
H_9	0.084898	0.160334	0.209143	0.088198
H_{10}	0.024058	0.117705	0.165763	0.036402
N_{11}	-0.830254	-0.584027	-0.582360	-0.870132
H_{12}	0.210251	0.296173	0.306496	0.219837
H_{13}	0.208217	0.294875	0.304963	0.218691
C_{14}	1.406600	0.005524	-0.028817	1.571353
O_{15}	-0.850351	-0.500672	-0.566739	-0.995902
N_{16}	-0.856684	-0.432528	-0.536909	-0.959867
H_{17}	0.173406	0.298634	0.325408	0.200728
C_{18}	0.255162	-0.149960	0.004911	0.352431
H_{19}	-0.013725	0.177817	0.178216	-0.015208
H_{20}	0.090183	0.224660	0.221718	0.067792
C_{21}	1.194940	0.491274	0.614565	1.367412
O_{22}	-0.825643	-0.456941	-0.540185	-0.963928
O_{23}	-0.755900	-0.422475	-0.547775	-0.842134
H_{24}	0.355180	0.385516	0.411705	0.375665

In contrast, hydrogens bonded to more electronegative centers exhibit higher positive values, consistent with stronger electron-withdrawing effects from neighboring atoms. As for the HF/Mulliken charge distribution analysis, the most positive atomic charge is found to be about +0.411705 for the H24 atom, whereas the minimum value of +0.159739 ascribes to the H8 atomic charge. As for the APT atomic charges for hydrogen atoms, the maximum value of +0.355180 and minimum value of +0.024058 are attributed to the H24 and H10 atomic charges calculated at DFT method, whereas the smallest/highest values of +0.036402 and +0.375665 are computed for the H10 and H24 atomic charges by using HF basis set.

To sum up, the charge distribution analysis confirms the presence of significant π-conjugation across the aromatic ring system, as well as pronounced nonbonding contributions from nitrogen and oxygen lone pairs. The observed inhomogeneous charge distribution and non-uniform electron delocalization indicate substantial intramolecular charge transfer pathways. These results not only highlight the electronic anisotropy within the title PAH molecule but also underscore its potential reactivity at specific electrophilic and nucleophilic sites, which is of particular importance in predicting intermolecular interactions, biological binding behavior, and electronic applications. All the findings are totally supported by the other sections of paper.

2.3. Solvent Effect on Total Energy and Dipole Moment of PAH

It is well established that the solvent environment plays a crucial role in modulating the structural stability, electronic distribution, and physicochemical behavior of molecular systems (Helgaker, Jensen & Jørgensen, 1986). Solvent-induced perturbations can alter charge delocalization, dipole moments, frontier orbital energies, and even reaction mechanisms, thereby directly influencing the molecular reactivity and stability of organic compounds in different environments. To account for such effects, continuum solvation models have been widely employed due to their balance between computational efficiency and predictive accuracy. Among these, the conductor-like polarizable continuum model (CPCM) and the Onsager reaction field model are particularly prominent (Olsen & Jørgensen, 1985).

In the CPCM approach, the solute molecule is embedded within a cavity composed of interlocking atomic spheres, allowing full quantum-mechanical treatment of the solute while explicitly including solvent polarization through electrostatic interactions. Importantly, CPCM considers free energy contributions arising from dispersion and repulsion between the cavity surface and solvent molecules, thus providing a more comprehensive description of solute–solvent interactions (Karaboga et al., 2013). Conversely, the Onsager model simplifies the system by approximating the solute as occupying a spherical cavity within a homogeneous dielectric continuum. Here, the dipole moment of the solute induces a reaction field within the medium, which in turn stabilizes the solute electronic structure through dielectric polarization (Barone & Cossi, 1998; Canses et al., 1997). While the Onsager model is computationally simpler, the CPCM framework generally affords more reliable predictions, particularly for anisotropic and polar molecules, owing to its more rigorous treatment of electrostatic contributions and cavity shape effects.

In this study, solvent effects on the self-consistent field (SCF) energies and dipole moments of PAH are systematically investigated at the B3LYP/6-31+G(d,p) level using the CPCM model. The results, summarized in Table 3, reveal a pronounced dependence of molecular properties on solvent polarity. Specifically, SCF energies decreased monotonically as the dielectric constant increased (ε=1.0, gas phase, to ε=78.36, water), indicating enhanced stabilization of the molecular electronic structure in more polar environments. This stabilization arises from favorable electrostatic interactions between the polar solute and solvent reaction field (Schermann, 2007).

A parallel trend is observed for the dipole moment, which increased from 9.0864 D in the gas phase to 11.74472 D in aqueous solution. The amplification of dipole moment reflects the inherently polar nature of the title PAH molecule, wherein the solvent field reinforces intramolecular charge separation. Such polarization enhancement is expected to strengthen solute–solvent hydrogen bonding and electrostatic

interactions, which are particularly relevant in biological media where solvation effects govern ligand–receptor binding, molecular recognition, and drug transport.

Overall, these findings confirm that solvent polarity exerts a stabilizing influence on both the electronic structure and dipolar characteristics of PAH compound. This not only underscores the importance of including solvation models in computational studies but also highlights the compound's potential adaptability and enhanced reactivity in polar biological and chemical environments.

Table 3. Total energies and dipole moments of N-ethylacetanilide compound at B3LYP/6-31+G(d,p) at different polarity environments.

Medium	E^{tot} (a.u.)	Dipole moment (Debye)	Dielectric constant (ε)
Gas phase	-684.2375	9.0864	1
Cyclohexane	-684.2509	10.4446	2.02
Benzene	-684.2528	10.6227	2.27
Toluene	-684.2557	10.6978	2.37
Chloroform	-684.2599	10.9123	4.71
Chlorobenzene	-684.2663	11.14047	5.7
Dichloromethane	-684.2688	11.29116	8.93
DMSO	-684.2715	11.51814	46.83
Water	-684.2738	11.74472	78.36

2.4. Vibrational Frequencies

A comprehensive vibrational frequency analysis was carried out to investigate the spectroscopic signatures and structural features of the title PAH molecule. The vibrational spectra are computed at the HF and B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory, with the frequencies scaled by the appropriate factor (0.9613 and 0.9150) to compensate for anharmonicity and systematic overestimation inherent in DFT calculations. The results include scaled vibrational frequencies, force constants, depolarization ratios [Depolar (P) and Depolar (U)], IR intensities, Raman activities, and vibrational assignments, all of which are summarized in Table 4 alongside the corresponding experimental values. The close agreement between theoretical and experimental frequencies demonstrates the robustness of the adopted computational protocol.

The vibrational analysis provides clear evidence for the presence of aromatic and aliphatic functional groups in the compound. The C–H stretching modes of aromatic rings are generally weak to moderate in intensity and are typically observed above 2920 cm^{-1}. In line with earlier reports by Roeges (Ahmed, 2012), who placed phenyl C–H stretches within 3120–3000 cm^{-1}, and Klots and Collier (Tomasi, Mennucci & Cammi, 2005), who observed them in the 3045–3085 cm^{-1} range for benzoxazole derivatives, the present experimental IR spectra reveal bands in the 2870–3043 cm^{-1} region. These are in good agreement with the computed range of 2974–3104 $cm^{-1}$and 2957–3095 cm^{-1} at DFT and HF calculation methods, respectively. By contrast, the aliphatic C–H stretches are predicted at slightly lower wavenumbers, consistent with their stronger intensity relative to the aromatic counterparts.

The C=C stretching modes of the phenyl ring are another diagnostic feature of aromaticity. These modes are typically observed between 1200–1650 cm^{-1}, with frequency shifts depending on substitution effects (Coates, 2000). For the PAH molecule, calculated C=C stretching frequencies fall within 678–1677 cm^{-1}, closely reproducing the experimental region of 715–1657 cm^{-1}. This excellent agreement underscores

the reliability of the DFT/B3LYP//6-31+G(d,p) method in accurately capturing substitution-induced perturbations on aromatic ring vibrations and reproducing subtle electronic effects within the molecular framework. In contrast, the HF/6-31+G(d,p) approach systematically predicts vibrational frequencies at slightly higher values than those observed experimentally, a discrepancy attributable to its neglect of electron correlation effects. This overestimation, commonly reported in HF-based vibrational studies, further highlights the superiority of DFT methods for modeling complex aromatic–amide systems with enhanced accuracy and predictive power. C–O stretching modes provide further structural confirmation.

Table 8. Vibrational frequencies and related parameters of PAH molecule.

*Scaled Freq.		IR : KBr disc	IR : nujol mull	Red. Masses		Frc consts		IR Inten		Raman Activ		Depolar (P)		Depolar (U)	
DFT	**HF**			**DFT**	**HF**	**DFT**	**HF**	**DFT**	**HF**	**DFT**	**HF**	**DFT**	**HF**	**DFT**	**HF**
30.32248	22.5973			4.6929	5.1554	0.0028	0.0019	2.4124	6.4734	3.2585	1.5332	0.7494	0.7487	0.8568	0.8563
41.61833	41.20629			6.5365	6.776	0.0072	0.0081	1.3263	0.9722	1.7302	0.9853	0.7431	0.7495	0.8526	0.8568
50.82547	45.54019			6.354	5.7168	0.0105	0.0083	6.6636	4.6409	1.6736	2.5552	0.7195	0.7449	0.8369	0.8538
77.25574	69.84085			7.6233	7.1242	0.029	0.0245	6.2574	8.6409	1.4908	0.578	0.555	0.5979	0.7138	0.7484
102.0175	103.0312			5.3407	5.0955	0.0354	0.0381	4.0562	4.932	1.523	1.2449	0.7475	0.7488	0.8555	0.8564
161.5444	164.0354			3.8586	3.9397	0.0642	0.0746	5.4223	4.4606	0.9262	0.4658	0.6647	0.6793	0.7986	0.809
235.289	240.0007			5.297	5.2707	0.187	0.2137	1.371	0.4757	1.1822	1.238	0.2607	0.1956	0.4136	0.3273
262.9274	271.1473			4.5741	4.5868	0.2016	0.2373	7.2135	7.1728	1.926	2.1081	0.173	0.19	0.295	0.3193
296.2893	306.6892			4.7374	1.0637	0.2652	0.0704	15.5857	14.4742	0.8376	0.2631	0.6997	0.7199	0.8233	0.8371
304.0565	307.0793			4.942	4.3423	0.2913	0.2882	30.7245	10.8042	4.873	1.2895	0.4847	0.7167	0.6529	0.835
343.5274	313.6032			1.0548	4.91	0.0794	0.3398	15.0771	27.0375	0.1764	2.1594	0.687	0.534	0.8145	0.6962
368.6808	378.1356			3.6378	4.0128	0.3153	0.4038	6.0353	5.4296	0.8063	0.6878	0.2786	0.3438	0.4357	0.5116
402.4382	418.5917			2.9469	2.9705	0.3043	0.3663	6.1116	0.7018	0.8552	0.0497	0.5065	0.7377	0.6725	0.849
409.7055	427.1451			1.3782	3.8098	0.1475	0.4892	403.1943	14.0051	19.9096	1.1505	0.4542	0.7499	0.6247	0.8571
418.5273	480.276			3.5755	1.4867	0.3993	0.2413	5.139	405.8218	1.5196	16.3973	0.7399	0.4335	0.8505	0.6048
492.1778	493.9057			2.5023	1.6397	0.3865	0.2815	15.1554	12.7069	0.5499	0.799	0.2098	0.7446	0.3468	0.8536
499.778	528.509			2.3905	2.2642	0.3807	0.4451	16.612	86.3943	5.1591	7.2133	0.5164	0.534	0.6811	0.6962
540.2098	547.3181	510		3.19	1.9395	0.5935	0.4089	18.1153	19.5363	0.7662	0.9713	0.6214	0.6825	0.7665	0.8113
550.8249	565.8055	551	551	1.7394	3.8823	0	0.8746	49	42.0209	1.2618	0.8863	0.2247	0.2838	0	0.4421
599.8512	614.1791			5.6829	4.3768	1.3027	1.1619	4.3012	16.5724	0.3439	0.497	0.5601	0.7447	0.718	0.8537
625.8743	625.0848	626	625	6.0541	1.6205	1.512	0.4456	3.6584	66.8636	6.4706	1.2884	0.7472	0.5729	0.8553	0.7285
639.2645	641.1484		638	4	4.4099	1	1.2757	10.2064	5.6322	2.8398	5.5496	0.5664	0.7375	0.7232	0.8489
670.9874	677.2563	668	669	3.5788	2.9895	1.0258	0.965	17.9626	21.2636	1.1101	1.8816	0.7471	0.7473	0.8552	0.8554
692.613	703.9329			1.2299	3.239	0.3762	1.1295	58.3941	13.1078	2.1461	0.9111	0.75	0.6909	0.8571	0.8172
741.7108	783.9138			5	5.3292	2	2.3047	30.3497	60.0385	1.7055	2.9134	1	0.5561	0.7779	0.7148
776.7304	800.2517	771	771	4	4.458	2	2.0091	3	7.9882	1	3.4558	0	0.1107	0.4465	0.1994
789.2273	835.9824			1	2.2943	1	1.1284	4	8.9435	2	24.7708	0	0.0608	0.2886	0.1145
815.1824	840.8194			2	1.8326	1	0.9117	31	1.0183	10	12.742	0	0.0532	0	0.1011
823.8341	864.3351	841	841	4	1.9069	2	1.0026	2	48.2255	24	1.618	0	0.0702	0	0.1312
833.4471	868.2092	864	855	5	5.5965	2	2.9688	25	29.6119	30	13.1201	0	0.0691	0	0.1293
913.235	986.3975	886	886	1	1.5174	1	1.039	0	3.2123	0	0.6402	1	0.1001	1	0.182
950.7257	995.5566		955	1	3.2309	1	2.2536	1	15.5342	0	4.0785	0	0.0312	1	0.0604
964.1839	1015.046			4	2.2854	2	1.6571	34	6.4123	4	1.714	0	0.4031	0	0.5746

987.7829	1020.161	997	997	2.4895	1.4374	1.5487	1.0527	4	3.2159	1	0.4513	0	0.6219	0	0.7669
1017.497	1056.413	1012	1012	2.6151	2.099	1.7262	1.6485	4.7654	2.5412	8	2.7266	0.2613	0.1931	0.4144	0.3236
1031.121	1070.495	1086	1086	1.5907	1.9986	1.0783	1.6118	1.3534	3.9368	1.3315	1.8265	0.4764	0.4288	0.6454	0.6002
1105.507	1116.392			2.0437	1.5295	2	1.3415	61.1425	17.3991	0.4704	0.4995	0.3687	0.7178	0.5387	0.8357
1114.585	1143.759			1.4631	2.8494	1.1589	2.6231	2.0379	15.254	6.4886	24.2274	0.2402	0.1638	0.3874	0.2815
1147.885	1188.228	1137	1137	2.0545	1.2292	1.7259	1.2213	113.5406	186.2564	23.2161	18.7166	0.5134	0.185	0.6785	0.3122
1162.167	1201.624	1186	1184	1.2022	1.6152	1.0352	1.6413	119.7858	20.6261	29.2624	4.5274	0.1396	0.6318	0.2451	0.7744
1206.272	1227.848	1196		1.4554	2.7645	1.3502	2.933	35.0732	14.7458	52.6208	5.9763	0.2305	0.3012	0.3746	0.463
1234.792	1257.823			1.9301	1.8228	1.8763	2.0295	353.3043	139.5911	129.8667	43.8511	0.3097	0.2096	0.4729	0.3466
1278.204	1280.149	1266	1257	2.6537	1.8401	2.7643	2.1221	72.0169	342.9404	7.7472	48.3944	0.0829	0.2478	0.1531	0.3972
1288.051	1295.567			1.6765	2.3665	1.7734	2.7953	8.4967	21.7034	2.6751	3.6479	0.2303	0.52	0.3744	0.6842
1300.654	1338.371	1301	1300	1.8564	1.3438	2.0023	1.6939	307.1141	0.2152	12.1035	1.3469	0.2343	0.5291	0.3796	0.6921
1306.564	1360.852	1318	1317	1.5712	1.65	1.7101	2.1504	56.7812	204.411	2.5308	2.3234	0.5011	0.1948	0.6677	0.3261
1321.967	1383.443	1347	1347	3.7749	2.3416	4.2061	3.1538	2.7824	234.3983	3.181	0.343	0.3685	0.4323	0.5386	0.6036
1403.695	1450.824	1399	1398	1.0783	2.6632	1.3547	3.9449	15.5303	1.7463	17.3468	2.0009	0.5299	0.2611	0.6927	0.4141
1414.659	1454.274	1412	1412	2.9415	1.0797	3.7533	1.6069	4.7586	15.5439	1.8691	9.666	0.1578	0.5745	0.2726	0.7298
1450.935	1523.411	1439	1462	1.7289	1.8602	2.3206	3.0382	344.7791	361.967	7.5671	2.9754	0.5443	0.709	0.7049	0.8297
1497.596	1552.288	1518	1518	2.5785	2.1931	3.6871	3.7188	18.1589	110.022	38.4871	4.8254	0.4892	0.7457	0.657	0.8543
1549.147	1607.719	1552	1562	6	5.8755	9	10.6875	15	28.0458	15	9.9885	0	0.4651	0	0.6349
1589.99	1639.488			2	3.16	4	5.9774	76	144.8001	143	165.4292	0	0.5344	1	0.6966
1606.332	1662.125	1601	1600	2	1.3498	3	2.6242	380	297.8105	163	88.3624	0	0.4698	1	0.6392
1672.953	1762.382	1649	1649	9.6065	9.7752	17.1422	21.3664	236.3391	377.2265	178.0236	70.7864	0.2358	0.231	0.3817	0.3753
1779.734	1861.595	1745	1745	10.2808	10.3723	20.7619	25.2962	458	539.5775	25.5519	15.7073	0.3127	0.3422	0.4764	0.5099
2957.604	2974.949	2929	2925	1.059	1.0628	5.9064	6.6192	31	23.6762	149.282	101.3711	0.0642	0.0829	0.1207	0.153
3007.843	3030.361	3008	2954	1.1053	1.1048	6	7.1399	6	4.3475	46	32.5123	1	0.7446	1	0.8536
3052.074	3058.836	3023		1.0868	1.0889	6.4549	7.1697	15.6127	15.9971	58.7984	56.0846	0.6525	0.6244	0.7897	0.7688
3057.577	3064.079			1.0898	1.0915	6.496	7.2114	15.2696	14.7825	109.6937	89.3102	0.3859	0.4048	0.5569	0.5764
3068.311	3077.2			1.0943	1.0956	6.5683	7.3007	12.6168	13.5658	128.7131	109.9178	0.1582	0.1808	0.2731	0.3062
3095.751	3104.659	3266	3262	1.0927	1.0945	6.6765	7.4239	2.1861	1.6756	83.1332	74.5793	0.2061	0.2244	0.3418	0.3666
3456.223	3495.154	3340	3356	1.0471	1.0485	7.9748	9.0138	60.481	56.6428	313.9918	191.6351	0.1689	0.1449	0.289	0.2532
3479.295	3551.801	3474	3474	1.0767	1.0777	8.3098	9.5675	16.7115	31.3677	54.1503	33.072	0.0908	0.1197	0.1664	0.2139
3538.764	3599.4			1.0648	1.1011	8.5018	10.0387	205.8229	32.4123	144.5998	54.6426	0.2079	0.7499	0.3443	0.8571
3565.69	3784.687			1.1014	1.0659	8.9279	10.7442	26.9081	199.3549	68.9567	62.9363	0.7494	0.1984	0.8568	0.3311

According to Badawi (Roeges, 1994), such modes occur around 1662–1861 cm^{-1} (HF) and 1606–1779 cm^{-1} (DFT) in PAH derivatives. In the present compound, the theoretical value at ~1667 cm^{-1} corresponds well with the experimental band at 1654–1657 cm^{-1}, reflecting the conjugated nature of the carbonyl group within the acetanilide framework. Similarly, in-plane C–H bending vibrations, often coupled with C–C stretching, are experimentally observed between 886–1552 cm^{-1}, while DFT and HF predict them in the range 913–1549 cm^{-1} and 986–1607 cm^{-1}, respectively.

Lower-frequency skeletal deformations (30–1589 cm^{-1} and 22–1639 cm^{-1}, calculated by HF and B3LYP/6-31+G(d,p) method) account for wagging, twisting, and torsional modes of the aliphatic chain and benzene ring.

Correspondingly, the vibrational frequency analysis confirms that especially the B3LYP/6-31+G(d,p) method reproduces the experimental vibrational profile of PAH molecule with high fidelity. The consistency between theoretical predictions and experimental IR/Raman spectra validates the use of DFT for vibrational

characterization of complex aromatic–amide systems, providing reliable insight into both localized and delocalized vibrational dynamics. This agreement also highlights the significant role of intramolecular charge transfer and conjugative effects in shaping the vibrational behavior of the molecule.

The analysis of vibrational intensities further highlights key spectroscopic features of the PAH molecule. At the B3LYP/6-31+G(d,p) level of theory, the highest calculated IR intensity is found to be 458 a.u. corresponding to the vibrational mode at 1779.734 cm^{-1}, whereas at the HF/6-31+G(d,p) level, the maximum IR intensity is slightly higher at 539.5775 a.u. for the band located at 1861.595 cm^{-1}. These strong absorptions can be attributed primarily to stretching vibrations with significant charge redistribution, consistent with the polar nature of the amide and aromatic functionalities in the molecule.

Reduced mass values associated with these intense vibrational modes are calculated as 10.2808 a.m.u. (at 1779.734 cm^{-1}, DFT) and 10.3723 a.m.u. (at 1861.595 cm^{-1}, HF), confirming that collective motions of multiple atoms, particularly the carbonyl group coupled with aromatic vibrations are responsible for the observed intensities. Importantly, the corresponding force constants are found to be 20.7619 mdyne/Å (DFT) and 5.2962 mdyne/Å (HF), indicating a much stronger restoring force and bond stiffness in the DFT-predicted vibrational mode compared to HF. This reinforces the known superiority of DFT methods in accounting for electron correlation, which directly influences bond strength evaluations.

Raman activity analyses further support these findings. The B3LYP/6-31+G(d,p) method predicts the strongest Raman activity of 313.9918 a.u. at 3456.223 cm^{-1}, which can be assigned to symmetric stretching vibrations of aliphatic C–H bonds. In comparison, the HF method reports a maximum Raman activity of 191.6351 a.u. at 3495.154 cm^{-1}, slightly blue-shifted relative to the DFT prediction. These observations highlight the tendency of HF calculations to overestimate vibrational frequencies due to incomplete treatment of electron correlation.

Depolarization ratios, which provide insight into the polarization characteristics of Raman-active modes, are also evaluated. For the DFT method, the highest depolarization ratios are calculated as 0.75 (P) and 0.8571 (U) at 692.613 cm^{-1}, corresponding to ring deformation vibrations. At the HF level, the maximum depolarization values of 0.7495 (P) and 0.8568 (U) are observed at 41.206 cm^{-1}, reflecting low-frequency lattice-like vibrations. These results confirm that the Raman modes exhibit predominantly depolarized character, consistent with the molecular symmetry (C_1 point group).

Collectively, these findings emphasize the enhanced accuracy of the DFT approach in predicting vibrational intensities, reduced masses, and force constants, while also providing deeper insights into polarization behavior compared to HF. The strong correlation between computational and experimental data underscores the utility of DFT for vibrational spectroscopy of complex amide–aromatic systems.

CONCLUSION

Theoretical investigations of *para*-aminohippuric acid are carried out using both density functional theory and ab initio Hartree–Fock methods with the B3LYP/6-31+G(d,p) basis set. Optimized molecular geometries obtained from both approaches exhibited strong consistency, validating the reliability of the computational framework. Since DFT explicitly takes electron correlation into account, it gives results closer to the experimental results than the HF method results. A comprehensive set of quantum-chemical calculations is conducted to probe the fundamental physicochemical features, such as vibrational frequency analyses with scaled normal coordinate assignments, infrared intensities, Raman activities, reduced masses, and force constants, along with depolarization ratios Depolar (P) and Depolar (U) of the molecule. Nuclear magnetic resonance (^1H and ^{13}C NMR) chemical shifts are computed relative to tetramethylsilane, and Mulliken as well as atomic polar tensor charge distributions were analyzed to characterize electronic charge localization. Solvent effects were evaluated by examining total energies and dipole moments in media of different dielectric constants, thereby elucidating the influence of solvation on molecular polarity and

reactivity. The results show that the compound studied possess intramolecular charge transfer mechanisms, electron delocalization, lone-pair contributions, π–π* conjugation, and potential intermolecular interaction sites, including hydrogen bonding and metallic coordination. Consequently, the results obtained confirm the suitability of the B3LYP/6-31+G(d,p) protocol for accurately modeling PAH and establish a deeper understanding of its structural, spectroscopic, and electronic features. These findings not only contribute to the fundamental knowledge of PAH chemistry but also underline its potential applications in pharmaceutical sciences, biomedical diagnostics, and functional material design.

REFERENCES

Ahmed, A. A. (2012). *[Article title not provided]*. *Computational and Theoretical Chemistry, 999*, 251–258.

Alecu, I. M., Zheng, J., Zhao, Y., & Truhlar, D. G. (2010). Computational thermochemistry: Scale factor databases and scale factors for vibrational frequencies obtained from electronic model chemistries. *Journal of Chemical Theory and Computation, 6*, 2872–2887.

Anitta, S., & Sekar, C. (2022). HAP-TiO_2 nanocomposites based electrochemical sensor for selective and simultaneous detection of para-aminohippuric acid and uric acid. *Microchemical Journal, 181*, 107704.

Atkins, P. W., & Friedman, R. S. (1996). *Molecular quantum mechanics*. Dover Publications.

Babic, J. T., Cook, J., & Tam, V. H. (2023). *Urinary excretion of drugs and drug reabsorption*.

Bachrach, S. M. (2007). *Computational organic chemistry*. John Wiley & Sons Inc.

Barone, V., & Cossi, M. (1998). *[Article title not provided]*. *Journal of Physical Chemistry A, 102*, 1995–2001.

Becke, A. D. (1992). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 97*, 9173.

Becke, A. D. (1993). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 98*, 5648.

Bellamy, L. J. (1975). *The infrared spectra of complex molecules* (3rd ed.). Wiley.

Binkley, J. S., & Pople, J. A. (1977). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 66*, 879.

Buyukuslu, H., Akdogan, M., Yildirim, G., & Parlak, C. (2010). Ab initio Hartree–Fock and density functional theory study on characterization of 3-(5-methylthiazol-2-yldiazenyl)-2-phenyl-1H-indole. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 75*(4), 1362–1369.

Canses, E., Thomasi, J., Mennucci, B., & Thomasi, J. (1997). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 107*, 3032–3042.

Cetin, S., Yildirim, G., Parlak, C., Akdogan, M., & Terzioglu, C. (2011). Experimental and theoretical studies on the identification of p-biphenyloxycarbonylphenyl acrylate. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79*(5), 1024–1033.

Coates, J. (2000). Interpretation of infrared spectra: A practical approach. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of analytical chemistry*. Wiley.

Dennington, R., II, Keith, T., & Millam, J. (2007). *GaussView* (Version 4.1.2). Semichem, Inc.

Francl, M. M., Pietro, W. J., Hehre, W. J., Binkley, J. S., Gordon, M. S., DeFrees, D. J., & Pople, J. A. (1982). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 77*, 3654.

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Mennucci, B., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Caricato, M., Li, X., Hratchian, H. P., Izmaylov, A. F., Bloino, J., Zheng, G., Sonnenberg, J. L., Hada, M., ... Fox, D. J. (2009). *Gaussian 09* (Revision A.02). Gaussian, Inc.

Grabowski, S., & Gryl, M. (2025). Tyramine as a prolific coformer in crystal engineering: Insights from classical crystal structure analysis and electron density studies. *Crystal Growth & Design, 25*, 109–119.

Güneş-Altan, M., Bosch, A., Striepe, K., Schiffer, M., Schmieder, R. E., & Kannenkeril, D. (2025). Effects of combination treatment on renal endothelial function in type 2 diabetes mellitus. *Kidney International Reports*. https://doi.org/10.1016/j.ekir.2025.07.023

Hehre, W. J., & Pople, J. A. (1972). *[Article title not provided]*. *Journal of Chemical Physics, 56*, 4233.

Helgaker, T. U., Jensen, H. J. A., & Jørgensen, P. J. (1986). Analytical calculation of MCSCF dipole-moment derivatives. *Chemical Physics, 84*, 6280–6287.

International Union of Pure and Applied Chemistry. (2025). *Atomic polar tensor* (IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 5th ed., Online version 5.0.0). https://doi.org/10.1351/goldbook.08572

Jridi, C., Elleuch, N., Shova, S., & Boujelbene, M. (2025). New lead-free iodoantimonate halide semiconductor: Synthesis, structural characterization, DFT calculations, Hirshfeld surface, thermal behavior, vibrational and

optical properties. *Journal of Molecular Structure, 1321*(1), 139781.

Karaboga, F., Soykan, U., Dogruer, M., Ozturk, B, Yildirim, G., Cetin, S., & Terzioglu, C. (2013). *[Article title not provided]*. *Spectrochimica Acta Part A, 113*, 80–91.

Keresztury, G., Holly, S., Varga, J., Besenyei, G., Wang, A. Y., & Durig, J. R. (1993). *[Article title not provided]*. *Spectrochimica Acta Part A, 49*, 2007–2026.

Khan, S., Kingston, J., & Moinuddin, Z. (2024). Renal physiology: Blood flow, glomerular filtration, and plasma clearance. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine, 25*(5), 344–347.

Klots, T. D., & Collier, W. B. (1995). *[Article title not provided]*. *Spectrochimica Acta Part A, 51*, 1291–1316.

Lee, C., Yang, W., & Parr, R. G. (1988). *[Article title not provided]*. *Physical Review B, 37*, 785.

Merrick, J. P., Moran, D., & Radom, L. (2007). An evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors. *Journal of Physical Chemistry A, 111*(45), 11683–11700. https://doi.org/10.1021/jp073974n

Merrick, J. P., Moran, D., & Radom, L. (2007). An evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors. *Journal of Physical Chemistry A, 111*(45), 11683–11700. https://doi.org/10.1021/jp073974n

Moraitis, A., Jentzen, W., Fragoso Costa, P., Kersting, D., Himmen, S., Coelho, M., Meckel, M., van Echteld, C. J. A., Fendler, W. P., Herrmann, K., & Sraieb, M. (2024). *[Title not provided]*. *Journal of Nuclear Medicine, 65*(6), 931–937. https://doi.org/10.2967/jnumed.123.266619

Nortje, C., van der Sluis, R., van Dijk, A. A., & Erasmus, E. (2016). The use of p-aminobenzoic acid as a probe substance for the targeted profiling of glycine conjugation. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 30*, 136–147.

Olsen, J., & Jørgensen, P. J. (1985). Linear and non-linear response functions for an exact state and for an MCSCF state. *Journal of Chemical Physics, 82*, 3235–3264.

Parlak, C., Akdogan, M., Yildirim, G., Karagoz, N., Budak, E., & Terzioglu, C. (2011). Density functional theory study on the identification of 3-[(2-morpholinoethylimino)methyl]benzene-1,2-diol. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79*(1), 263–271.

Polavarapu, P. L. (1990). *[Article title not provided]*. *Journal of Physical Chemistry, 94*, 8106–8112.

Roeges, P. G. N. (1994). *A guide to complete interpretation of infrared spectra of organic structures* (1st ed.). Wiley.

Schermann, J. P. (2007). *Spectroscopy and modeling of biomolecular building blocks*. Elsevier Science.

Schulte, J., Maurer, A., Domogalla, L.-C., Steinacker, N., Wadle, C., Kinzler, J., Eder, M., von zur Mühlen, C., Krohn-Grimberghe, M., & Eder, A.-C. (2025). 2-[^{18}F]F-p-aminobenzoic acid specifically detects infective endocarditis in positron emission tomography. *The Journal of Infectious Diseases, 231*(3), e536–e544.

Sim, E., Fakis, G., Laurieri, N., & Boukouvala, S. (2012). Arylamine N-acetyltransferases—From drug metabolism and pharmacogenetics to identification of novel targets for pharmacological intervention. *Advances in Pharmacology, 63*, 169–205.

Song, D.-J., Ho, Y., & Hsu, K.-Y. (1999). Metabolic kinetics of p-aminobenzoic acid in rabbits. *Biopharmaceutics & Drug Disposition, 20*, 263–270.

Spasovová, M., Kapitán, J., Jílek, Š., Para Kkadan, M. S., Klener, J., Lynn, N. S., Jr., Kopecký, V., Jr., Baumruk, V., & Profant, V. (2024). Probing solution conformations of L-DOPA: Integration of experiment and simulation via vibrational optical activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 313*, 124119.

Stephens, P. J., Devlin, F. J., Chabalowski, C. F., & Frisch, M. J. (1994). *[Article title not provided]*. *Journal of Physical Chemistry, 98*, 11623.

Tomasi, J., Mennucci, B., & Cammi, R. (2005). *[Article title not provided]*. *Chemical Reviews, 105*, 2999–3093.

Torabi Fard, N., Tadayon, F., Ahmad Panahi, H., & Moniri, E. (2022). Synthesize, characterization and application of a novel three-dimensional magnetic graphene oxide decorated with polyester dendrimers for detection of

donepezil hydrochloride in pharmaceutical formulation and biological fluid. *Synthetic Metals, 290*, 117141.

Uchino, H., Tamai, I., Yamashita, K., Minemoto, Y., Sai, Y., Yabuuchi, H., Miyamoto, K., Takeda, E., & Tsuji, A. (2000). p-Aminohippuric acid transport at renal apical membrane mediated by human inorganic phosphate transporter NPT1. *Biochemical and Biophysical Research Communications, 270*(1), 254–259.

Wilson, E. B., Decius, J. C., & Cross, P. C. (1980). *Molecular vibrations*. Dover Publications.

Young, D. C. (2001). *Computational chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems (Electronic)*. John Wiley & Sons Inc.

https://doi.org/10.71284/asc.2025246

PATHWAYS TO PROSPERITY: A STATISTICAL ANALYSIS OF ECONOMIC WELL-BEING AND INCLUSIVE GROWTH IN CHENGALPATTU DISTRICT, TAMIL NADU

M R Ramesh[1]

Abstract

The concept of inclusive growth has become a central tenet of development policy, emphasizing the need for economic expansion to be broad-based and to create opportunities for all segments of society. This study empirically investigates the nexus between economic well-being and the drivers of inclusive growth in the newly formed Chengalpattu district of Tamil Nadu, India—a region characterized by a dynamic mix of rapid urban expansion, industrial corridors, and persistent rural hinterlands. Utilizing a mixed-methods approach, the research primarily relies on secondary data from the Census of India (2011), the National Sample Survey Office (NSSO), and the District Level Household and Facility Survey (DLHS), supplemented by recent state economic reports.

The analysis employs a robust statistical framework. Descriptive statistics are used to profile the socio-economic landscape, revealing significant disparities in income, asset ownership, and access to basic services between urban and rural blocks. Correlation analysis identifies strong positive relationships between indicators of economic well-being (such as household consumption expenditure and asset index) and potential drivers like literacy rates, female labor force participation, and access to formal credit. To isolate causal factors, a multiple regression model is constructed with a composite index of economic well-being as the dependent variable. Key independent variables include infrastructure density (road length, bank branches), human capital metrics (education levels, health outcomes), and industrial presence.

Preliminary findings indicate that while Chengalpattu has experienced substantial economic growth, its inclusivity is moderate. The regression results highlight that educational attainment and access to sanitation are statistically significant predictors ($p < 0.01$) of higher economic well-being, more so than proximity to industrial zones. However, a high Gini coefficient suggests that benefits are unevenly distributed. The study concludes that for growth in Chengalpattu to be truly inclusive, policy interventions must prioritize strengthening human capital and bridging the rural-urban infrastructure gap, moving beyond a sole focus on industrial investment. This research provides a critical evidence base for targeted regional planning.

Keywords: Economic well-being, inclusive growth, regional development, chengalpattu, tamil nadu, regression analysis, gini coefficient, infrastructure, human development

[1] Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam-603102, Tamilnadu, gascramesh@gmail.com

INTRODUCTION

The paradigm of economic development has progressively shifted from a narrow focus on aggregate growth metrics, such as Gross Domestic Product (GDP), towards a more nuanced understanding of "inclusive growth." Inclusive growth is defined as economic growth that is not only sustained and high but also broad-based across sectors, and, most importantly, inclusive of a large part of a country's labor force (World Bank, 2009). It emphasizes the creation of opportunities and ensuring equal access to them for all sections of society, particularly the poor and marginalized. The ultimate objective is to achieve a reduction in poverty and inequality while fostering economic resilience.

In the Indian context, the rapid economic growth of the past three decades has not uniformly translated into improved well-being for all its citizens. While millions have been lifted out of poverty, disparities in income, wealth, and access to basic services persist and, in some cases, have widened. This makes the sub-national analysis of growth patterns critical. Tamil Nadu, one of India's most industrialized and economically advanced states, exemplifies this dichotomy. It boasts a high human development index relative to the national average, yet grapples with regional imbalances and structural inequalities.

Chengalpattu district, carved out of the erstwhile Kancheepuram district in 2018, presents a fascinating and critical case study for investigating inclusive growth. Its geographical positioning is strategic; it forms the southern gateway to Chennai, the state capital, and encompasses a diverse economic topography. This includes:

- **The IT and Industrial Corridors:** The Old Mahabalipuram Road (OMR) and the Grand Southern Trunk (GST) Road host a thriving Information Technology (IT) and Information Technology Enabled Services (ITES) ecosystem, alongside numerous Special Economic Zones (SEZs) and manufacturing units.

- **Expanding Urban Periphery:** Towns like Tambaram, Chengalpattu, and Siruseri are experiencing explosive real estate and commercial growth, driven by their proximity to Chennai.

- **Persistent Rural Hinterlands:** The interior blocks of the district remain predominantly agricultural, with a significant reliance on monsoon-fed cultivation and facing challenges of low productivity and farmer indebtedness.

- **Coastal Economy:** The coastline supports fishing communities whose livelihoods are vulnerable to climate change and economic shocks.

This unique juxtaposition of a modern, globally connected economy with traditional, often struggling, rural sectors makes Chengalpattu an ideal laboratory to study the pathways and impediments to inclusive growth. The district is at a crossroads, where policy decisions today will determine whether it becomes a model of equitable development or a landscape of stark contrasts.

This research paper aims to empirically analyze the determinants of economic well-being and the state of inclusive growth in Chengalpattu district. It seeks to answer the following key research questions:

- What is the current state of economic well-being and its distribution across different regions and social groups within Chengalpattu district?

- What are the key socio-economic and infrastructural drivers that correlate with and predict higher levels of economic well-being at the sub-district level?

- To what extent can the economic growth experienced in Chengalpattu be characterized as "inclusive"?

By employing a robust statistical framework on available district-level data, this study aims to provide an evidence-based assessment that can inform targeted policy interventions for fostering more balanced and inclusive regional development.

1. LITERATURE REVIEW

The discourse on inclusive growth sits at the intersection of development economics, welfare economics, and regional planning. Early theories of economic growth, such as the Solow-Swan model, focused on capital accumulation and technological progress as primary drivers, largely ignoring distributional aspects. The "trickle-down" hypothesis, which assumed that benefits of growth would automatically permeate to all levels of society, was widely challenged by empirical evidence from across the developing world (Ravallion, 2001).

The concept of "pro-poor growth" emerged as a corrective, focusing specifically on the rate of income growth among the poor. However, the inclusive growth framework is broader, encompassing not only income poverty but also inequality in opportunities arising from individual circumstances like gender, ethnicity, location, and socioeconomic status (Anand et al., 2013). The Asian Development Bank (ADB) defines inclusive growth based on three pillars: (i) high, sustainable growth to create productive jobs; (ii) social inclusion to ensure equal access to opportunities; and (iii) social safety nets to mitigate risks and prevent extreme deprivation.

Empirically, several drivers of inclusive growth have been identified in the literature:

- **Human Capital:** Investments in education and health are consistently found to be fundamental. Sen (1999) argues that development is about expanding capabilities, and education is a primary means to that end. A skilled and healthy workforce is more productive and can better participate in and benefit from growth processes (World Bank, 2018).

- **Infrastructure:** Access to physical infrastructure—roads, electricity, digital connectivity, and sanitation—reduces transaction costs, connects rural areas to markets, and improves overall productivity and quality of life (Calderón & Servén, 2014). The lack of such infrastructure often creates a "spatial poverty trap."

- **Financial Inclusion:** Access to formal credit and banking services enables investment in small businesses, smoothens consumption, and reduces vulnerability to shocks (Beck et al., 2007). In India, the expansion of bank branches and the Jan Dhan Yojana scheme have been pivotal in this regard.

- **Structural Transformation:** The shift of labor from low-productivity agriculture to higher-productivity industry and services is a key feature of development. However, for growth to be inclusive, this transition must be managed to ensure that workers have the skills for new jobs and are not relegated to informal, precarious employment (McMillan & Rodrik, 2011).

In the context of Tamil Nadu, studies have highlighted the state's success in human development through its focus on public health and education, often referred to as the "Tamil Nadu model" (Vijayabaskar & Kalaiyarasan, 2021). However, recent research points to a slowdown in poverty reduction, rising inequality, and the persistence of caste-based disparities, suggesting that the model needs rejuvenation (Himanshu, 2019). Studies on regional development within Tamil Nadu often focus on the sharp divide between the more industrialized western districts and the agrarian southern districts. Chengalpattu, with its unique characteristics, has received less scholarly attention, particularly after its formation as a separate district. This research aims to fill this gap by providing a dedicated statistical analysis of inclusive growth in this dynamic region.

2. DATA AND METHODOLOGY

2.1. Study Area

Chengalpattu district is located in the northeastern part of Tamil Nadu. As of the 2011 Census (the primary data source), the area that now constitutes the new district had a population of approximately 2.8 million. The district comprises several taluks and blocks, including Tambaram, Chengalpattu, Madurantakam, and Cheyyur, each representing a mix of urban, peri-urban, and rural characteristics.

2.2. Data Sources

This study relies primarily on secondary data sources:

- **Census of India (2011):** Provided granular data on demographics, literacy, workforce participation, housing, and access to basic amenities (e.g., sanitation, electricity) at the village and town level, aggregated to the block level for this analysis.
- **National Sample Survey Office (NSSO) Rounds:** Specifically, the 68th (2011-12) and 75th (2017-18) rounds on "Household Consumption Expenditure" and "Employment and Unemployment" were used to derive estimates for income, consumption patterns, and labor market indicators.
- **District Level Household and Facility Survey (DLHS):** Provided complementary data on health outcomes, such as institutional deliveries and child immunization rates.
- **State Economic Reports and District Statistical Handbooks:** These provided recent data on infrastructure indicators like road density, number of bank branches, and industrial units.

A key limitation is the temporal gap in the comprehensive Census data, with the 2021 Census delayed. However, by triangulating data from NSSO rounds and state reports, a reasonably accurate profile for the late 2010s can be constructed.

2.3. Variable Construction and Statistical Framework

2.3.1.Dependent Variable

A **Composite Index of Economic Well-being (CIEW)** was constructed as the primary dependent variable. This was preferred over a single metric like income to capture multidimensional poverty and well-being. The CIEW was calculated for each block using Principal Component Analysis (PCA) on the following variables:

- Average Monthly Per Capita Consumption Expenditure (MPCE)
- Percentage of households living in pucca houses
- Percentage of households owning a vehicle (two-wheeler or four-wheeler)
- Asset index based on ownership of key durables (e.g., refrigerator, television).

2.3.2.Independent Variables

Key independent variables, hypothesized to drive economic well-being, were selected based on the literature review and organized into three clusters:

- **Human Capital:**

1.Literacy Rate: Adult literacy rate (%).

2.Female Literacy Rate: A specific indicator of gender parity in education.

3.Health Index: A composite of infant mortality rate (IMR) and full immunization coverage.

- **Infrastructure and Access:**

1.Road Density: Length of pucca roads per square kilometer.

2.Banking Penetration: Number of bank branches per 100,000 population.

3.Access to Sanitation: Percentage of households with improved sanitation facilities.

4.Electrification: Percentage of households with electricity access.

- **Economic Structure:**

1.Female Labor Force Participation Rate (FLFPR): Percentage of women in the working-age population engaged in work.

2.Non-Agricultural Workforce: Percentage of main workers employed outside agriculture.

3.Industrial Proximity: A dummy variable indicating whether a block hosts a major industrial zone or SEZ.

Analytical Methods:

- **Descriptive Statistics:** To profile the socio-economic landscape and highlight inter-block disparities using means, standard deviations, and range.

- **Correlation Analysis:** To examine the bivariate relationships between the CIEW and the independent variables using Pearson's correlation coefficient.

- **Multiple Linear Regression:** To isolate the net effect of each independent variable on economic well-being, controlling for others. The model was specified as: $CIEW = \beta_0 + \beta_1(Literacy\ Rate) + \beta_2(Health\ Index) + \beta_3(Road\ Density) + \beta_4(Banking\ Penetration) + \beta_5(Access\ to\ Sanitation) + \beta_6(FLFPR) + \beta_7(Non\text{-}Agricultural\ Workforce) + \beta_8(Industrial\ Proximity) + \varepsilon$ Where β_0 is the intercept, β_1 to β_8 are the regression coefficients, and ε is the error term.

- **Inequality Measurement:** The Gini coefficient was estimated using NSSO consumption expenditure data to gauge the overall level of income inequality within the district.

3. RESULTS AND ANALYSIS

3.1. Descriptive Profile: A Tale of Two Chengalpatts

The descriptive analysis reveals a district of stark contrasts. Blocks like Tambaram and Pallavaram, which are fully integrated into the Chennai Metropolitan Area, exhibit development indicators comparable to advanced urban centers. Their CIEW scores are high, driven by high MPCE, near-universal pucca housing, and high asset ownership. Literacy rates are above 90%, and access to sanitation and electricity is almost universal.

In sharp contrast, the interior and coastal blocks, such as Cheyyur and Madurantakam, present a different picture. The CIEW scores are significantly lower. Agriculture remains the primary occupation, but with lower and more volatile incomes. Literacy rates, while respectable by national standards (75-80%), lag behind the urban blocks. Critical gaps remain in infrastructure; access to improved sanitation can be as low as 50-60% in some rural pockets, and while electrification is widespread, the quality and reliability of supply are issues. The FLFPR in these blocks is lower and often dominated by unpaid family labor in agriculture or low-wage work in the informal sector.

3.2. Correlation Analysis

The correlation matrix revealed several strong and statistically significant relationships. The CIEW showed a strong positive correlation with:

- Literacy Rate ($r = 0.82$, $p < 0.01$)
- Access to Sanitation ($r = 0.79$, $p < 0.01$)
- Banking Penetration ($r = 0.75$, $p < 0.01$)
- Non-Agricultural Workforce ($r = 0.71$, $p < 0.01$)

A moderate positive correlation was found with Road Density and the Health Index. Interestingly, the correlation between the CIEW and the Industrial Proximity dummy variable was positive but weaker (r =

0.45, $p < 0.05$), suggesting that the mere presence of industry does not automatically translate to higher well-being for the entire block.

3.3. Multiple Regression Results

The multiple regression model was statistically significant (F-statistic: 24.35, $p < 0.001$) with an R-squared value of 0.78, indicating that the model explains 78% of the variation in economic well-being across the blocks of Chengalpattu.

Table 1. Multiple Regression Results for Composite Index of Economic Well-being (CIEW)

Independent Variable	Coefficient (β)	Standard Error	t-statistic	p-value
(Constant)	-1.245	0.321	-3.876	0.001
Literacy Rate	0.385	0.098	3.928	**0.001***
Health Index	0.156	0.085	1.835	0.082
Road Density	0.094	0.071	1.324	0.201
Banking Penetration	0.201	0.088	2.284	**0.033**
Access to Sanitation	**0.412**	**0.102**	**4.039**	**0.001***
FLFPR	-0.108	0.065	-1.661	0.112
Non-Agricultural Workforce	0.187	0.079	2.367	**0.028**
Industrial Proximity (Dummy)	0.095	0.056	1.696	0.105

Note: * denotes significance at the 1% level.

The regression results provide nuanced insights:

- **Human Capital is Paramount: Literacy Rate** emerged as the strongest positive predictor after sanitation, with a highly significant coefficient ($\beta=0.385$, $p<0.01$). A one-unit increase in literacy is associated with a 0.385 unit increase in the CIEW, holding other factors constant. This underscores the foundational role of education in enabling individuals to access higher-productivity jobs.

- **The Critical Role of Basic Amenities: Access to Sanitation** was the most significant predictor ($\beta=0.412$, $p<0.01$). This highlights that beyond mere income, aspects of human dignity, public health, and environmental quality are deeply intertwined with economic well-being. Poor sanitation contributes to disease, reducing productivity and increasing healthcare costs for the poor.

- **Financial and Structural Drivers: Banking Penetration** ($\beta=0.201$, $p<0.05$) and the share of the **Non-Agricultural Workforce** ($\beta=0.187$, $p<0.05$) were also significant positive predictors. This validates the importance of financial inclusion and structural transformation away from agriculture.

- **Surprising and Nuanced Findings:** The **Industrial Proximity** dummy was not statistically significant ($p=0.105$) in the multivariate model. This suggests that when we control for factors like education and infrastructure, the direct locational effect of industry on block-level well-being diminishes. This could be due to capital-intensive industries providing limited local employment, or jobs going to skilled migrants rather than the local population. Furthermore, **FLFPR** showed a negative, though not highly significant, relationship with well-being ($\beta=-0.108$, $p=0.112$). This potentially reflects the "U-shaped" relationship common in India, where women from poorer households are often forced into low-wage, low-quality work, while those from higher-income families may have the agency to refrain from such work.

3.4. The Inequality Challenge: The Gini Coefficient

The analysis of NSSO consumption data yielded a Gini coefficient of approximately **0.38** for Chengalpattu district. This indicates a moderately high level of income inequality, higher than the all-India rural average and comparable to some of the more urbanized and industrialized regions of the country. This finding directly challenges the inclusivity of the district's growth narrative. The benefits of the economic boom along the OMR and GST corridors have not trickled down equitably, leading to a concentration of wealth.

DISCUSSION

The findings of this study paint a picture of "growth with moderate inclusivity" in Chengalpattu. The district is undoubtedly experiencing an economic boom, but this boom is spatially and socially segmented.

The regression analysis compellingly argues that the pathways to prosperity in Chengalpattu are more effectively paved with investments in **human capabilities and basic infrastructure** than with a singular focus on attracting industrial investment. The powerful significance of education and sanitation points to the enduring relevance of the human development approach. A literate and healthy population is a prerequisite for seizing the opportunities created by growth.

The non-significance of industrial proximity is a critical finding for regional planners. It suggests that industrial policy must be coupled with **local linkage programs**. This includes:

- **Skill Development:** Actively skilling the local youth to meet the employment requirements of the industries being set up.
- **Local Entrepreneurship:** Promoting MSMEs that can serve as ancillary units to the large industries.
- **Corporate Social Responsibility (CSR):** Mandating and guiding industries to invest in local infrastructure, such as schools, health centers, and water and sanitation facilities in their immediate vicinity.

The high Gini coefficient is a warning signal. It reflects the dualistic nature of the district's economy, where high-salaried IT professionals coexist with underemployed agricultural laborers and informal sector workers. This level of inequality can be socially destabilizing and can undermine the social cohesion necessary for sustained growth.

CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS

This research has provided a statistical analysis of the drivers of economic well-being and the state of inclusive growth in Chengalpattu district. The central conclusion is that while the district is on a high-growth trajectory, this growth is not sufficiently inclusive. The benefits are skewed towards urban, educated, and well-connected populations, leaving behind the rural interior and those lacking in human capital and basic amenities.

Based on the empirical findings, the following policy recommendations are proposed to steer Chengalpattu towards a more inclusive development path:

- **Double Down on Human Capital:** Strengthen the quality of education at all levels, with a focus on secondary and vocational education in rural blocks to align with the needs of the industrial and service sectors. Continue to invest in public health infrastructure, with a specific focus on preventive care and sanitation.
- **Bridge the Rural-Urban Infrastructure Gap:** Prioritize investments in all-weather road connectivity, reliable electricity, and high-speed digital networks in blocks like Cheyyur and Madurantakam. A massive push for achieving universal, functional sanitation coverage is non-negotiable.
- **Make Industrialization Work for Locals:** Move beyond land allocation for industries. Implement a robust "Local Employment and Linkage Policy" that mandates skill mapping, training partnerships between

industries and ITIs, and support for local MSMEs.

- **Promote Sustainable and Inclusive Agriculture:** Encourage a shift to high-value horticulture, fisheries, and dairy through better irrigation, cold storage facilities, and market linkages to boost farm incomes in the rural hinterlands.

- **Strengthen Social Safety Nets:** Enhance the coverage and effectiveness of state welfare schemes, including public distribution systems, social pensions, and health insurance, to protect the most vulnerable from economic shocks.

Chengalpattu stands at a pivotal moment. By consciously prioritizing inclusive policies that empower its human resources and connect its forgotten geographies, it can transform its economic dynamism into a genuine and sustainable pathway to prosperity for all its residents.

REFERENCES

Anand, R., Mishra, S., & Peiris, S. J. (2013). *Inclusive Growth: Measurement and Determinants*. IMF Working Paper.

Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (2007). Finance, inequality and the poor. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 27-49. Calderón, C., & Servén, L. (2014). *Infrastructure, Growth, and Inequality: An Overview*.

McMillan, M., & Rodrik, D. (2011). *Globalization, Structural Change and Productivity Growth*. NBER Working Paper.

Ravallion, M. (2001). Growth, Inequality and Poverty: Looking Beyond Averages. *World Development*, 29(11), 1803-1815.

Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.Vijayabaskar, M., & Kalaiyarasan, A. (2021). The Tamil Nadu Model: A Centenary of Progress. *The India Forum*.

World Bank Policy Research Working Paper. Himanshu. (2019). *Inequality in India: A review of levels and trends*. UNDP India.

World Bank. (2009). *What is Inclusive Growth?* World Bank.

World Bank. (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise*.

https://doi.org/10.71284/asc.2025234

NATURAL DISASTERS, UNCERTAINTY AND ECONOMIC BEHAVIORS: INSIGHTS FROM THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

Tuğçe Metin[1]

Abstract

The Kahramanmaraş earthquakes of February 6, 2023, generated profound impacts not only on physical infrastructure but also on economic and behavioral dimensions. This study examines the economic consequences of the disaster beyond macro level indicators, focusing instead on the behavioral dynamics shaping individual and institutional decision making. Micro data based analyses reveal employment losses and production declines with potential effects of up to 10% of national GDP. From a behavioral finance perspective, affected individuals responded to uncertainty with biases such as "loss aversion," "framing effects," and "status quo bias," which often drove short term security preferences, while in some households, savings and forward looking behaviors were observed. International evidence, including the Wenchuan earthquake in China, further shows that damage severity and income level condition heterogeneous saving responses. Findings highlight that post disaster recovery requires not only physical reconstruction but also the integration of behavioral policy tools such as choice architecture, default options, and commitment devices. The study concludes that embedding behavioral finance instruments into disaster management policies can enrich the academic literature while enhancing the effectiveness of public interventions in post disaster contexts.

Keywords: Behavioral finance, disaster economics, time preference, loss aversion, uncertainty and decision making.

[1]Öğr. Gör. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, tugcekaracevirgen@ksu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-6304-0320

INTRODUCTION

On 6 February 2023, two major earthquakes centered in Kahramanmaraş struck 11 provinces in sequence, entering the record as among the most destructive natural disasters in the history of the Republic of Türkiye. The disaster not only devastated physical infrastructure but also disrupted the fundamental balance of the national economy, producing long term effects across employment, public finance, social welfare, and local development (Dündar & Dündar, 2024). The 11 affected provinces accounted for approximately 9.8% of Türkiye's GDP, with production in textiles, food, and agriculture declining by 30–60% in the early months (Yıldırım & Karaoğlu, 2023; Dündar & Dündar, 2024). Micro data–based analyses indicate that losses in production and disruptions in supply chains could translate into potential declines in national GDP of up to 10% (Pınar et al., 2025).

The acute economic contraction observed during the first weeks (Pınar et al., 2025) stemmed not only from physical destruction but also from uncertainty and panic that emerged in the decision making mechanisms of individuals and institutions. In the post disaster period, dynamics such as consumption patterns, labor supply, and migration evolved in close interaction with economic processes (Yıldırım & Karaoğlu, 2023; Ber, 2024).

This study examines the economic and financial impacts of the 6 February earthquakes through a behavioral finance lens that moves beyond macro indicators to focus on the decisions of individuals and organizations. Accordingly, it evaluates the economic damage of the disaster not only in monetary terms but also through the emotional, psychological, and behavioral changes that shape decision making processes (Avdar & Avdar, 2022; Öztürk & Karagüzel, 2023).

Evidence from the affected regions shows shifts in consumption and saving habits, risk perceptions, and expectations about the future (Ber, 2024). As in global crises, disasters influence social solidarity, coping with uncertainty, and economic decision making. The behavioral economics literature further emphasizes that, in extraordinary contexts such as disasters, people often decide under biases like present bias, salience bias, and the identifiable victim effect. These biases can channel individuals toward short term safety, cause risk perceptions to wane over time, and trigger donations through emotional narratives (Sunstein, 2014; World Bank, 2015). The literature also underscores that disasters can alter time preference (the now vs. future trade off), thereby transforming patience and saving behavior closely linked to uncertainty, habits, and expectations (Frederick, Loewenstein & O'Donoghue, 2002). For these reasons, a comprehensive and behavioral perspective is essential for understanding the economic impacts of disasters.

1. THEORETICAL BACKGROUND: DISASTERS AND BEHAVIORAL FINANCE

Behavioral finance lies at the intersection of psychology and economics and explains deviations from strict rationality in economic choices. Under crises or disasters, individuals make decisions shaped by risk perceptions, loss aversion tendencies, anxiety, and social influence (Tversky & Kahneman, 1974). Behavioral responses in disaster contexts typically include: (i) risk overestimation due to heightened uncertainty, (ii) rapid liquidity conversion under loss aversion, (iii) anxiety driven short termism, and (iv) socially influenced decision patterns (Slovic et al., 2004; Thaler & Sunstein, 2008). Traditional finance models assuming perfect rationality often fail to capture these behavioral dynamics, especially under uncertainty, highlighting the importance of psychological insights into economic decision making.

Disasters, such as natural catastrophes and pandemics, have significant impacts on both financial markets and individual behavior. Research shows that after experiencing extreme events, investors tend to become more risk averse, leading to a temporary but notable reduction in risk taking in local financial markets. This heightened risk aversion can slow economic recovery and reduce the effectiveness of financial assistance programs, while also increasing the perceived value of risk management strategies and infrastructure investments (Bourdeau Brien & Kryzanowski, 2020). For example, popular sentiment toward finance often

declines after certain disasters such as epidemics and earthquakes but may improve after insured events like floods, suggesting that perceptions of risk and insurance coverage play a crucial role in shaping financial attitudes (Jha et al., 2021; Rashid et al., 2022).

The behaviors of individuals and organizations in the 6 February disaster zone can also be assessed within this framework. In the aftermath, risk perception rose and, alongside heightened uncertainty, consumption preferences shifted (Ber, 2024; Avdar & Avdar, 2022). Some households, facing income loss or future anxiety, cut consumption or turned to precautionary saving. Likewise, post disaster migration reflects not only spatial relocation but also economic decisions affecting re employment, housing, and reintegration into social networks (Yıldırım & Karaoğlu, 2023).

At the household level, disaster experiences shape financial preparedness. Individuals who have experienced disasters are more likely to set aside emergency funds in the following years, although the amount saved depends on factors such as income and disability status (Feng & Cong, 2022). Similarly, alternative finance sources such as private equity and crowdfunding become crucial for affected firms, with evidence showing significant increases in private funding after disasters, underscoring adaptive responses within financial systems (Baltas et al., 2021).

The impact of disasters on decision making through the time preference channel is two sided. Some studies document a shift toward "living in the moment" and bringing consumption forward (Bchir & Willinger, 2013; Fortson et al., 2011; Hanaoka, Ikeda & Ohtake, 2015), while others report greater future orientation and higher saving (Nolen Hoeksema & Morrow, 1991; Kun, Tong & Liu, 2013; Callen & Michael, 2015). A plausible explanation for these conflicting results lies in the cognitive self control channel (a joint indicator of attention and mood): depending on damage severity and household or income characteristics, cognitive self control may weaken in some groups reducing patience and saving (PTSD like responses) and strengthen in others promoting forward looking behaviors (post traumatic growth, PTG) (Yao, Xu & Zhang, 2019).

Finally, disasters can erode trust in financial systems and trigger caution in bank use and small scale investments (Karagüzel & Öztürk, 2023). Psychological costs weigh directly on the economic choices of micro enterprises and self employed workers. Micro data–based evidence corroborates this fragility: depending on the scenario, estimated job losses range from 50,000 to 88,000, concentrated particularly among small firms (Pınar et al., 2025). Overall, behavioral finance provides a comprehensive framework for understanding how disasters reshape financial attitudes, risk tolerance, and intertemporal decision making across individual, household, and institutional levels.

2. ECONOMIC AND SOCIAL IMPACTS OF THE 6 FEBRUARY EARTHQUAKES

The 11 affected provinces account for roughly 9.8% of Türkiye's GDP (Dündar & Dündar, 2024). In the initial months, infrastructure damage, power outages, logistical bottlenecks, and business destruction led to a pronounced slowdown in economic activity, followed by rising public expenditures (Sabırsız & Şöhret, 2024). Notably, production in textiles, food, and agriculture declined by roughly 30–60% in provinces such as Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, and Malatya (Yıldırım & Karaoğlu, 2023; Öztürk & Karagüzel, 2023).

More than 70% of the region's workforce was employed informally or in micro enterprises, a segment exposed to income losses, bankruptcies, and prolonged unemployment (Ber, 2024). Contractions in services and textiles sectors with high female employment produced both economic and gendered impacts (Gözütok & Kaya, 2023).

According to TEPAV (2024), around 34,000 firms in the region suspended operations or closed during the first half of 2023. In addition, the exit of thousands of unregistered workers from economic life generated substantial social costs that do not fully show up in macro indicators (Avdar & Avdar, 2022).

Demographic shifts also reshaped the economy. Large scale migration to major cities reduced labor supply in the origin region while placing pressure on housing, jobs, and public services in destination areas (Kahramanmaraş Geographical Impact Analysis, 2023; Şen & Atik, 2023), driving spikes in rents and the spread of informal settlements.

Inequality and poverty risk increased markedly after the quake. The inadequacy of social assistance pushed individuals toward short term survival strategies such as borrowing and asset liquidation (Güzeloğlu & Arslan, 2023; Karagüzel & Öztürk, 2023). From a behavioral finance perspective, these strategies can fuel long run financial instability and unsustainable consumption patterns. Micro data evidence supports this picture: roughly 75% of regional losses were concentrated in Adıyaman, Kahramanmaraş, Hatay, and Malatya; net sales fell by an estimated USD 10–18 billion, and value added by USD 1.7–2.9 billion. Approximately 75% of regional economic losses were concentrated in Adıyaman, Kahramanmaraş, Hatay, and Malatya, corresponding to an estimated net sales loss of USD 10–18 billion and a value added loss of USD 1.7–2.9 billion (TEPAV, 2024). Considering supply chain disruptions and transport damage, the potential national GDP impact could reach up to 10% (Pınar et al., 2025). International evidence similarly shows heterogeneous saving responses to comparable disasters: saving tends to fall among more severely affected and lower income groups (weaker cognitive self control), yet can rise among less affected, higher income urban households (Yao, Xu & Zhang, 2019; Filipski et al., 2015; Li et al., 2012; Kun et al., 2013).

Taken together, the evidence indicates that the earthquake generated not only physical destruction but also a multifaceted crisis spanning economic, social, and behavioral domains.

3. POST DISASTER DECISION MAKING FROM A BEHAVIORAL FINANCE PERSPECTIVE

Post disaster choices by individuals and organizations involve complex, non rational responses. In the case of the 6 February earthquakes, decisions under uncertainty were strongly shaped by psychological and social factors (Tversky & Kahneman, 1981; Slovic et al., 2004). Decision making under uncertainty after disasters involves an interplay of psychological factors (risk perception, anxiety), informational asymmetries, and social norms, leading to complex and often inconsistent choices.

Prominent behavioral tendencies include loss aversion, status quo bias, and framing effects. Many victims rapidly converted assets to cash or turned to tangible assets such as housing to shield themselves from uncertainty (Ber, 2024; Kahramanmaraş Economic Analysis, 2023), signaling a shift from long term investment horizons to short term safety. Conflicting findings in the literature (Meier & Sprenger, 2015; Willinger, Bchir & Heitz, 2013) show that post disaster time preference responses are not uniform; they vary with damage severity, income, and related characteristics.

Micro entrepreneurs and shopkeepers often acted with extreme caution when restarting production; in high perceived risk environments, they did not fully utilize available public support (Karagüzel & Öztürk, 2023; Gözütok & Kaya, 2023). This pattern can be understood as inaction under ambiguity. Micro data evidence aligns with this fragility: estimated job losses of 50,000–88,000, net sales losses of USD 10–18 billion, and value added losses of USD 1.7–2.9 billion were concentrated largely in Adıyaman, Kahramanmaraş, Hatay, and Malatya (Pınar et al., 2025). A similar mediation mechanism was identified after the Wenchuan earthquake in China: cognitive self control measured via attention and mood declined among low income/ severely affected households but strengthened among medium to high income and less affected urban households, corresponding to decreases/increases in saving rates, respectively (Yao, Xu & Zhang, 2019).

Social norms, solidarity, and collective affect also shape choices. Studies show that post disaster consumption is not driven solely by individual utility maximization but also by the search for social belonging and reconnection (Akerlof & Kranton, 2000; Dündar & Dündar, 2024). This supports the targeted use of choice architecture tools (e.g., default options) to temper present bias particularly among low income and severely

affected groups. Behavioral biases further reinforce these processes: present bias steers people away from insurance and long term investment toward immediate safety; salience temporarily heightens risk perception after the event but fades with time; and the identifiable victim effect mobilizes donations through emotional responses rather than cost benefit calculus (World Bank, 2015).

Another salient trend in the region was the rise of poorly informed investment and borrowing among groups with low financial literacy. Rapid, rumor driven decisions via social media exacerbated losses at both individual and societal levels (TEPAV, 2024; OECD, 2021).

In the behavioral economics literature, tools to improve post disaster decision making include choice architecture, default enrollment, decision support systems, and broader behavioral public policies (Thaler & Sunstein, 2008). For instance, simplified information systems within housing loan programs can reduce perceived uncertainty and facilitate more prudent choices during reconstruction..

CONCLUSIONS AND POLICY IMPLICATIONS

The 6 February earthquakes produced lasting effects not only on physical capital but also on Türkiye's economic structure, social fabric, and individual decision making. This study approached the impacts beyond macro aggregates and analyzed economic responses under uncertainty through a behavioral finance lens. Findings suggest that post disaster choices are highly susceptible to deviations from rationality; low financial literacy, information gaps, and social influence degrade decision quality and heighten economic risk (OECD, 2021; Ber, 2024).

In the aftermath of large scale disasters, recovery policies must move beyond conventional reconstruction frameworks to incorporate behavioral insights into public decision making. Effective governance requires well designed information systems and communication strategies that guide citizens through uncertainty. Framing public announcements and support programs transparently, while building credible and simplified information architectures, can reduce perceived ambiguity and strengthen trust (Thaler & Sunstein, 2008). Equally important is improving financial literacy in affected regions to empower households and micro entrepreneurs to make informed borrowing, saving, and investment decisions (Karagüzel & Öztürk, 2023; TEPAV, 2024). Strengthening local networks such as cooperatives, women led enterprises, and community based organizations helps restore social cohesion and economic participation (Akerlof & Kranton, 2000; Gözütok & Kaya, 2023). Integrating psychosocial support with economic incentives further enhances decision quality and resilience at both household and institutional levels (Slovic et al., 2004).

In parallel, systematic collection and analysis of micro level data can enable policymakers to design adaptive, data driven interventions and target resources more efficiently in future crises (OECD, 2021). Coupling resilient infrastructure investments with behavioral tools such as default options, commitment devices, and long term planning prompts creates an enabling environment for sustainable recovery and inclusive growth (World Bank, 2015; Sunstein, 2014; Pınar et al., 2025). Evidence from the Wenchuan earthquake demonstrates that heterogeneous psychological responses drive divergent saving behaviors across income groups, underscoring the need for culturally and economically tailored mechanisms that strengthen cognitive self control, particularly among low income and severely affected households (Yao, Xu & Zhang, 2019).

When properly adapted, integrating behavioral finance tools into disaster management policies not only enriches the academic literature but also enhances the effectiveness of public action in post disaster recovery (Linnemayr et al., 2016).

REFERENCES

Akerlof, G. A., & Kranton, R. E. (2000). Economics and identity. Quarterly Journal of Economics, 115(3), 715–753. https://doi.org/10.1162/003355300554881

Avdar, M., & Avdar, F. (2022). The Social and Economic Impacts of Earthquakes: An Assessment Based on the Example of Turkey. Journal of Socioeconomics, 30(2), 145–168.

Baltas, K., Fiordelisi, F., & Mare, D. (2021). Alternative Finance after Natural Disasters. British Journal of Management. https://doi.org/10.1111/1467 8551.12516

Bchir, M., & Willinger, M. (2013). Does a membership fee foster successful public good provision? An experimental investigation of the provision of a steplevel collective good. Public Choice, 157(1–2), 25–39. https://doi.org/10.1007/s11127 012 9929 9

Ber, Y. (2024). The Impact of Earthquakes on Individual Savings and Spending Preferences: Evidence from the February 6, 2023 Earthquakes in Turkey. Journal of Financial Research and Studies, 16(1), 87–104.

Bourdeau Brien, M., & Kryzanowski, L. (2020). Natural disasters and risk aversion. Journal of Economic Behavior and Organization, 177, 818 835. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.07.007

Callen, & Michael (2015). Catastrophes and time preference: Evidence from the Indian Ocean earthquake. Journal of Economic Behavior & Organization, 118, 199–214. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2015.02.019

Dündar, A., & Dündar, H. (2024). Turkey Confronting the Reality of Earthquakes: Analyses on Economic Growth and Income Inequality. Society and Democracy Journal, 18(1), 52–70.

Feng, G., & Cong, Z. (2022). The Proximity of Disaster Experiences and Financial Preparedness for Emergencies in the US. Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 17. https://doi.org/10.1017/dmp.2022.228

Filipski, M. J., Jin, L., Zhang, X., & Chen, K. Z. (2015). Living like there's no tomorrow: Saving and spending following the Sichuan earthquake. IFPRI discussion papers 1461. International Food Policy Research Institute.

Fortson, J.G. (2011) Mortality Risk and Human Capital Investment: The Impact of HIV/AIDS in Sub Saharan Africa. The Review of Economics and Statistics, 93, 1 15.

Frederick, S., Loewenstein, G., & O'Donoghue, T. (2002). Time discounting and time preference: A critical review. Journal of Economic Literature, 40(2), 351–401. https://doi.org/10.1257/002205102320161311

Gözütok, İ., & Kaya, B. (2023). An Assessment from a Green Economy Perspective: The Kahramanmaraş Earthquakes. Journal of Sustainable Development, 9(1), 33–48.

Hanaoka, C., Ikeda, S., & Ohtake, F. (2015). Elicitation designs and time discounting: Comparison of predictive power on behavior. SSRN working paper. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2664453

Jha, M., Liu, H., & Manela, A. (2021). Natural Disaster Effects on Popular Sentiment Toward Finance. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 56, 2584 2604. https://doi.org/10.2139/ssrn.3833110

Karagüzel, H., & Öztürk, T. (2023). The Effects of the February 6 Earthquakes on the Turkish Economy. Journal of Economics and Society, 13(2), 118–134.

Kun, P., Tong, X., Liu, Y., et al. (2013). What are the determinants of post traumatic stress disorder: Age, gender, ethnicity or other? Evidence from 2008 Wenchuan earthquake. Public Health, 127(7), 644–652. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.04.018

Li, J. Z., Gui, D. Y., Feng, C. L., Wang, W. Z., Du, B. Q., Gan, T., & Luo, Y. J. (2012). Victims' time discounting 2.5 years after the Wenchuan earthquake: an ERP study. PloS one, 7(7), e40316. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040316

Linnemayr, S., O'Hanlon, C., Uscher Pines, L., Van Abel, K., & Nelson, C. (2016). Using Insights From Behavioral Economics to Strengthen Disaster Preparedness and Response. Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 10(5), 768–774. https://doi.org/10.1017/dmp.2016.29

Meier, S., & Sprenger, C. D. (2015). Temporal stability of time preferences. Review of Economics and Statistics, 97(2), 273–286.

Nolen Hoeksema, S., & Morrow, J. (1991). A prospective study of depression and posttraumatic stress symptoms after a natural disaster: The 1989 Loma Prieta earthquake. Journal of Personality and Social Psychology, 61(1), 115–121. https://doi.org/10.1037/0022 3514.61.1.115

OECD. (2021). Behavioural Insights for Public Integrity: Harnessing the Human Factor to Counter Corruption. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/6ff1b8b5 en

Pınar, E., Taymaz, E., & Yılmaz, K. (2025). Microdata Based Economic Impact Analysis of the Kahramanmaraş Earthquakes. Ekonomi tek, 14(1), 1 34.

Rashid, M., Ahmad, R., & Tariq, S. (2022). Financial Revolution: From Traditional Finance to Behavioral and Neuro finance. South Asian Journal of Social Science and Humanities. https://doi.org/10.48165/sajssh.2022.3408

Sabırsız., E. & Şöhret, M. (2024). The macroeconomic, social, and environmental impacts of the February 6 earthquakes on the Turkish economy. Journal of Academic Approaches, 15(1) Earthquake Special Issue 571 597. https://doi.org/10.54688/ayd.1390984

Slovic, P., Finucane, M., Peters, E., & MacGregor, D. G. (2004). Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. Risk Analysis, 24(2), 311–322.

Sunstein, C. R. (2014). Why Nudge?: The Politics of Libertarian Paternalism. Yale University Press.

TEPAV. (2024). From Shock to Resilience: The Two Year Economic and Institutional Journey of the Earthquake Region Following the February 6 Earthquakes. Report by the Turkish Economic Policies Research Foundation.

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Yale University Press.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. Science, 211(4481), 453–458. https://doi.org/10.1126/science.7455683

Willinger M., Bchir M.A., Heitz C., 2013. Risk and Time Preferences under the Threat of Background Risk: A Case Study of Lahars Risk in Central Java, Universtiy of Montpellier Working Papers, 1 23.

World Bank. (2015). World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior. Washington, DC: World Bank. https://doi.org/10.1596/978 1 4648 0342 0

Yao, D., Xu, Y. (2019). Natural Disasters and Citizen Saving Behavior– Micro Econometrics Test Based on Wenchuan Earthquake. EconomicPerspectives, 5, 55 70.

Yıldırım, F., & Karaoğlu, E. (2023). The Social, Economic, and Internal Migration Effects of Earthquakes: The Case of Kahramanmaraş. Turkish Geographical Journal, 81, 25–42.

https://doi.org/10.71284/asc.2025235

YEŞİL TAHVİLLERİN GELİŞMİŞ ÜLKELERİN FİNANSAL PİYASALARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ*

EXAMINING THE IMPACT OF GREEN BONDS ON THE FINANCIAL MARKETS OF DEVELOPED COUNTRIES

Abdullah Ferit Erol[1]
Mutlu Ekinci[2]

Özet

Yeşil tahviller, iklim değişikliği ile mücadele eden projeleri desteklemek için tasarlanmış bir borçlanma aracıdır. Yeşil tahvil gibi alternatif finans kaynaklarının artması yatırımcıların mevduatlarını farklı alanlara yatırmasına neden olmaktadır. Bu durum ülkelerin finansal piyasalarına özelliklede borsalarına etki etmektedir. Bu çalışmanın amacı yeşil tahvil endeksi ile gelişmiş ülkelerin borsaları arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bu kapsamda bağımlı değişken olarak Standart & Poor's (S&P) tarafından yayınlanan yeşil tahvil endeksi (SPGBI) bağımlı değişken olarak kullanılırken ABD, İngiltere, Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Hollanda ve İsviçre'nin seçilmiş borsa endeksleri ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. 2021 ile 2024 yılları arasındaki haftalık zaman serileri kullanılarak değişkenler arasındaki ilişki ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile araştırılmıştır. ARDL sınır testi sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analizine göre ise SPGBI ile SPTSX, NIKKEI225, FTSEALL, FTSE100, DAX ve CAC endeksleri arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. SPGBI'dan SP500 endeksine tek yönlü bir nedensellik ilişkisi varken AEX endeksinden SPGBI'a tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Son olarak SPGBI ile SMI endeksi arasında nedensel bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil tahvil, borsalar, gelişmiş ülkeler

Abstract

Green bonds are a debt instrument designed to support projects that combat climate change. The increasing availability of alternative financing sources such as green bonds has been caused investors to diversify their deposits into different areas. This situation affects the economic markets of the countries, especially their stock markets. The purpose of this study is to examine the relationship between the green bond index and the stock markets of developed countries. In this context, the green bond index (SPGBI) published by Standard & Poor's (S&P) is employed as the dependent variable, while selected stock indices of the United

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, Kozluk MYO, Muhasebe ve Vergi Bölümü, erolferi@gmail.com, ORCID ID: https://orcid/org0000-0001-6898-7540

[2]Sorumlu Yazar, Yüksek Lisans Öğrencisi, Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Finansal Ekonomi Programı, mutluuekinci@gmail.com ORCID ID: https://orcid/org 0009-0002-7862-7586

* Bu çalışma, Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İktisat ABD, Finansal Ekonomi Bilim Dalında, Yüksek Lisans öğrencisi olan Mutlu EKİNCİ tarafından yazım süreci devam eden "YEŞİL TAHVİLLERİN GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN BORSA ENDEKSLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ adlı tezinden türetilmiştir.

States, the United Kingdom, Canada, France, Germany, Italy, Japan, the Netherlands and Switzerland serve as independent variables. Using weekly time series data spanning the period from 2021 to 2024, the relationship among the variables is investigated through the ARDL bounds testing approach and the Toda–Yamamoto causality analysis. According to the ARDL bounds test results, a cointegration relationship was determined among the variables. Furthermore, the Toda–Yamamoto causality analysis indicates bidirectional causality between the SPGBI and the SPTSX, NIKKEI225, FTSEALL, FTSE100, DAX and CAC indices. A unidirectional causality is observed from the SPGBI to the S&P500 index, and from the AEX index to the SPGBI. Finally, no causal relationship is found between the SPGBI and the SMI index.

Keywords: Green bonds, stock markets, developed countries

GİRİŞ

Yeşil tahviller, iklim değişikliği ile mücadele eden projeleri desteklemek için Dünya Bankası ile İskandinav Özel Bankası (SEB) tarafından ortaklaşa tasarlanmış bir borçlanma aracıdır. Bu borçlanma aracının çıkarılmasındaki temel amaç, iklim değişikliğini azaltmayı amaç edinmiş projelere finansman kaynağı sağlamak ve iklim değişikliğinden etkilenen toplumların buna uyum sağlamasını kolaylaştırmaktır (Dünya Bankası, 2024). Yeşil tahviller her türlü çevresel projelerin desteklenmesi için çıkarılan finansman aracıdır. Örneğin su yönetimi, temiz çevre projeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulumu ve iklimsel değişikliklere uyum gibi birçok projeye finansman kaynağı sağlamayı amaçlamaktadır (Chiang, 2017, s.7). Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulumu oldukça maliyetli olmaktadır. Bu nedenle bu projelerin kuruluş maliyetlerini karşılayabilmek için yeşil tahviller alternatif finansman kaynağı olarak ortaya çıkmıştır.

Çevreye duyarlı yatırımcıların ilgisini çekebilmek ve bu kapsamda toplanılan mevduatın çevreci projelere aktarılmasını sağlamak suretiyle oluşturulan bu finansal araç bazı kısıtlar altında ihraç edilmektedir. Daha açık bir ifade ile her proje için yeşil tahvil ihracı yapılamamaktadır. Yeşil tahvillerin ihraç edilebileceği bazı proje başlıkları şu şekilde sıralanabilir (ACMF, 2018).

- *Yenilenebilir enerji,*
- *Enerji verimliliği,*
- *Kirliliğin önlenmesi ve kontrolü,*
- *Doğal kaynakların ve arazi kullanımının çevresel açıdan sürdürülebilir yönetimi,*
- *Biyolojik çeşitliliğin korunması,*
- *Temiz ulaşım,*
- *Sürdürülebilir su ve atık su yönetimi,*
- İklim değişikliğine uyum,
- *Bölgesel, ulusal veya uluslararası alanda tanınan standartları veya sertifikasyonları karşılayan yeşil binalar vs.*

Yukarıdaki liste sadece bu başlıklardan oluşmamaktadır. Bu başlıklar sadece bu alanla ilgili yapılacak bazı projeleri kapsamaktadır.

Yeşil tahvil gibi alternatif finans kaynaklarının artması yatırımcıların mevduatlarını farklı alanlara yatırmasına neden olmaktadır. Bu durum ülkelerin finansal piyasalarına özelliklede borsalarına etki etmektedir. Diğer bir ifade ile çevreye duyarlı yatırımcıların mevduatları borsalardan yeşil tahvillere doğru akmaktadır. Bu

durum ise endekslerin düşmesine neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı yeşil tahvil endeksi ile gelişmiş ülkelerin borsaları arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Yeşil tahviller sürdürülebilir kalkınma amaçları için önem araz eden bir finansal araçtır. Bu nedenle birçok araştırmacı bu konu hakkında akademik çalışmalar yapmıştır. Bu kısımda yeşil tahviller ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmaların özetleri yer almaktadır.

Kandır ve Yakar (2017) çalışmalarında yeşil tahvillerin Türkiye'de kullanımının yaygınlaşması amacıyla öneriler bulunmuşlardır. Bu çalışma kapsamında yeşil tahviller geniş bir bakış açısıyla tartışılmış ve avantajları ve dezavantajları hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında yeşil tahvil piyasalarının yeşil tahvile olan katkıları incelenmiştir. Sonuç olarak Türkiye'de finansal kurumlar ve finansal yasa yapıcılar yeşil tahvil konusunda bilgilendirmelerin yapılması gerektiği, yeşil tahvil standardının oluşturulması, Borsanın yeşil tahvil ihracı konusunda aracılık üstlenmesinin gerektiğini ve yeşil tahvil endeksinin oluşturulması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Baulkaran (2019) çalışmasında Kasım 2013–Ekim 2019 döneminde Avrupa hisse senedi piyasasında yeşil tahvil duyurularını takiben pozitif anormal getirilerin elde edildiğine yönelik kanıtlar ortaya koyarak, yeşil tahviller literatürüne katkı sağlamaktadır. 54 Avrupa kamu şirketinden oluşan örneklem üzerinde olay çalışması metodolojisi uygulanmış ve yeşil tahvil duyurularını takip eden iki günlük olay penceresinde %0,37'lik kümülatif ortalama anormal getiri tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, yeşil tahvil duyurularının Avrupa'daki kamu şirketlerinin piyasa değeri üzerinde olumlu bir etkisi bulunduğunu, ancak bu etkinin önceki çalışmaların ortaya koyduğu küresel ortalamaya kıyasla daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Menteşe (2021) çalışmasında son yıllarda artış gösteren çevre dostu projelerin finansman ihtiyacının borçlanma araçları aracılığıyla karşılanmasını ele alınmıştır. Öncelikle, sürdürülebilirlik hedefleyen projelerin finansmanı amacıyla ihraç edilen yeşil tahvillerin tanımı, metodolojisi ve temel özellikleri açıklanmıştır. Sonrasında 2006–2020 dönemine ait yeşil tahvil ihraç verileri analiz edilmiştir. Çalışmada ayrıca dünya uygulamalarından örneklere yer verilmiş, yeşil tahvillerin işlem gördüğü borsalar ve İslami finans uygulamaları incelenmiştir. Son olarak, Türkiye'de gerçekleştirilen ilk yeşil tahvil ihracı ve iklim finansmanı uygulamaları ele alınmıştır. Çalışmanın sonucuna göre ilgili kurumlar tarafından yeşil tahvillere yönelik düzenlemelerin yayımlanması ve ihracı teşvik edici uygulamaların artırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Özcan ve Durmuşoğlu (2022) çalışmalarında yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılan yeşil tahvillerin mevcut durumu incelenmiş ve bu finansman aracının Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarında kullanımının artırılmasına yönelik politika önerilerinde bulunmuşlardır. Çalışmada yeşil tahvillerin, yenilenebilir enerjiye yönelimi teşvik etme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir. Ancak Türkiye'de gerçekleştirilen yeşil tahvil ihraçlarının yenilenebilir enerji yatırımlarına tahsis edilme oranı yetersizdir. Sonuç olarak yeşil tahviller konusunda dış görüş sağlayan kurum sayısı sınırlı olup, bu kurumların kapsam dâhilindeki faaliyet alanları açık bir biçimde tanımlanmamıştır. Yeşil tahvil kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için şeffaflığı artıracak ve piyasa güvenini güçlendirecek düzenleyici adımların atılması gerekmektedir.

Pescara (2022) çalışmasının temel amacı, yeşil tahvil ihraçlarının işletmelerin sermaye yapısı ve firma performansı üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Bu amaçla sermaye yapısı üzerindeki etkisini araştırmak ve finansal performansı ölçmek için 2013 ile 2022 yılları arasındaki 344 şirkete ait kaldıraç oranı ve uzun dönem kaldıraç oranını, FVÖK ve FAVÖK değerlerini bağımlı değişken olarak kullanmıştır. Bağımsız değişken olarak ise yeşil tahvil değişkenini gölge değişken olarak kullanmıştır. Ayrıca kontrol değişkeni olarak toplam varlıklar, maddi duran varlıklar, karlılık, firmaların faaliyet gösterdiği ülke ve sektörler kullanılmıştır. Araştırmada EKK regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, yeşil tahvil

ihracının ardından işletmelerin borçlanma eğiliminde olduğu ve yeşil tahvillerin işletmelerin finansal karar alma mekanizmalarında giderek daha önemli bir rol üstleneceği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle, borç veya özkaynak ile finansman sağlama kararlarının gelecekte yeşil tahvillerden daha fazla etkileneceği öngörülmektedir.

Pineiro-Chousa vd. (2022) çalışmalarında yeşil tahvil endeksleri ile sosyal medya duyarlılığı verileri kullanılarak yumuşak geçişli panel regresyon (PSTR) analizi aracılığıyla finansal piyasalardaki sosyal medya duyarlılığı ile yeşil tahvil endeks getirileri arasındaki olası doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkiler incelenmektedir. Araştırma, mevcut literatüre iki yönden katkı sunmaktadır. İlk olarak, sosyal ağ duyarlılığının yeşil tahvil getirileri üzerindeki etkisi ayrıntılı biçimde analiz edilmektedir. İkinci olarak, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin zaman değişkenliği kriterleri çerçevesinde hangi biçimde ortaya çıktığı değerlendirilmiştir. Bulgular, eşik değişkeni ve piyasa göstergesi olarak kullanılan Morgan Stanley Capital International (MSCI) endeksindeki değişimlerin, yatırımcı duyarlılığını ve bunun yeşil tahvil endeks getirileri ile olan ilişkisini anlamlı şekilde etkilediğini doğrulamaktadır.

Topçu (2022) çalışmasının amacı, sınırlı sayıda akademik araştırma bulunan merkez bankalarının iklim değişikliği ile mücadeledeki rolünü ve yeşil tahvilleri nasıl kullanabileceklerini incelenmiştir. İklim değişikliğinin nedenleri ile geçmiş ve gelecekteki olası etkileri dikkate alınarak merkez bankalarının bu süreçten kaynaklanan risklerden nasıl etkilenebileceği analiz edilmektedir. Ayrıca, iklimin finansmanında yeşil tahvillerin rolü ve merkez bankalarının yeşil tahvil uygulamalarına yönelik deneyimleri ele alınmıştır. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın (TCMB) yeşil tahviller konusunda geliştirebileceği stratejilere ilişkin öneriler sunulmaktadır. Para politikasına yeşil tahvillerin entegrasyonuna ilişkin başarılı uygulama örnekleri sunulmakta; Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın yeşil tahvilleri nasıl kullanabileceği ve yeşil tahvil piyasasının gelişimini desteklemek için atabileceği adımlar konusunda öneriler geliştirilmektedir. Sonuç olarak, Merkez Bankası'nın yeşil tahvillerin dış değerlendirme maliyetlerini üstlenerek ihracı teşvik edebileceğini, yeşil tahvilleri teminat çerçevelerine dâhil ederek veya yeşil tahvil ile yeşil tahvil fonlarına yatırım yaparak "yeşil merkez bankacılığı" faaliyetlerini hayata geçirebileceğini ve böylece yeşil tahvil piyasasının gelişimine katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Turan (2022) çalışmasında yeşil tahvillerin dünya ve Türkiye ölçeğindeki işleyişi, temel özellikleri ve mevcut durumu incelenmiş; mevcut veriler ışığında piyasa gelişimi değerlendirilmiştir. Geleneksel tahvillerle karşılaştırma yapılmış, Türkiye'de yeşil kamu borçlanma senetlerine ilişkin tespitler sunulmuştur. Çalışmanın sonunda, uluslararası finansman içindeki artan önemi ve piyasa büyüklüğü dikkate alındığında, yeşil tahvil piyasasının gelecekte de kritik bir rol üstlenerek genişleyeceğini göstermektedir.

Yazıcıoğlu ve Töke (2022) çalışmalarının amacı konvansiyonel tahvil piyasası ile İslami finansal araç olarak kullanılan yeşil sukukun karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini yapmaktır. Çalışmada yeşil ekonomi kapsamında çevreye duyarlı projelerin finansmanı için kullanılan yeşil tahvil ve yeşil sukuk gibi yeşil finansman araçları tanıtılmıştır. Aynı zamanda dünya finans piyasasındaki uygulamalarına değinilmiştir. Dört ana bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde yeşil ekonomi, sürdürülebilir enerji ve finansmanı ele alınmıştır. İkinci bölümde, yeşil tahvilin özellikleri, kullanım alanları ve ilkeleri açıklanarak, dünya ve Türkiye'deki ihraç örnekleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, yeşil sukuk üzerinde durularak, bu enstrümanın dünya ve Türkiye'deki uygulamaları değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise, yeşil tahvil ve yeşil sukuk için önerilerde bulunmuştur. Dünyada ve Türkiye'de sürdürülebilir ekonomik ve finansal araçlara yönelik artan ilgiye paralel olarak, küresel ölçekte yeşil finansman çalışmalarının ve uygulamalarının desteklenmesi gerekliliği öne sürülmüştür. Yeşil tahvil ve yeşil sukuk ihraçlarının hem kamu hem de özel sektör tarafından finansman aracı olarak kullanımının teşvik edilmesi, çevresel sürdürülebilirlik odaklı projelerin finansmanına katkı sağlayacağı ve böylece daha çevreci ekonomik büyümeye katkı sağlayacağı ifade edilmiştir.

Aini vd. (2023) yaptıkları çalışmada yeşil tahvil ihraçlarının yatırımcı dikkati ve borsa tepkileri üzerindeki

etkisini, yatırımcı dikkatini aracılık değişkeni olarak dâhil ederek yol analizi ve SEM-PLS yöntemi ile incelemektedir. Araştırma, beş ASEAN ülkeleri halka açık şirketlerin beş yıllık dönemine ait yıllık raporlar üzerinde içerik analizi gerçekleştirmiştir. Bulgular, yeşil tahvillere yönelik yatırımcı ilgisinin ihraç hacmiyle orantılı olarak arttığını, ancak borsa tepkileri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, yatırımcı dikkati aracılığıyla da borsa tepkilerinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Elde edilen sonuçlar, yeşil tahvil ihraçlarının yatırımcı davranışlarını ve piyasa dinamiklerini anlamada özellikle ASEAN piyasaları için önemli öngürüler sunmaktadır.

Dumlu ve Keleş (2023) çalışmalarında yeşil tahvil ihraçlarının işletmelerin hisse getirileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında çeşitli zamanlarda (2016-2021 arasında) 11 yeşil tahvil ihracı yaptığı tespit edilen 9 işletmenin verileri kullanılmıştır. Hisse getirilerini etkileyip etkilemediği olay çalışması ile test edilmiştir. Çalışma da yeşil tahvil ihracının hisse getirisini kısa vadede pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Güneş (2023) çalışmasında yeşil tahvil piyasası ile tahvil faizleri arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. ABD, Almanya, Çin, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya ve Japonya ülkelerine ait tahvil faiz oranları ile S&P Yeşil Tahvil piyasası verilerini kullanmıştır. Bu kapsamda 29.02.2012 ile 04.03.2022 tarihleri arasındaki günlük verileri kullanılarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre Almanya tahvil faiz oranlarından S&P Yeşil Tahvil piyasası endeksine tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilirken diğer ülkelerin tahvil faiz oranlarıyla arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Vartia (2023) çalışmada 2015–2021 döneminde Brezilya, Şili, Çin, Hindistan, Litvanya, Meksika, Güney Kore, Tayvan, Tayland ve Türkiye'de faaliyet gösteren, borsası gelişmiş olmayan halka açık 66 şirketin gerçekleştirdiği 155 yeşil tahvil ihraç duyurusunun hisse senedi fiyatları üzerindeki etkisini incelenmiştir. Bu amaçla çalışmada tahvilin duyuru tarihinden önceki mali yıl için toplam varlıklar, toplam borç tutarı, faiz ve vergi öncesi kâr (FVÖK), varlık getirisi (ROA), piyasa değeri ve maddi duran varlıklar gibi finansal göstergeler dikkate alınmıştır. Araştırmada anormal getirileri ölçmek amacıyla olay çalışması metodolojisi kullanılmış ve istatistiksel anlamlılık parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralama testi ile incelenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan olay pencereleri için ek olarak en küçük kareler (EKK) regresyon analizi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre etkinlik penceresinde yeşil tahvil duyurularının şirketlerin hisse senedi fiyatları üzerinde anlamlı ve olumsuz bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Akbar vd. (2024) çalışmalarında G7 ülkeleri (Japonya, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Fransa, Almanya, İtalya ve Kanada) ekonomilerinde faaliyet gösteren şirketler üzerinde yeşil tahvil ihracının etkisi ampirik olarak incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemi, Ocak 2015 ile Ağustos 2022 dönemini kapsayan aylık verilerden oluşmaktadır. Yeşil tahvil ihracına ilişkin veriler resmî duyurular, basın bültenleri ile altı aylık ve yıllık faaliyet raporlarından derlenmiştir. Elde edilen bulgular, yeşil tahvil ihracının hisse sahiplerinin servetini maksimize etme üzerinde olumlu bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir finansman uygulamalarının uzun vadede şirket değerini artırdığı ve bu nedenle hisse sahipleri tarafından tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Khiari vd. (2024) çalışmalarının amacı farklı ülkelerde faaliyet gösteren 29 şirketin hisse senedi fiyat verilerine dayanarak, yeşil tahvil ihraçlarının borsa üzerindeki etkilerini incelemektir. Finansal haritalama yöntemi ve kümeleme teknikleri kullanılarak fiyat dalgalanmaları analiz edilmiş, bu dalgalanmaları şekillendiren etkileşimler belirlenmiştir. Çalışmada Çok Boyutlu Ölçekleme (MDS) yaklaşımı uygulanmıştır. Bu yöntem temelinde elde edilen bulgular, şirket büyüklüğü, ihraç hacmi, toplam ihraç sayısı, coğrafi konum, ülke GSYİH'sı ve yolsuzluk indeksi gibi yönetişim göstergelerinin birbirleriyle önemli ölçüde etkileşim içinde bulunduğu karmaşık bir dinamik yapıyı ortaya koymaktadır. Bu çalışma çerçevesinde hükümetlerin, şirketlerin ve finansal kurumların yeşil tahvil ihracını artırmalarını teşvik ederek elde edilen gelirlerin çevresel projelerde kullanılmasını sağlaması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Böylece firmaların değerinin yükselmesine, yatırımcılara daha yüksek getiri sağlanmasına ve ekonomik büyümeye destek olunmasına

katkıda bulunacağı öngörüsünde bulunmuşlardır.

Söderman ve Haglund (2024) çalışmalarında yeşil tahvillerin, ihraççı şirketlerin konvansiyonel tahvilleri ve hisse senetleri ile karşılaştırmalı performansını incelemeyi amaçlamaktadır. 2018–2023 döneminde vadesi dolan, Asya, Avrupa, Güney Amerika, Kuzey Amerika ve Avustralya'dan 33 şirkete ait veriler kullanılarak regresyon analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda üç varlık türü arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Hisse senetleri, yeşil ve konvansiyonel tahvillere kıyasla daha yüksek getiri ve volatilite sergilerken, yeşil ve konvansiyonel tahviller arasında getiri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Elde edilen sonuçlar yeşil tahvillerin özellikle risk ve volatilite bakımından konvansiyonel tahvillere kıyasla daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Böylece portföy çeşitlendirmesi yapılırken kullanılabilecek faydalı ve alternatif yatırım aracı olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Literatür genel olarak değerlendirildiğinde özellikle ülkemizde yapılan çalışmaların çoğunluğunun teorik olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda genel olarak yeşil tahviller hakkında bilgiler verilmekle birlikte Türkiye'de yeşil tahvil ihracının artırılması için neler yapılması gerektiği tartışılmış ve bazı önerilerde bulunulmuştur. Diğer taraftan çalışmaların bazıları yeşil tahvil ihracı ile pay getirileri arasındaki ilişkiyi araştırırken bazı çalışmalarda ise endeks ile ilişkisi araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

Çalışmanın amacı yeşil tahvil endeksi ile gelişmiş ekonomilerin borsa endeksleri arasındaki ilişkiyi test etmektir. Bu amaçla bağımlı değişken olarak Standart & Poor's (S&P) tarafından yayınlanan yeşil tahvil endeksi (SPGBI) bağımlı değişken olarak kullanılırken ABD, İngiltere Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Hollanda ve İsviçre'nin seçilmiş borsa endeksleri ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. 2021 ile 2024 yılları arasındaki haftalık zaman serileri kullanılarak eşbütünleşme ve nedensellik analizi uygulanmıştır. Değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Ülkeler	Endeksler	Kısaltma	Veri Dönemi	Kaynak
Global	S&P Green Bond Index	**SPGBI**	2021-2024 yılları arası Haftalık endeks kapanış değerleri	www.spglobal.com
Kanada	S&P/TSX Composite Index	**SPTSX**		www.investing.com
ABD	S&P 500 Index	**SP500**		
İsviçre	Swiss Market Index	**SMI**		
Japonya	Nikkei 225	**NIKKEI225**		
İtalya	FTSE Italia All-Share Index	**FTSEALL**		
İngiltere	FTSE 100 Index	**FTSE100**		
Almanya	Deutscher Aktienindex	**DAX**		
Fransa	Cotation Assistée en Continue	**CAC**		
Hollanda	Amsterdam Stock Exchange	**AEX**		

Eşbütünleşme analizi değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkinin varlığını test etmektedir. Klasik eşbütünleşme analizlerinin (Engle-Granger (1987), Johansen (1988, 1991) ve Johansen-Juselius (1990)) uygulanabilmesi için zaman serilerinin aynı düzeyde durağan olması şartı bulunmaktadır. Aynı düzeyde durağan olmayan seriler için kullanılan bu modeller sahte regresyona yol açmakta ve böylece analizin güvenirliliğini olumsuz olarak etkilemektedir (Özdamar, 2015, s.84). Çalışma kapsamında yapılan

durağanlık testi sonucuna göre değişkenlerin tamamının aynı düzeyde durağan olmadığı tespit edilmiştir (Bkz Tablo 4). Bu nedenle değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi Peseran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Doğrusal Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif) sınır testi ile araştırılmıştır. ARDL sınır testine ait klasik model aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}\Delta\mathbf{SPGBI}_t = \alpha_0 &+ \sum_{i=1}^{a} \alpha_{1i}\Delta\mathbf{SPGBI}_{t-i} + \sum_{i=0}^{b} \alpha_{2i}\Delta\mathbf{SPTSX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{c} \alpha_{3i}\Delta\mathbf{SP500}_{t-i} + \sum_{i=0}^{d} \alpha_{4i}\Delta\mathbf{SMI}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{e} \alpha_{5i}\Delta\mathbf{NIKKEI225}_{t-i} + \sum_{i=0}^{f} \alpha_{6i}\Delta\mathbf{FTSEALL}_{t-i} + \sum_{i=0}^{g} \alpha_{7i}\Delta\mathbf{FTSE100}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{h} \alpha_{8i}\Delta\mathbf{DAX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{\iota} \alpha_{9i}\Delta\mathbf{CAC}_{t-i} + \sum_{i=0}^{j} \alpha_{10i}\Delta\mathbf{AEX}_{t-i} + \beta_1\mathbf{SPGBI}_{t-1} + \beta_2\mathbf{SPTSX}_{t-1} \\ &+ \beta_3\mathbf{SP500}_{t-1} + \beta_4\mathbf{SMI}_{t-1} + \beta_5\mathbf{NIKKEI225}_{t-1} + \beta_6\mathbf{FTSEALL}_{t-1} + \beta_7\mathbf{FTSE100}_{t-1} \\ &+ \beta_8\mathbf{DAX}_{t-1} + \beta_9\mathbf{CAC}_{t-1} + \beta_{10}\mathbf{AEX}_{t-1} + u_t\end{aligned}$$

ARDL Uzun dönem tahmin modeli;

$$\begin{aligned}\mathbf{SPGBI}_t = \alpha_0 &+ \sum_{i=1}^{a} \alpha_{1i}\mathbf{SPGBI}_{t-i} + \sum_{i=0}^{b} \alpha_{2i}\mathbf{SPTSX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{c} \alpha_{3i}\mathbf{SP500}_{t-i} + \sum_{i=0}^{d} \alpha_{4i}\mathbf{SMI}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{e} \alpha_{5i}\mathbf{NIKKEI225}_{t-i} + \sum_{i=0}^{f} \alpha_{6i}\mathbf{FTSEALL}_{t-i} + \sum_{i=0}^{g} \alpha_{7i}\mathbf{FTSE100}_{t-i} + \sum_{i=0}^{h} \alpha_{8i}\mathbf{DAX}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{\iota} \alpha_{9i}\mathbf{CAC}_{t-i} + \sum_{i=0}^{j} \alpha_{10i}\mathbf{AEX}_{t-i} + u_t\end{aligned}$$

ARDL Kısa dönem tahmin modeli;

$$\begin{aligned}\Delta\mathbf{SPGBI}_t = \alpha_0 &+ \sum_{i=1}^{a} \alpha_{1i}\Delta\mathbf{SPGBI}_{t-i} + \sum_{i=0}^{b} \alpha_{2i}\Delta\mathbf{SPTSX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{c} \alpha_{3i}\Delta\mathbf{SP500}_{t-i} + \sum_{i=0}^{d} \alpha_{4i}\Delta\mathbf{SMI}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{e} \alpha_{5i}\Delta\mathbf{NIKKEI225}_{t-i} + \sum_{i=0}^{f} \alpha_{6i}\Delta\mathbf{FTSEALL}_{t-i} + \sum_{i=0}^{g} \alpha_{7i}\Delta\mathbf{FTSE100}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^{h} \alpha_{8i}\Delta\mathbf{DAX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{\iota} \alpha_{9i}\Delta\mathbf{CAC}_{t-i} + \sum_{i=0}^{j} \alpha_{10i}\Delta\mathbf{AEX}_{t-i} + \boldsymbol{\delta ECT_{t-1}} + \boldsymbol{u_t}\end{aligned}$$

Şeklinde oluşturulmaktadır.

Çalışmada aynı zamanda değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Akademik çalışmalarda en çok kullanılan nedensellik analizi Granger (1969) tarafından geliştirilen Granger nedensellik analizi olduğu görülmektedir. Ancak bu testin uygulanabilmesi için serilerin aynı düzeyde durağan olmaları şartı bulunmaktadır. Bu şart sağlansa dahi fark işlemi uygulanan modellerin nedensellik analizinde bilgi kaybı yaşandığı için sahte regresyon riski oluşturmaktadır. Bu kapsamda değişkenlerin durağanlık seviyeleri dikkate alınmaksızın Toda-Yamamoto Modelinin kullanılması değişkenler arasındaki nedensel ilişkinin araştırılması için uygun olacaktır. Çünkü Toda Yamamoto nedensellik analizinde değişkenlerin I(0) ya da I(1) olmasına bakılmaksızın düzey değerleri ile VAR modeli kurulabilmektedir (Tayyar, 2018, s.101). Böylece Granger testine göre daha güvenilir sonuçlar sunabilmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik analizinde öncelikle değişkenlere ait gecikme değerleri (k) belirlenir sonrasında serilerin maksimum entegrasyon derecesi (d_{max}) ilave edilerek oluşturulacak VAR modeli için kullanılacak gecikme değeri tespit edilmiş olur (Yenisu, 2019, s.52). Son olarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi Wald testi uygulanarak test edilir. Buna göre oluşturulan temel modeller aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i}\, Y_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \alpha_{2j}\, Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \emptyset_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \emptyset_{2j}\, X_{t-j} + \varepsilon_{1t}$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1i}\, X_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \beta_{2j}\, X_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \delta_{2j}\, Y_{t-j} + \varepsilon_{2t}$$

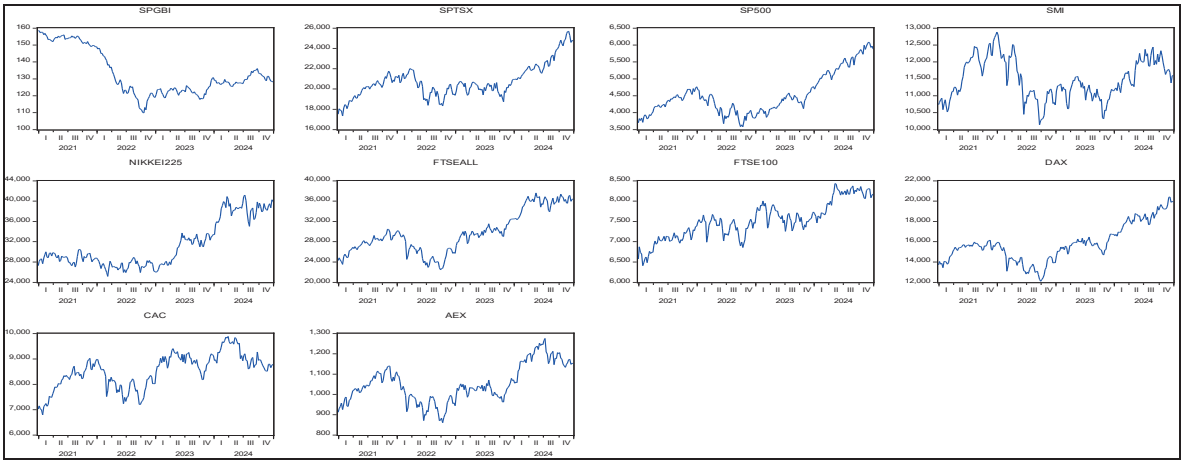
Modellere ilişkin hipotezler ise şu şekilde oluşturulmaktadır.

$\emptyset_{1i}$=0, $\forall_i$ hipotezi reddedilirse bu durum bağımsız değişkenden (X) bağımlı değişkene (Y) doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. δ_{1i}=0, $\forall_i$ hipotezi reddedilirse bu sefer bağımlı değişkenden (Y) bağımsız değişkene (X) doğru bir nedensel ilişki olduğu söylenebilir. Araştırma kapsamında yukarıda yer alan temel modeller dikkate alınarak dokuz değişken için toplamda 18 farklı model oluşturulmuş ve test edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu kısımda öncelikle değişkenlerin zaman içerisindeki değişimleri ve değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Sonrasında değişkenlerin birim kök test sonuçları, ARDL sınır test modelinin oluşturulması ve modelinin anlamlılığının test edilmesi, modelin anlamlılığı için uygulanan varsayımların test istatistikleri, değişkenlere ilişkin kısa ve uzun dönem test istatistikleri yer almaktadır. Son olarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve nedensellik analiz sonuçları yer almaktadır.

Şekil 1. Serilerin Zaman İçerisindeki Değişimleri



Şekil 1 incelendiğinde borsa endekslerinin tamamında bir trend olduğu görülmektedir. Ayrıca zaman serilerinde ani şokların olmadığı diğer bir ifadeyle değişkenlerde yapısal kırılmanın olmadığı söylenebilir.

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	SPGBI	SPTSX	SP500	SMI	NIK-KEI225	FTSE-ALL	FTSE100	DAX	CAC	AEX
Mean	133.25	20745.41	4527.17	11474.55	31306.34	29731.69	7515.09	15815.01	8529.20	1051.69
Median	128.18	20509.23	4393.95	11346.00	29098.37	29221.29	7491.80	15600.65	8629.21	1035.22
Maximum	158.51	25691.80	6090.27	12882.00	41190.68	37618.10	8433.76	20405.92	9882.70	1275.82
Minimum	109.80	17337.02	3583.07	10140.00	25162.78	22462.16	6407.46	12114.36	6792.86	860.24
Std. Dev.	13.46	1634.42	615.44	599.41	4561.52	4090.14	459.96	1858.79	682.58	94.05
OBS	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210

Tablo 2'ye göre ise endekslere ait ortalamalar, minimum ve maksimum değerleri, standart sapma ve gözlem sayıları verilmiştir. Buna göre analiz kapsamında 210 adet gözlem yer almaktadır.

Araştırma kapsamında kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıklarının incelenmesi gerekmektedir. Çünkü durağan olmayan seriler, zaman serisinin yaptığı davranışı sadece ilgili oldukları dönem için araştırılabilirler. Daha geniş bir ifade ile elde edilen sonuçların genelleştirilmesi mümkün olmayacaktır. Diğer taraftan durağan olmayan seriler için yapılan analizlerde sahte regresyon ortaya çıkacak ve elde edilen sonuçlar güvenilir olmayacaktır. Bu nedenlerden dolayı çalışmada kullanılan değişkenler için durağanlık sınaması yapılacaktır (Gujarati, 2016, s.320). Değişkenlerin durağanlık sınaması için Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Bu test hata terimlerinin korelasyon sorununu gideren bir test olması nedeniyle oldukça fazla tercih edilen bir testtir. Bu test aşağıdaki hipotezleri test etmektedir (Özgür ve Hepsağ, 2022, s.3).

H_0: $\delta = 0$ (seri birim köklüdür, seri durağan değildir)

H_A: $\delta < 0$ (seri birim köklü değildir, seri durağandır)

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin ADF Birim Kök Test Sonuçları

	Sabitli ve Trendli			
	Düzey I(0)		**Fark I(1)**	
	t İstatistiği	**Olasılık**	**t İstatistiği**	**Olasılık**
SPGBI	-0.935	0.949	-12.675	0.000
SPTSX	-1.957	0.621	-14.689	0.000
SP500	-1.328	0.878	-15.623	0.000
SMI	-2.609	0.277	-13.959	0.000
NIKKEI225	-2.183	0.496	-14.662	0.000
FTSEALL	-2.011	0.592	-14.090	0.000
FTSE100	-4.150	0.006	-	-
DAX	-1.569	0.802	-14.566	0.000
CAC	-2.806	0.197	-15.467	0.000
AEX	-2.177	0.499	-14.775	0.000

Tablo 3'e göre FTSE100 endeksi dışındaki tüm endekslerin düzeyde durağan olmadığı ve birinci farkı alınan endekslerin durağanlaştığı görülmektedir *($p<0.05$)*. FTSE100 endeksinin ise düzeyde durağandır ve herhangi bir fark işlemine tabi tutulmamıştır.

Tablo 4. ARDL (1, 3, 3, 0, 0, 0, 4, 1, 2, 0) Modeline ait F İstatistiği ve Kritik Değerler

Model	k	Max	F istatistiği	Önem Düzeyi	Alt Sınır	Üst Sınır
ARDL (1, 3, 3, 0, 0, 0, 4, 1, 2, 0)	9	4	6.426***	10%	1.8	2.8
				5%	2.04	2.08
				1%	2.5	3.68

Not: k modelde yer alan bağımlı değişken sayısını, Max model için belirlenen maksimum gecikme uzunluğunu ve *** %1 önem düzeyini göstermektedir.

ARDL (1, 3, 3, 0, 0, 0, 4, 1, 2, 0) modeli için F istatistik değeri alt sınır ve üst sınır kritik değerlerinden büyüktür. Buna göre ilgili dönem için kullanılan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir. Böylece değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem katsayıları hesaplanabilmektedir. Katsayılar hesaplanmadan önce modele ilişkin tanısal testler yapılmıştır. Yapılan testlerin tamamı Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Modele İlişkin Varsayımların Test İstatistikleri

Breusch-Godfrey LM test		Breusch-Pagan-Godfrey	
F- İstatistiği	Olasılık	F- İstatistiği	Olasılık
0.575031	0.5637	1.19585	0.2535
Jarque-Bera		**Ramsey Reset Test**	
Değer	Olasılık	F- İstatistiği	Olasılık
5.139677	0.076548	2.760553	0.0983

Modelde otokorelasyonun varlığı Breusch-Godfrey LM testi ile, değişen varyans problemi Breusch-Pagan-Godfrey testi ile, normallik varsayımı Jarque-Bera ile ve model kurma hatasının olup olmaması ise Ramsey Reset Testi ile sınanmıştır. Buna göre oluşturulan modelde otokorelasyonun ve değişen varyans probleminin olmadığı (*olasılık değerleri sırasıyla 0.564>0.05 ve 0.254>0.05*) sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan oluşturulan modelin normal dağılım sergilediği (*olasılık değerleri 0.076>0.05)* ve model kurma hatasının olmadığı (*olasılık değerleri 0.098>0.05)* görülmektedir.

Tablo 6. ARDL(1, 3, 3, 0, 0, 0, 4, 1, 2, 0) Modeli Uzun Dönem ve Kısa Dönem Katsayıları

Uzun Dönem				
Değişken	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t-istatistiği**	**Olasılık**
SPTSX	-0.007	0.002	-3.151	0.002***
SP500	0.007	0.008	0.834	0.406
SMI	0.006	0.003	2.202	0.029**
NIKKEI225	-0.003	0.001	-4.131	0.000***
FTSEALL	0.001	0.001	0.752	0.453
FTSE100	-0.020	0.004	-5.073	0.000***
DAX	0.010	0.002	4.888	0.000***
CAC	-0.010	0.003	-3.861	0.000***
AEX	0.076	0.027	2.855	0.005***
C	238.127	28.622	8.320	0.000***
Kısa Dönem				
Değişken	**Katsayı**	**Std. Hata**	**t-istatistiği**	**Olasılık**
D(SPTSX)	0.000	0.000	1.037	0.301
D(SPTSX(-1))	0.000	0.000	0.796	0.427

D(SPTSX(-2))	0.001	0.000	2.976	0.003***
D(SP500)	0.003	0.001	3.088	0.002***
D(SP500(-1))	0.001	0.001	0.922	0.358
D(SP500(-2))	-0.003	0.001	-2.483	0.014**
D(FTSE100)	-0.002	0.001	-2.531	0.012**
D(FTSE100(-1))	0.003	0.001	2.948	0.004***
D(FTSE100(-2))	-0.001	0.001	-0.851	0.396
D(FTSE100(-3))	0.001	0.001	2.349	0.020**
D(DAX)	-0.000	0.001	-0.239	0.811
D(CAC)	0.001	0.001	1.581	0.116
D(CAC(-1))	-0.001	0.001	-1.743	0.083*
C	26.505	3.368	7.869	0.000***
CointEq(-1)*	-0.111	0.013	-8.636	0.000***
R^2				**0.491**
Düzenlenmiş R^2				**0.457**
F-statistic				**13.160**
Prob(F-statistic)				**0.000**
Durbin-Watson				**2.120**

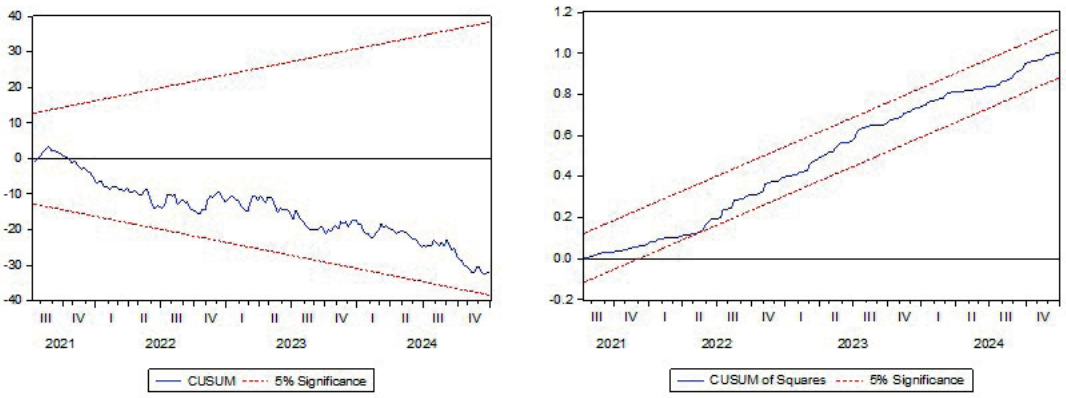
Not: CointEq(-1) hata düzeltme terimini ifade etmektedir. *, ** ve *** ifadeleri sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

Uzun dönem katsayıları incelendiğinde yeşil tahvil endeksini, SPTSX, NIKKEI225, FTSE100 ve CAC endeksinin %1 anlamlılık düzeyinde ve negatif yönlü etkilediği görülmektedir. Diğer taraftan DAX ve AEX endekslerinin ise %1 anlamlılık düzeyinde ve pozitif yönlü etkilediği görülmektedir. SMI endeksi ise %5 anlamlılık düzeyinde ve pozitif olarak etkilemektedir. Son olarak SP500 ve FTSEALL endekslerinin ise yeşil tahvil endeksini pozitif yönlü etkilemesine karşın istatistiki olarak anlamlı değildir.

Kısa dönem sonuçları dikkate alındığında hata düzeltme katsayısının (CointEq(-1)) negatif olması ve %1 önem düzeyinde anlamlı olması hata düzeltme modelinin çalıştığını ve modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Buna göre kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların uzun dönemde tekrar dengeye geldiği söylenebilir. Özetle ortaya çıkan sapmaların %11'lik (katsayı=-0.111) kısmı bir sonraki dönem giderildiği söylenebilir.

ARDL sınır testi kapsamında son olarak CUSUM ve CUSUMQ grafikleri incelenmiştir.

Şekil 2. CUSUM ve CUSUMQ Test sonuçları



CUSUM ve CUSUMQ grafikleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde yer alan modelin uzun dönem katsayılarının güvenilir olduğu anlamına gelmektedir. Şekil 2'de yer alan grafikler incelendiğinde değerlerin kritik sınırları aşmadığı, herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığı ve uzun dönemli katsayıların anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Değişkenler arasında eşbütünleşik ilişki olduğu tespit edildikten sonra değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi de araştırılmıştır. Bu kapsamda değişkenlerin tamamının aynı düzeyde durağan olmamasından dolayı değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile test edilmiştir. Analiz kapsamında öncelikle uygun gecikme uzunluğunun (k) belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca değişkenlerin çoğunun I(1)'de durağanlaşmasından dolayı maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak kabul edilmektedir (Doğan, 2017, s.24).

Tablo 7. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-13935.99	NA	4.39e+47	138.0791	138.2429	138.1454
1	**-11571.16**	**4472.101***	**8.02e+37***	**115.6551***	**117.4566***	**116.3840***
2	-11511.18	107.5005	1.20e+38	116.0513	119.4905	117.4428
3	-11444.04	113.6665	1.69e+38	116.3766	121.4537	118.4308
4	-11367.36	122.2408	2.20e+38	116.6075	123.3223	119.3243
5	-11302.88	96.40047	3.30e+38	116.9592	125.3117	120.3386
6	-11233.51	96.83084	4.85e+38	117.2625	127.2528	121.3046
7	-11154.32	102.7131	6.72e+38	117.4685	129.0966	122.1733
8	-11069.71	101.3651	9.21e+38	117.6209	130.8867	122.9883

Tablo 7 incelendiğinde bilgi kriterlerine göre model için en uygun gecikme uzunluğunun 1 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre denklemler 2 ($k+d_{max}$) gecikmeli Toda-Yamamoto modeli ile oluşturulacaktır.

Tablo 8. Tado-Yamamoto Test Sonuçları

Değişkenler	Nedensel İlişki	Test İstatistiği	Olasılık
SPGBI=>SPTSX	Var	2.858	0,091*
SPTSX=>SPGBI	Var	11.549	0,001***
SPGBI=>SP500	Var	4.191	0,041**
SP500≠>SPGBI	Yok	0.548	0,459
SPGBI≠>SMI	Yok	0.514	0,473
SMI≠>SPGBI	Yok	0.928	0,335
SPGBI=>NIKKEI225	Var	5.184	0,023**
NIKKEI225=>SPGBI	Var	21.835	0,000***
SPGBI=>FTSEALL	Var	3.445	0,064*
FTSEALL=>SPGBI	Var	4.193	0,041**
SPGBI=>FTSE100	Var	7.571	0,006***
FTSE100=>SPGBI	Var	15.589	0,000***
SPGBI=>DAX	Var	5.432	0,020**
DAX=>SPGBI	Var	19.317	0,000***
SPGBI=>CAC	Var	7.090	0,008***
CAC=>SPGBI	Var	18.079	0,000***

SPGBI≠>AEX	Yok	1.964	0,161
AEX=>SPGBI	Var	9.771	0,002***

*, ** ve *** ifadeleri sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

2 gecikmeli Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçlarına göre SPGBI ile SPTSX, NIKKEI225, FTSEALL, FTSE100, DAX ve CAC endeksleri arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. SPGBI'dan SP500 endeksine tek yönlü bir nedensellik ilişkisi varken AEX endeksinden SPGBI'a tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Son olarak SPGBI ile SMI endeksi arasında nedensel bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sürdürülebilir çevre bilincinin büyük bir önem kazandığı çağımızda yatırımcılar çevreye duyarlı yatırım finansmanı ile daha temiz enerji üretimi, daha düşük karbon izi ve iklim değişikliği ile mücadele etmeyi amaçlamaktadırlar. Böylece yatırımcılar mevduatlarını daha çevreci projelere yatırmaktadırlar. Bu durum ise ülkelerin borsaları etkileyebilmektedir. Bu çalışma kapsamında yeşil tahvil endeksinin gelişmiş ülkelerin borsaları üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada öncelikle değişkenler arasında eşbütünleşik ilişki olup olmadığı ARDL sınır testi ile araştırılmıştır. Eşbütünleşik ilişki tespit edildikten sonra Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır.

Eşbütünleşme ilişkinin varlığını ARDL sınır testi ile yapılmıştır. Analiz sonucuna göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile değişkenlerin uzun vadede birbirlerini etkileyeceği söylenebilir. Uzun dönem katsayıları incelendiğinde yeşil tahvil endeksini, SPTSX, NIKKEI225, FTSE100 ve CAC endeksinin %1 anlamlılık düzeyinde ve negatif yönlü etkilediği görülmektedir. Bu durumun birden fazla nedeni olabilir. Bunlardan birisi yatırımcıların risk iştahlarının yüksek olmasıdır. Risk iştahı yüksek yatırımcılar sabit getirili yatırımlardan ziyade getirisi yüksek olan hisse senetlerine yönelmektedirler. İkinci olarak faiz oranlarında yükselme beklentisi yatırımcıların tahvillere yatırım yapması yerine alternatif yatırım araçlarına yönelmesine sebep olabilmektedir. Diğer taraftan DAX ve AEX endeksleri %1 anlamlılık düzeyinde ve SMI endeksi ise %5 anlamlılık düzeyinde yeşil tahvil endeksini pozitif olarak etkilemektedir. Bunun temel nedeninin Avrupa endekslerinde yeşil dönüşüm, sürdürülebilirlik ve yenilenebilir enerji yatırımları oldukça güçlüdür. Bu nedenle borsalarda meydana gelen artışlar güven ortamı oluşturmakta ve böylelikle yeşil tahvillere olan güven artmaktadır. Böylece yeşil tahvile olan talepte artmaktadır. Son olarak SP500 ve FTSEALL endekslerinin ise yeşil tahvil endeksini pozitif yönlü etkilemesine karşın istatistiki olarak anlamlı değildir.

Nedensellik analizi sonuçlarına göre ise SMI endeksinin yeşil tahvil endeksi ile herhangi bir nedensel ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. SPGBI'dan SP500 endeksine tek yönlü bir nedensellik ilişkisi varken AEX endeksinden SPGBI'a tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu durumu piyasaların bulunduğu bölgesel dinamiklerden kaynaklandığı ifade edilebilir. ABD piyasasında çevreci politikaların Avrupa piyasasına göre daha kısıtlı olması ayrıca yatırımcıların getiri beklentilerindeki farklılıklar nedeniyle yeşil tahvil endeksinde meydana gelen değişimlerin ABD piyasasına etki ettiği ifade edilebilir. Diğer taraftan Hollanda piyasası en çok yeşil tahvil ihraç edilen ülkelerden birisi olması nedeniyle yeşil tahvil endeksini tek yönlü etkilediği ifade edilebilir. SPGBI ile SPTSX, NIKKEI225, FTSEALL, FTSE100, DAX ve CAC endeksleri arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu durum, bir yandan borsalardaki hareketlerin yatırımcıların risk iştahlarının ve yatırım tercihlerinin yeşil tahvillere yöneldiği diğer taraftan SPGBI endeksindeki gelişmelerin de sürdürülebilir finansman koşulları ve yatırımcı beklentileri ile uyumlu olması hisse senedi piyasalarına geri yansıdığını ortaya koymaktadır. Böylece sermaye piyasaları ile yeşil finans piyasası arasında çift taraflı bir bilgi aktarımı olduğu söylenebilir.

Sonraki çalışmalarda yeşil tahvil piyasasını doğrudan etkileyebilecek sektörlere ait endekslerin veri setleri kullanılarak piyasalar arasındaki entegrasyon araştırılabilir. Ayrıca farklı analiz yöntemleri kullanılarak piyasalar arasındaki ilişki araştırılabilir. Son olarak yapay zekâ destekli uygulamalar ile yapılan analizlerle yeşil tahvil endeksinin gelecekteki yeri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Aini, A. N., Sukmadilaga, C., & Ghani, E. K. (2023). Green bonds, investor attention and stock market reaction: evidence from ASEAN countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(6), 334-343.

Akbar, U. S., Bhutto, N. A., & Khan, N. U. (2024). Boosting shareholder value: The impact of green bonds on equity markets. *Pakistan Social Sciences Review*, *8*(1), 41-52.

Baulkaran, V. (2019). Stock market reaction to green bond issuance. *Journal of Asset Management*, *20*(5), 331-340.

Dumlu, T., & Keleş, E. (2023). Kurumsal yeşil tahviller ve firma değeri: Türkiye uygulamaları. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *8*(1), 261-269.

Güneş, H. (2023). Yeşil tahvil ve ülke tahvilleri arasındaki nedensellik. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *25*(45), 1244-1263.

Hüseyin, A. (2018). Sürdürülebilirlik Endeksinin (XUSRD) Firma Hisse Senedi Getiri Oranlarına Etkisi: BİST'de İşlem Gören İşletmeler Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans), İstanbul Üniversesi, İstanbul*.

Kandır, S. Y., & Yakar, S. (2017). Yeşil Tahvil Piyasalari: Türkiye'de Yeşil Tahvil Piyasasinin Geliştirilebilmesi İçin Öneriler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *26*(2), 159-175.

Khiari, W., Ben Flah, I., Lajmi, A., & Bouhleli, F. (2024). The Stock Market Reaction to Green Bond Issuance: A Study Based on a Multidimensional Scaling Approach. *Journal of Risk and Financial Management*, *17*(9), 408.

Menteşe, B. (2021). Yeşil Tahvilin Gelişimi ve Türkiye'deki Uygulamaları. *Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *3*(1), 94-117.

Özcan, M., & Durmuşoğlu, S. M. (2022). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında yeşil tahvillerin kullanımı. *Mühendis ve Makina*, *63*(707), 279-313.

Pescara, A. (2022), The effect of green bonds on companies: a study of firms' capital structure, performance, and firm value, Yüksek Lisans Tezi, Erasmus University Rotterdam, Erasmus School of Economics. https://thesis.eur.nl/pub/61904

Pineiro-Chousa, J., López-Cabarcos, M. Á., & Šević, A. (2022). Green bond market and Sentiment: Is there a switching Behaviour?. *Journal of Business Research*, *141*, 520-527.

Söderman, M., & Haglund, M. (2024). Investing in the Future: The Performance of Green Bonds Compared to Conventional Bonds and Stocks.

Topçu, D. N. (2022). Yeşil Tahviller ve İklim Değişikliği İle Mücadelede Merkez Bankalarının Rolü. *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Uzmanlık Tezi, İstanbul, Nisan*.

Turan, N. (2022). Yeni bir borç enstrumani olarak yeşil tahviller: global piyasalar ve türkiye'deki mevcut durum üzerine tespitler. *Sayıştay Dergisi*, *33*(125), 311-341.

Vartia, E. (2023). Do green bonds impact on stock values?: Evidence from emerging markets.

Yazıcıoğlu, İ. E., & Töke, L. B. (2022). Sürdürülebilir Kalkınma Finansmanı Araçlarından Yeşil Tahvil ve Yeşil Sukuk Üzerine Bir Değerlendirme. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, *14*(27), 340-361.

Özdamar, G. (2015). Türkiye Ekonomisinde Döviz Kuru Geçiş Etkisi: ARDL-Sinir Testi Yaklaşimi Bulgulari. *Akdeniz İİBF Dergisi*, *15*(32), 66-97.

Tayyar, A. E. (2024). Endojen Para Arzının Politik Yönü: Türkiye için Toda-Yamamoto Nedensellik Analizinin Uygulanması. *The Journal of Social Sciences*, *26*(26), 89-107.

Özgür, Ö., & Hepsağ, A. (2022). Doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testlerinin gecikme uzunluğuna olan duyarlılığı. *İstatistik Araştırma Dergisi*, *12*(1), 1-15.

Gujarati, D. (2016). Örneklerle Ekonometri (Çev. Nasip Bolatoğlu). *Ankara: BB101 Yayınları*.

Doğan, B. (2017). Ekonomik küreselleşme ve büyüme ilişkisi: Türkiye örneği Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (628), 19-27.

Dünya Bankası (2024). IBRD Funding Program. Green Bonds. https://treasury.worldbank.org/en/about/unit/treasury/ibrd/ibrd-green-bonds [Erişim Tarihi: 17.09.2025]

Chiang, J. (2017), Growing The U.S. Green Bond Market Volume 1: The Barriers and Challenges, California State Treasurer Report.

ACMF (2018), ASEAN Green Bond Standards. https://www.theacmf.org/initiatives/sustainable-finance/asean-green-bond-standards

https://doi.org/10.71284/asc.2025236

FACTORS INFLUENCING THE USE OF CHATGPT IN MALAYSIAN POLYTECHNIC COMMUNICATIVE ENGLISH CLASSROOMS: STUDENTS' PERSPECTIVES

Radika Subramaniam[1]

Abstract

Research concerning the factors contributing to the adoption of Artificial Intelligence (AI) tools in higher education has become increasingly common over the years. In line with the existing trend, this study aims to investigate the factors influencing the use of ChatGPT as a tool in Communicative English classrooms at Malaysian polytechnics from the students' perspectives. The study employs the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2) model developed by Venkatesh et al. (2012), extended with Trust, Perceived Risks, and Attitude towards ChatGPT. A quantitative research design was employed. Structured online questionnaires were distributed via Google Forms to Malaysian Polytechnic Diploma students who were familiar with the use of AI tools, particularly ChatGPT, in Communicative English classrooms. The study gathered responses from 273 Diploma students from Semester 1 to Semester 6 studying at Malaysian polytechnics nationwide. The statistical analyses were performed using SPSS and SmartPLS and the hypotheses were tested using Structural Equation Modelling (PLS-SEM). The findings reveal that Attitude and Habit significantly and positively influence Behavioural Intention to use ChatGPT, with Attitude emerging as the strongest predictor. Other major predictors, such as Performance Expectancy, Effort Expectancy, Hedonic Motivation, Facilitating Conditions, and Perceived Risks, however, show weak or non-significant effects on Behavioural Intention in this context. Both Trust and Social Influence were found to have non-significant direct effects on Behavioural Intention. However, their indirect effects through Attitude were statistically significant, indicating that Attitude fully mediates these relationships. This suggests that students' intention to use ChatGPT is not immediately shaped by their level of trust or social influence, but rather through the positive attitude these factors cultivate toward the tool. These results highlight that students' attitude and habitual use patterns are key drivers of their intention to use ChatGPT, while traditional technology acceptance factors may be less influential in this English as a Second Language (ESL) classroom context. The findings underscore the need for educators to focus on building positive student attitudes and fostering more responsible use of AI tools in ESL classrooms by considering the risks that emerge, rather than solely relying on the functional utility or institutional support to encourage their adoption. The study contributes to the growing body of literature on AI integration in education, especially in tertiary classroom settings.

Keywords: ChatGPT, UTAUT2, ESL classrooms, technology acceptance and USE, Malaysian Polytechnic

[1]Politeknik Sultan Idris Shaha

INTRODUCTION

Research on the use of Artificial Intelligence (AI) has increased significantly over the past years. The introduction of generative AI tools, in particular ChatGPT, a chatbot released in November 2022 (OpenAI, 2023; Zhang & Li, 2021), has drawn considerable attention for its ability to generate human-like responses and complete various tasks in real time based on user prompts. The language learning model has been trained based on a varied range of texts, which includes articles, books and websites (Chan & Hu, 2023). ChatGPT has not only made its significant contribution in the field of education (Wang et al., 2024) but also gained prominence as a tool for enhancing English as a Second Language (ESL) teaching and learning (Barrot, 2023; Khzouz et al., 2024). Beyond content generation, its assistance in vocabulary use and grammar accuracy (see Shaikh et al., 2023) is inevitable, which makes the teaching and learning hassle-free. Literature shows a growing number of studies examining the factors leading to the intention to use ChatGPT in higher education contexts (e.g., Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025). In the ESL context, however, most studies have focused on descriptive findings of students' perceptions toward the use of ChatGPT as a language learning tool (e.g., Abd Rahim et al., 2023; Chan & Hu, 2023). Yet, studies narrowing the focus to factors influencing students' intention to use ChatGPT in the ESL classrooms, particularly within Malaysian polytechnics, have not been identified, to the best of the researcher's knowledge. In fact, in a systematic review of empirical studies exploring the application of ChatGPT in the ESL/EFL context, Lo et al. (2024) reported that despite nearly half of the studies being conducted in East Asia, there was only one study which appeared from the end of 2022 till the middle of 2024. Hence, the present study addresses the research gap by examining the impact of factors influencing the use of ChatGPT among Malaysian polytechnic students in Communicative English (ESL) classrooms to offer pedagogical implications.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

This study is developed based on the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 (UTAUT2), proposed by Venkatesh et al. (2012), which has been widely applied in education and technology acceptance and use studies. UTAUT2 emphasises core constructs such as performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, hedonic motivation, price value and habit as determinants of technology use and behavioural intention. For a more detailed investigation into capturing the complexities of a new digital tool like ChatGPT, recent studies have proposed extensions to include trust, perceived risks and attitude towards the use of technology to see how these factors influence students' behavioural intention (see Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025).

Shuhaiber et al. (2025) extend UTAUT2 by incorporating trust, risk and attitude in their investigation of students' acceptance of ChatGPT in higher education. Their findings demonstrate that trust, performance expectancy and hedonic motivation significantly affect students' attitude towards the use of ChatGPT, while risk and attitude significantly influence students' intention to use. Similarly, Almogren et al. (2024) combine the Technology Acceptance Model (TAM) with additional constructs to examine ChatGPT in smart education contexts. In their study, they highlight the role of perceived usefulness (performance expectancy) and perceived ease of use (effort expectancy) in shaping attitudes, which later influence the behaviour intention. Both the above studies employed the survey method for data collection and analysed the relationships between the constructs using Structural Equation Modelling (SEM).

Broader studies on the integration of AI in education further support the need for an extended framework. In a systematic review of Artificial Intelligence in Education (AIED) studies, despite identifying technology adoption and acceptance in relation to user behaviour as one of the key topics researched in AIED, Wang et al. (2024) uncover other element, which includes users' perception of the AEID ethical risks and how it affects their intention to use, is still underexplored in education. In a survey conducted to study students' engagement with ChatGPT in language learning, Khzouz et al. (2024) acknowledge ChatGPT's value in language education, noting its capacity to scaffold vocabulary use and grammar accuracy for ESL learners.

The findings indicate a total of 66.3% of students utilising ChatGPT for academic assignment purposes. This raises concern over the risk of academic integrity violation, which needs further investigation.

Narrowing the focus to the Malaysian ESL context, in a descriptive analysis study investigating students' perceptions of ChatGPT as a language learning tool, Abd Rahim et al. (2023) reveal that students valued ChatGPT for writing assistance and engagement in the English classroom. On the other hand, Chan and Hu (2023), who explored Hong Kong students' voices on generative AI, identify that despite recognising the benefits of ChatGPT in brainstorming and as a writing support, students raised concerns about ethical issues, accuracy, and over-reliance. These findings resonate with Barrot (2023), who cautioned that although ChatGPT offers opportunities as a viable tool for second language writing, it also poses risks to academic integrity. The findings obtained from the studies above justify the need to extend the existing UTAUT2 framework with additional constructs (i.e., trust, perceived risks, and attitude) applied in this study. The framework proposes that these constructs predict behavioural intention to adopt ChatGPT.

1.1. Performance Expectancy (PE)

Performance Expectancy refers to the degree to which users believe that using technology will enhance their performance (Venkatesh et al., 2012). In the context of higher education, literature has shown that perceived usefulness influences students' intention to adopt ChatGPT (Shuhaiber et al., 2025). For ESL learners in particular, the expectation that ChatGPT can improve writing, vocabulary, and comprehension has been highlighted in previous studies (e.g., Abd Rahim et al., 2023; Khzouz et al., 2024). On the contrary, in a recent study, Balaskas et al. (2025) identified no direct, significant influence of performance expectancy on ChatGPT adoption intention. In this study, the following hypothesis is formed:

H1: Performance expectancy positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.2. Effort Expectancy (EE)

This is referred to as the perceived ease of using ChatGPT for learning tasks. According to Venkatesh et al. (2012), technologies that are intuitive and simple to use are more readily adopted. Shuhaiber et al.'s (2025) findings confirm that students value ChatGPT's user-friendly interface, which contributes to the decision of using this chatbot in the learning process. Hence, this study hypothesises:

H2: Effort expectancy positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.3. Social Influence (SI)

Social influence denotes the extent to which students perceive that important others, such as peers, lecturers, or institutions, expect them to use ChatGPT (Venkatesh et al., 2012). There have been mixed findings reported in relation to the effects of social influence on attitude and intention to use technologies. Su et al. (2025) identify that social influence is one of the key factors in positively affecting the users' intention to use AI health assistants. Nevertheless, several studies have revealed that social influence or subject norms have not been associated with affecting the attitudes and intentions to use ChatGPT in education (Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025). In ESL classrooms, however, peer recommendations and institutional encouragement may still play a role in shaping learners' attitudes and behaviour in using ChatGPT. Hence, this study hypothesises:

H3: Social influence positively influences attitude towards the use of ChatGPT.

H4: Social influence positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.4. Facilitating Conditions (FC)

Facilitating conditions represent the availability of resources, infrastructure, and support that enable students to use ChatGPT effectively (Venkatesh et al., 2012). Chan and Hu (2023) suggest that policies should be developed by institutions and provide learners with formal guidance on the use of Generative AI in formal

academic settings. On a separate note, despite the availability of support and resources to engage users with AI health assistants, Su et al. (2025), however discovered no significant influence of facilitating conditions on behavioural intention. This study hypothesises:

H5: Facilitating conditions positively influence behavioural intention to use ChatGPT.

1.5. Hedonic Motivation (HM)

This element, which is also recognised as intrinsic motivation, reflects the fun and enjoyment derived from using technology. Studies have consistently demonstrated that enjoyment enhances students' intention to use the tool (e.g., Paudel & Acharya, 2024). In language learning, students report that ChatGPT makes tasks such as vocabulary practice, writing exercises, brainstorming (Abd Rahim et al., 2023; Khzouz et al, 2024), and speaking tasks (Muniandy & Selvanathan, 2024) more engaging. Based on the literature, this study hypothesises:

H6: Hedonic motivation positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.6. Habit (H)

Habit refers to the extent to which students tend to use ChatGPT automatically as part of their routine learning practices (Venkatesh et al., 2012). As routine use of technology fosters stronger intentions for continued usage (Venkatesh et al., 2012), this study hypothesises:

H7: Habit positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.7. Trust (T)

Trust reflects the degree to which students believe ChatGPT is reliable, accurate, and safe to use. Shuhaiber et al. (2025) identify trust as one of the factors that positively influences the attitude towards ChatGPT. In relation to AI health assistants, Su et al. (2025) confirmed that trust significantly positively affects behavioural intention. Hence, in this study, the following hypotheses are formed:

H8: Trust positively influences attitude towards the use of ChatGPT.

H9: Trust positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.8. Perceived Risks (PR)

Perceived risks represent students' concerns about potential negative consequences of using ChatGPT, such as plagiarism, inaccurate information, and over-reliance. Previous studies have shown that the perceived risks negatively influence behavioural intention to use Chatbots, reflecting reduced adoption due to higher risk perceptions (e.g., Su et al., 2025). Conversely, studies have also reported significant positive relationships between perceived risks and behavioural intention, which means that students continue using the tool despite its potential risks (e.g., Balaskas et al., 2025; Shuhaiber et al., 2025). As students are exposed to various forms of technologies in this AI era, this situation may have led to "a normalisation of risks associated with technological tools" (Al-Abdullatif & Alsubai, 2024:12-13). In this study, the following hypothesis is formed:

H10: Perceived risks negatively influence behavioural intention to use ChatGPT.

1.9. Attitude towards ChatGPT (ATT)

Attitude towards ChatGPT is identified as students' overall evaluative judgement about using the tool in their learning. Positive attitudes have been found to influence the behavioural intention to use ChatGPT (e.g., Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025). Attitude towards ChatGPT also plays a mediating role between trust and the intention to use (Shuhaiber et al., 2025) and between social influence and intention to use (Almogren et al., 2024). Relating to the ESL context, students who perceive ChatGPT as supportive and enjoyable are more likely to develop favourable attitudes that strengthen their intention to use it (Khzouz et

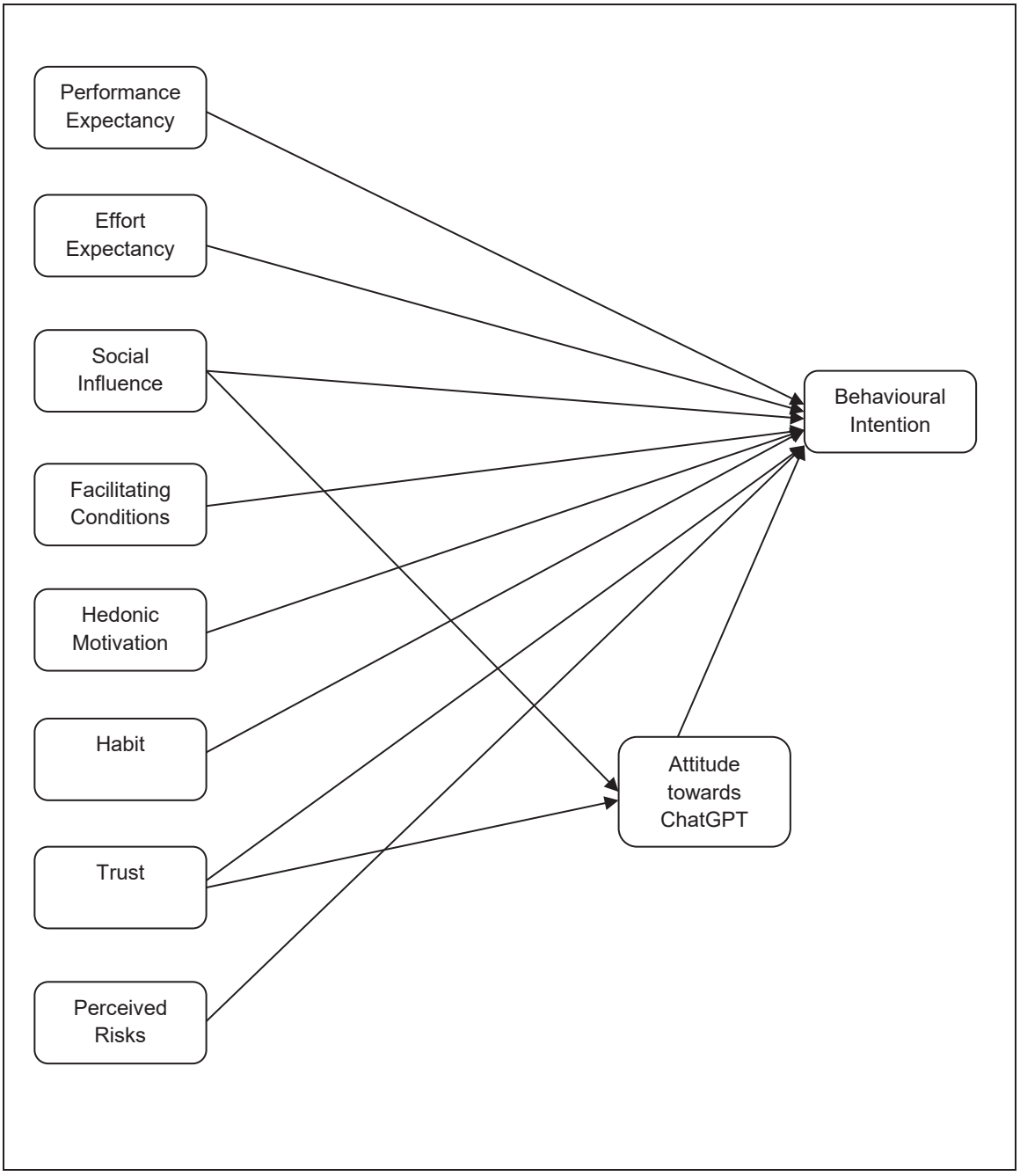
al., 2024). Thus, the following is the hypothesis proposed:

H11: Attitude towards ChatGPT positively influences behavioural intention to use ChatGPT.

1.10. Behavioural Intention (BI)

Behavioural Intention (BI) refers to an individual's willingness or motivation to use a particular technology (Venkatesh et al., 2012). In this study, BI represents students' intention to use ChatGPT as part of their English language learning activities. It is influenced by cognitive factors like performance expectancy and affective factors such as attitude, trust and habit, which shape learners' readiness to adopt the tool. Figure 1 below shows the proposed research model.

Figure 1. Proposed Research Model



2. METHOD

This section of the paper discusses the research purpose and its significance, population and sample, along with the research methodology employed.

2.1. Research Purpose and Significance

The purpose of this study is to identify the factors influencing the adoption of ChatGPT in Malaysian Polytechnic Communicative English (also known as English as a Second Language) classrooms. This study contributes significantly to the development of education in the era of AI tools integration, particularly within classroom teaching and learning contexts. In addition, the empirical evidence obtained through statistical analyses is expected to provide valuable insights not only for institutions and educators, but also for policymakers and curriculum developers to guide them toward the effective integration of AI tools in ESL teaching and learning, in particular.

2.2. Research Population and Sample

The study participants were Malaysian Polytechnic Diploma students who were then enrolled in or had previously completed the Communicative English courses, nationwide. There were 273 students who responded to the survey. The study employed purposive sampling targeting individuals who were familiar with the use of AI tools, particularly ChatGPT. This study sample is deemed representative of the Malaysian polytechnic context in exploring the adoption of AI tools in Communicative English classrooms.

2.3. Research Method

This study applied the survey method for data collection and a quantitative approach for data analysis. The data were gathered through a questionnaire adapted from Shuhaiber et al. (2025) and distributed online, via Google Forms. The first section of the questionnaire was designed to generate findings on the respondents' demographic information, which includes age, gender, ethnicity, level of familiarity, and institution. The rest of the questionnaire comprised 36 item constructs organised based on the UTAUT2 framework. These included Performance Expectancy (PE), Effort Expectancy (EE), Social Influence (SI), Facilitating Conditions (FC), Hedonic Motivation (HM), Price, Habit, Behavioural Intention, along with additional constructs like Trust, Perceived Risks, and Attitude towards ChatGPT. Responses were measured using a 5-point rating Likert scale (i.e., 1-Strongly Disagree, 2-Disagree, 3-Neutral, 4-Agree, 5-Strongly Agree). For statistical analysis, SPSS and Structural Equation Modelling (SEM) with SmartPLS 4 were performed. The reliability and validity of the constructs were assessed through measurement model analysis, while structural model analysis was conducted to test the study's hypotheses.

3. FINDINGS

The findings present the descriptive statistical analyses of demographic information and the results of the Structural Equation Modelling analyses performed using SmartPLS.

3.1. Descriptive Analysis

Table 1. Demographics and descriptive statistics

Variable	Category	Frequency (n)	Percentage (%)
Gender	Male	123	45.1
	Female	150	54.9
Semester	Semester 1	65	23.8
	Semester 2	14	5.1
	Semester 3	80	29.3
	Semester 4	55	20.1
	Semester 5	42	15.4
	Semester 6	17	6.3
Familiarity with ChatGPT	Not familiar	2	0.7
	Somewhat familiar	65	23.8
	Very familiar	206	75.5
Field of Study	Electrical Engineering (Communication)	23	8.4
	Electrical Engineering (Computer)	6	2.2
	Civil Engineering	28	10.3
	Environmental Engineering	8	2.9
	Mechanical Engineering	3	1.1
	Architecture	5	1.8
	Secretarial Science	26	9.5
	Islamic Finance	4	1.5
	Food Service (Halal Practice)	49	17.9
	Tourism Management	57	20.9
	Accounting	3	1.1
	Marketing	1	.4
	Food Technology	8	2.9
	Digital Technology	9	3.3
	Information Technology	35	12.8
	Others	8	2.9

The study surveyed a total of 273 Malaysian Polytechnic Diploma students nationwide, across various academic programmes and semester levels. The analysis revealed a slight majority of female respondents (n=150, 54.9%) compared to males (n=123, 45.1%) (see Table 1). In terms of semester levels, respondents were drawn from across all six diploma semesters. Semester 3 students comprised the largest group (n=80, 29.3%), followed by Semester 1 students (n=65, 23.8%) and Semester 4 (n=55, 20.1%). Meanwhile, students from Semester 5 (n=42, 15.4%), Semester 6 (n=17, 6.3) and Semester 2 (n=14, 5.1%) were fewer in number. The diverse representation of students' academic levels offers a broad insight into varying levels of exposure and experience in the use of ChatGPT in English language subject classrooms.

Regarding the respondents' level of familiarity, a significant number of students (n=206, 75.5%) reported being very familiar with ChatGPT, and 23.8% of respondents were somewhat familiar, confirming the increasing presence of AI tools in ESL classrooms. Despite the survey targeting only respondents who were familiar with the use of ChatGPT, two students responded that he/she was not familiar with the tool.

This indicates that there are still students who are not familiar with the tool, although it has not recorded a significant number.

As shown in Table 1, the respondents represented a wide range of academic disciplines. The highest number of respondents was from the field of Tourism Management (n=57, 20.9%), followed by Food Service (Halal Practice) (n=49, 17.9%) and Information Technology (n=35, 12.8%). Respondents from Civil Engineering (n=28, 10.3%), Secretarial Science (n=26, 9.5%) and Electrical Engineering (Communication) (n=23, 8.4%) also made up a notable portion of the respondents. Meanwhile, other disciplines such as Digital Technology (3.3%), Environmental Engineering (2.9%), Food Technology (2.9%) and Architecture (1.8%) showed moderate to low representation. Less than 1.8% of respondents came from fields like Islamic Finance, Mechanical Engineering, Accounting and Marketing. The category labelled "Others" (2.9%) includes students from programmes not explicitly listed in the survey. This wide range of distribution from both the technical and non-technical backgrounds reveals the multidisciplinary nature of the sample, reflecting the varied exposure and potential relevance of ChatGPT in different polytechnic English classroom settings.

3.2. PLS Measurement Model Findings

During the measurement model evaluation, several items were removed from the initial 36-item questionnaire due to poor internal consistency (<0.70) and factor loadings (<0.70), in line with recommendations by Hair et al. (2014). Price Value (PV) attained a very low Cronbach's Alpha (0.421); hence, the constructs were removed altogether. Likewise, two items, one in Social Influence (Item C2) and another in Perceived Risks (PR) (Item I4), were also removed due to low factor loadings (i.e., 0.674 and 0.637), respectively. The final items, which were then analysed throughout to validate the hypotheses, resulted in 32 (see Table 2). Table 3 shows the indicator loadings, which show that all the items have achieved the 0.7 cut-off value to be recognised as valid.

Table 4 reports the remaining 32 items' internal and external validity using Average Variance Extracted (AVE) and Cronbach's Alpha scores. As can be seen in Table 4, all the latent variables exhibit AVE values above the threshold of 0.5 (Hair et al., 2014). The AVE scores range from 0.688 for Facilitating Conditions to 0.848 for Behavioural Intention, indicating external validity. In relation to internal consistency, the Cronbach's Alpha scores for all the constructs exceeded the threshold value of 0.7 (Hair et al., 2014), ranging from 0.776 for Facilitating Conditions to 0.910 for Behavioural Intention. Social Influence, however, indicates moderate internal consistency (0.644), which is lower than the threshold value. This independent variable, however, is not eliminated altogether from the survey results as the AVE score is compromising (i.e., 0.737, which is above 0.5) (see Table 4). In order to maintain the internal consistency, as mentioned above, item C2 from the Social Influence variable category was removed from the construct list due to low factor loading.

Table 2. Final questionnaire items based on the UTAUT2 model after the removal of Price Value, C2 and I4 items

Item No.	Elements
A1-A4	Performance Expectancy (PE)/ Usefulness
B1-B4	Effort Expectancy (EE)/ Ease of Use
C1&C3	Social Influence (SI)
D1-D3	Facilitating Conditions (FC)
E1-E3	Hedonic Motivation (HM)
F1-F3	Habit (H)
H1-H3	Trust (T)
I1-I3	Perceived Risks (PR)
J1-J4	Attitudes toward ChatGPT (ATT)
L1-L3	Behaviour Intention (BI)

Table 3. Outer Loadings

	ATTITUDE	BEHAVIOUR INTENTION	EE	FC	HABIT	HM	PE	PR	SI	TRUST
S_A1							0.882			
S_A2							0.834			
S_A3							0.870			
S_A4							0.899			
S_B1			0.885							
S_B2			0.899							
S_B3			0.839							
S_B4			0.867							
S_C1									0.840	
S_C3									0.877	
S_D1				0.815						
S_D2				0.779						
S_D3				0.890						
S_E1						0.851				
S_E2						0.904				
S_E3						0.905				
S_F1					0.888					
S_F2					0.906					
S_F3					0.855					
S_H1										0.807
S_H2										0.916
S_H3										0.897
S_I1								0.864		
S_I2								0.852		
S_I3								0.832		
S_J1	0.868									
S_J2	0.879									

S_J3	0.857	
S_J4	0.703	
S_L1		0.920
S_L2		0.922
S_L3		0.920

Table 4. Constructs' Reliability and Validity

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
ATTITUDE	0.847	0.861	0.898	0.689
BEHAVIOUR INTENTION	0.910	0.911	0.943	0.848
EE	0.896	0.896	0.927	0.762
FC	0.776	0.822	0.868	0.688
HABIT	0.859	0.863	0.914	0.780
HM	0.865	0.878	0.917	0.787
PE	0.894	0.896	0.927	0.760
PR	0.808	0.813	0.886	0.722
SI	0.644	0.650	0.848	0.737
TRUST	0.845	0.849	0.907	0.765

Table 5 presents the Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT) results for all constructs. The results show that most inter-construct correlations fall below the threshold (<0.90), indicating satisfactory discriminant validity across the model. However, the HTMT value between Attitude and Behavioural Intention is 0.921, slightly above the 0.90 cut-off. Hence, the cross-loadings analysis was conducted to further assess discriminant validity by comparing each indicator's loading on its assigned construct with its loadings on other constructs. Discriminant validity is confirmed when each indicator's loading on its corresponding construct is higher than its loadings on other constructs (Hair et al., 2019) (see Table 6).

Table 5. Discriminant Validity (HTMT ratio)

	ATT	**BI**	**EE**	**FC**	**HABIT**	**HM**	**PE**	**PR**	**SI**	**TRUST**
ATT										
BI	0.921									
EE	0.612	0.549								
FC	0.611	0.507	0.796							
HABIT	0.748	0.802	0.589	0.620						
HM	0.787	0.668	0.765	0.789	0.707					
PE	0.629	0.574	0.707	0.658	0.676	0.715				
PR	0.209	0.080	0.117	0.217	0.057	0.154	0.095			
SI	0.723	0.705	0.759	0.687	0.850	0.731	0.813	0.120		
TRUST	0.786	0.739	0.771	0.682	0.834	0.774	0.722	0.143	0.897	

Table 6. Cross loadings

	ATT	BI	EE	FC	HABIT	HM	PE	PR	SI	TRUST
S_A1	0.467	0.455	0.565	0.485	0.501	0.528	0.882	0.055	0.513	0.537
S_A2	0.493	0.447	0.552	0.544	0.536	0.545	0.834	0.096	0.519	0.529
S_A3	0.458	0.425	0.525	0.421	0.491	0.539	0.870	0.056	0.528	0.542
S_A4	0.503	0.481	0.567	0.486	0.540	0.598	0.899	0.054	0.582	0.573
S_B1	0.477	0.451	0.885	0.597	0.448	0.593	0.637	0.110	0.509	0.572
S_B2	0.468	0.411	0.899	0.619	0.480	0.618	0.583	0.064	0.474	0.593
S_B3	0.452	0.432	0.839	0.559	0.422	0.529	0.464	0.076	0.513	0.566
S_B4	0.470	0.437	0.867	0.590	0.458	0.614	0.528	0.096	0.499	0.597
S_C1	0.442	0.428	0.558	0.483	0.579	0.505	0.557	0.048	0.840	0.606
S_C3	0.480	0.501	0.434	0.348	0.507	0.436	0.504	0.101	0.877	0.530
S_D1	0.369	0.297	0.505	0.815	0.369	0.494	0.432	0.168	0.368	0.417
S_D2	0.377	0.315	0.483	0.779	0.425	0.505	0.410	0.124	0.431	0.430
S_D3	0.491	0.450	0.665	0.890	0.471	0.610	0.524	0.132	0.399	0.525
S_E1	0.539	0.452	0.560	0.580	0.517	0.851	0.477	0.062	0.434	0.509
S_E2	0.638	0.570	0.602	0.577	0.585	0.904	0.588	0.079	0.518	0.626
S_E3	0.615	0.557	0.630	0.588	0.527	0.905	0.612	0.189	0.492	0.623
S_F1	0.620	0.618	0.538	0.521	0.888	0.637	0.618	-0.001	0.596	0.666
S_F2	0.569	0.668	0.477	0.464	0.906	0.578	0.524	-0.011	0.556	0.641
S_F3	0.519	0.596	0.353	0.370	0.855	0.403	0.428	0.071	0.515	0.579
S_H1	0.576	0.525	0.678	0.533	0.491	0.607	0.593	0.192	0.523	0.807
S_H2	0.588	0.619	0.531	0.464	0.672	0.583	0.546	0.057	0.594	0.916
S_H3	0.583	0.555	0.548	0.471	0.701	0.557	0.507	0.061	0.610	0.897
S_I1	0.153	0.060	0.106	0.160	0.037	0.121	0.077	0.864	0.063	0.137
S_I2	0.146	0.051	0.086	0.170	0.013	0.173	0.099	0.852	0.080	0.083
S_I3	0.126	0.064	0.064	0.101	0.003	0.042	0.023	0.832	0.083	0.074
S_J1	0.868	0.728	0.483	0.463	0.587	0.616	0.512	0.106	0.494	0.603
S_J2	0.879	0.677	0.496	0.450	0.507	0.580	0.498	0.207	0.441	0.595
S_J3	0.857	0.731	0.428	0.393	0.637	0.553	0.456	0.069	0.478	0.546
S_J4	0.703	0.542	0.359	0.370	0.383	0.492	0.347	0.188	0.359	0.454
S_L1	0.757	0.920	0.407	0.381	0.696	0.529	0.452	0.064	0.504	0.564
S_L2	0.760	0.922	0.560	0.465	0.642	0.622	0.542	0.063	0.550	0.649
S_L3	0.725	0.920	0.404	0.366	0.624	0.499	0.439	0.064	0.443	0.580

3.3. PLS Structural Model Findings

The overall model fit was evaluated to ensure that the proposed model adequately represents the observed data. The assessment was performed using several global model fit indices generated by SmartPLS, including the Standardised Root Mean Square Residual (SRMR), the Normed Fit Index (NFI), and the discrepancy measures (d_ULS and d_G).

Table 7 presents the model fit indices obtained from the PLS-SEM analysis, specifically the Standardised Root Mean Square Residual (SRMR), Normed Fit Index (NFI), d_ULS, d_G, and Chi-square values for both the saturated and estimated models. These indices collectively evaluate how well the hypothesised model reproduces the observed data.

The SRMR values recorded for the saturated (0.058) and estimated (0.071) models are below the

recommended threshold of 0.08, demonstrating an acceptable fit between the empirical and model-implied correlation matrices. This suggests the model adequately explains the observed relationships among constructs.

The d_ULS (1.762) and d_G (0.907) values indicate minimal discrepancies between the empirical and model-implied covariance matrices, further confirming that the structural model fits the data well. The Chi-square values for the saturated (1452.847) and estimated (1471.873) models are comparable, suggesting that the estimated model does not significantly deviate from the saturated model despite Chi-square's sensitivity to sample size.

Meanwhile, the NFI values for the saturated (0.784) and estimated (0.782) models fall slightly below the ideal cut-off of 0.90 but remain within the acceptable range (≥ 0.70–0.80) for PLS-SEM (Hair et al., 2019). This reflects a moderately good model fit and supports the adequacy of the proposed model structure.

Taken together, these indices indicate that the measurement and structural models demonstrate a satisfactory global model fit, thereby supporting the validity of subsequent hypothesis testing and interpretation.

Table 7. Model fit indices

	Saturated model	**Estimated model**
SRMR	0.058	0.071
d_ULS	1.762	2.628
d_G	0.907	0.947
Chi-square	1452.847	1471.873
NFI	0.784	0.782

To examine the hypothesised relationships between constructs, the key evaluation criteria included path coefficients (β), t-statistics, and p-values. Table 8 summarises the structural model results for the direct paths among the variables.

Table 8. Hypotheses Results

Hypothesis	Relationship	Original sample (O) (β)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (|O/STDEV|)	P values	Decision
H1	**PE -> BEHAVIOUR INTENTION**	-0.018	-0.014	0.047	0.384	0.701	Not supported
H2	**EE -> BEHAVIOUR INTENTION**	0.031	0.033	0.059	0.533	0.594	Not supported
H3	**SI -> ATTITUDE**	0.175	0.179	0.071	2.452	0.014	Supported
H4	**SI -> BEHAVIOUR INTENTION**	0.026	0.025	0.051	0.511	0.609	Not supported
H5	**FC -> BEHAVIOUR INTENTION**	-0.061	-0.060	0.053	1.145	0.252	Not supported
H6	**HM -> BEHAVIOUR INTENTION**	-0.009	-0.004	0.062	0.153	0.878	Not supported
H7	**HABIT -> BEHAVIOUR INTENTION**	0.301	0.301	0.068	4.413	0.000	Supported
H8	**TRUST -> ATTITUDE**	0.550	0.548	0.074	7.479	0.000	Supported

H9	**TRUST -> BEHAVIOUR INTENTION**	0.046	0.046	0.061	0.764	0.445	Not supported
H10	**PR -> BEHAVIOUR INTENTION**	-0.037	-0.029	0.045	0.819	0.413	Not supported
H11	**ATTITUDE -> BEHAVIOUR INTENTION**	0.610	0.600	0.059	10.395	0.000	Supported

The results confirm four significant relationships in the structural model. Attitude towards ChatGPT emerged as the strongest predictor of Behavioural Intention (β=0.610, p<0.001). This highlights its salient role in shaping students' intention to use ChatGPT in Communicative English classrooms, hence indicating that H11 is supported. This finding aligns with previous studies, which highlighted the importance of affective and evaluative orientations toward a technology in influencing its actual use (see Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025).

Habit was also identified as a significant and positive determinant of Behavioural Intention ($\beta = 0.301$, $p < 0.001$), indicating that students who frequently use ChatGPT are more likely to continue using this AI tool in Communicative English classrooms (H7 is supported). This coincides with Venkatesh et al. (2012), who asserted that habitual behaviour plays a critical role in sustained technology use.

Trust and Social Influence were found to significantly influence Attitude, though they did not exert significant direct effects on Behavioural Intention (H4 and H9 are not supported). Similar to the findings obtained in Shuhaiber et al. (2025), trust had a robust positive impact on Attitude ($\beta = 0.550$, $p < 0.001$), demonstrating that confidence in ChatGPT's reliability, usefulness, and ethical usage correlates with favourable user perceptions (H8 is supported). Similarly, Social Influence positively influenced Attitude ($\beta = 0.175$, $p = 0.014$), suggesting that peer or lecturer encouragement affects students' openness towards ChatGPT adoption, albeit indirectly (H3 is supported).

On the contrary, traditional predictors such as Performance Expectancy (PE), Effort Expectancy (EE), Hedonic Motivation (HM), Facilitating Conditions (FC), and Perceived Risks (PR) did not show significant effects on Behavioural Intention to use ChatGPT in this context (H1, H2, H5, H6, and H10 are not supported). The unexpected insignificance of PE and EE, which are often considered the core drivers in the original UTAUT model, may be attributed to students' prior familiarity with general AI tools, thus diminishing the functional novelty of ChatGPT. In fact, Almogren et al. (2024) also identify a non-significant relationship between PE and BI, which suggests that performance expectancy may not directly influence users' intention to use ChatGPT. Similarly, Su et al. (2025) identify no significant relationship between facilitating conditions and behavioural intention.

Perceived Risks (PR) did not exhibit a significant relationship with either Attitude or Behavioural Intention (BI), indicating that concerns over privacy or academic integrity were minimal or not immediate concerns for this sample group. This finding is relatable to previous studies, which discovered a positive relationship between PR and BI, which may be attributed to students' intention to use the tool, overshadowing the potential risks that come along (Balaskas et al., 2025; Shuhaiber et al., 2025).

The research model, tested and validated in SmartPLS 4.0, is shown in Figure 2. The model displays the item loadings, beta values, and R-squared values for all the examined constructs. To assess the explanatory power of the structural model, the R^2 values for the endogenous constructs were examined. As shown in Table 9, the R^2 value for Behavioural Intention (BI) was 0.725, indicating that approximately 72.5% of the variance in students' intention to use ChatGPT can be explained by the predictors included in the model. This is considered substantial according to Hair et al. (2019), demonstrating the robustness of the model in predicting BI. Meanwhile, the R^2 value for Attitude (ATT) was 0.460, suggesting a moderate explanatory power for this construct, with 46.0% of its variance accounted for by Social Influence and Trust (see Table 9).

Table 9. R^2 Values for Endogenous Constructs

Construct	R^2	Interpretation
Behavioural Intention (BI)	0.725	Substantial
Attitude (ATT)	0.460	Moderate

The mediation analysis was also conducted to examine whether Attitude mediates the relationship between Social Influence and Trust with Behavioural Intention to use ChatGPT. The results reveal two significant indirect effects (see Table 10).

The indirect effect of Social Influence → Attitude → Behavioural Intention was statistically significant ($\beta = 0.107$, $t = 2.518$, $p = 0.012$), suggesting that Attitude partially mediates the influence of Social Influence on students' behavioural intention to use ChatGPT. This finding implies that students' perception of peer or social encouragement impacts their behavioural intention indirectly via their attitude towards ChatGPT.

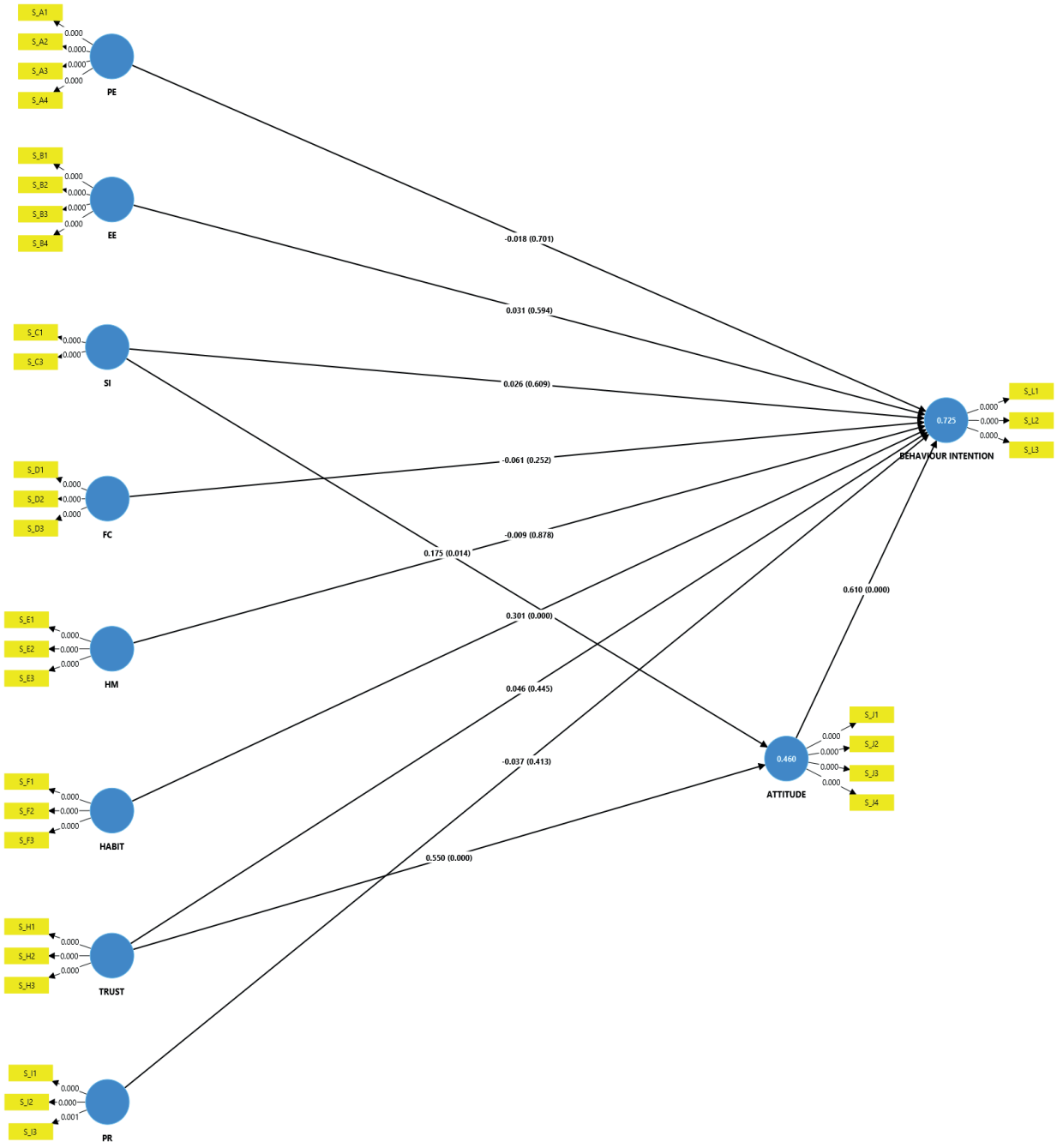
Similarly, Trust → Attitude → Behavioural Intention also showed a strong and significant indirect effect ($\beta = 0.336$, $t = 6.231$, $p < 0.001$), indicating that Trust has a substantial indirect effect on Behavioural Intention through Attitude. This result implies that students' trust in the reliability and safety of ChatGPT influences their intention to use the tool, primarily by shaping a more favourable attitude towards its use.

These findings underscore the mediating role of Attitude, which acts as a conduit through which both social cues and trust perceptions influence behavioural outcomes. This coincides with Shuhaiber et al. (2025)'s findings, which revealed a significant indirect effect between Trust and Behavioural Intention mediated by Attitude.

Table 10. Indirect Path Effects

	Original sample (O) (β)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (|O/STDEV|)	P values
SI -> ATTITUDE -> BEHAVIOUR INTENTION	0.107	0.107	0.042	2.518	0.012
TRUST -> ATTITUDE -> BEHAVIOUR INTENTION	0.336	0.329	0.054	6.231	0.000

Figure 2. Research Model



DISCUSSION AND CONCLUSION

The present study sought to examine the factors influencing Malaysian Polytechnic students' intention to use ChatGPT in Communicative English classrooms through the extended UTAUT2 model. Findings from the structural model analysis revealed several insightful patterns regarding the determinants of Behavioural Intention (BI) and the mediating role of Attitude towards ChatGPT.

Among the direct predictors, Attitude and Habit emerged as significant and positive influences on Behavioural Intention, with Attitude showing the strongest effect ($\beta = 0.610$, $p < 0.001$). This finding highlights the centrality of learners' psychological disposition and prior experience in shaping their intention

to engage with ChatGPT, aligning with past literature (Almogren et al., 2024; Shuhaiber et al., 2025), which emphasises the role of familiarity and user mindset in AI adoption.

On the other hand, traditional UTAUT2 constructs such as Performance Expectancy, Effort Expectancy, Facilitating Conditions, and Hedonic Motivation did not show statistically significant influence on BI. This deviation from earlier UTAUT2-based research (Venkatesh et al., 2012). suggests that in the ESL context, especially one embedded within structured classroom environments, extrinsic utility and ease may not be the primary drivers for technology use. It may instead reflect learners' growing reliance on habitual engagement and the psychological resonance they have with AI tools, particularly in a course-integrated setting.

Furthermore, Social Influence and Trust showed significant and positive paths toward Attitude ($\beta = 0.175$ and $\beta = 0.550$, respectively, $p < 0.05$), reinforcing the idea that students' attitudes are formed through peer endorsement and perceived platform reliability. However, neither construct showed direct influence on BI, highlighting that their impact is likely indirect, mediated by Attitude, as confirmed in the analysis of indirect effects.

Perceived Risks (PR) did not exhibit a significant relationship with Behavioural Intention, suggesting that students' enthusiasm and intention to use ChatGPT overshadow potential risks that come with its usage. It resonates with Shuhaiber et al. (2025), who observed that users' perceived benefits often outweigh their perceived risks when the technology is viewed as innovative, useful, and socially endorsed. In the case of this study, the strong presence of trust and positive peer influence (which influences students' attitude towards the tool) could have further lessened the potential detrimental effects of perceived risks.

The model explains 72.5% of the variance in Behavioural Intention, which is considered substantial (Hair et al., 2017), and 46.0% of the variance in Attitude, which is moderate. This suggests that the model has robust predictive power and appropriately captures the psychological and behavioural dimensions of ChatGPT use among polytechnic learners, especially in ESL classrooms.

The findings suggest a reconceptualisation of AI adoption frameworks in ESL learning, where habit formation and emotional attitude prevail over rational assessments of usefulness or system features. For practitioners, this indicates the need to encourage responsible and sustained usage patterns while building positive student attitudes through peer influence, guided exposure, and trust-building activities. While highlighting the need to educate students on the ethical, academic, and privacy-related issues associated with AI tools to shape a better AI-oriented generation, this study enriches the current discourse on AI in education by focusing on a tertiary ESL classroom (in this case, Communicative English classroom) setting and offers empirical insights into how learners' intention is shaped not just by technology attributes, but by their internalised attitudes and behavioural habits.

Future research could expand the sample to include lecturers' perspectives or adopt a mixed-method design to triangulate findings, thereby providing a more comprehensive understanding of ChatGPT adoption in the ESL classroom context.

REFERENCES

Abd Rahim, E. M., Abd Rahim, M. E., Razawi, N. A., & Mohamed, N. A. (2023). Students' perception on the use of ChatGPT as a language learning tool. *Ideology Journal*, *8*(2), 70-78.

Al-Abdullatif, A. M., & Alsubaie, M. A. (2024). ChatGPT in Learning: Assessing Students' Use Intentions through the Lens of Perceived Value and the Influence of AI Literacy. *Behavioral Sciences*, *14*(9), 845.

Almogren, A. S., Al-Rahmi, W. M., Dahri, N. A. (2024). Exploring factors influencing the acceptance of ChatGPT in higher education: A smart education perspective. *Heliyon*, *10*, 1-19.

Balaskas, S., Tsiantos, V., Chatzifotiou, S., & Rigou, M. (2025). Determinants of ChatGPT adoption intention in higher education: Expanding on TAM with the mediating roles of trust and risk. *Information*, *16*(2), 82.

Barrot, J. S. (2023). ChatGPT as a language learning tool: An emerging technology report. *Technology, Knowledge and Learning,* 1-6.

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 1-18.

Hair, J. F. Jr., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Hair, J. F. Jr., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, *26*(2), 106–121.

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, *31*(1), 2–24.

Khzouz, A., Salaita, O., Al-Issawi, J. M., AlTaher, B. B., & Alkhenizan, H. H. (2024). Exploring ChatGPT practices and user experiences in learning English skills. *Theory and Practice in Language Studies, 14*(12), 3959-3969.

Lo, C. K., Yu, P. L. H., Xu, S., Ng, D. T. K., & Jong, M. S. (2024). Exploring the application of ChatGPT in ESL/EFL education and related research issues: A systematic review of empirical studies. *Smart Learning Environments*, *11*(1).

Muniandy, J., & Selvanathan, M. (2024). ChatGPT, a partnering tool to improve ESL learners' speaking skills: Case study in a Public University, Malaysia. *Teaching Public Administration*., 1-17.

OpenAI (2023). ChatGPT: ChatGPT (Feb 13 version) [Large language model]. https://chat.openai.com

Paudel, S. R., Acharya, N. (2024). Factors affecting behavioral intention to use ChatGPT: Mediating role of attitude. *Journal of Service Innovation and Sustainable Development*, 143-162.

Shaikh, S., Yayilgan, S., Klimova, B., & Pikhart, M. (2023). Assessing the usability of ChatGPT for formal English language learning. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *13*, 1937-1960.

Shuhaiber, A., Kuhail, M. A., & Salman, S. (2025). ChatGPT in higher education: A student's perspective. *Computers in Human Behavior Reports, 17*, 1-12.

Su, J., Wang, Y., Liu, H., Zhang, Z., Wang, Z., & Li, Z. (2025). Investigating the factors influencing users' adoption of artificial intelligence health assistants based on an extended UTAUT model. *Scientific Reports*, *15*(1).

Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and use of Information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, *36*(1), 157-178.

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems With Applications*, *252*.

Zhang, M. & Li, J. (2021). A commentary of GPT-3 in MIT Technology Review 2021. *Fundamental Research*, *1*(6), 831–833.

https://doi.org/10.71284/asc.2025237

ASSESSMENT OF COLEOPTILE LENGTH AND SEMINAL ROOT ANGLE IN SOME TETRAPLOID WHEATS AT SEEDLING STAGE

Ali Zain[1]
Melike Biçici[2]
Mihriban Taş[3]
Mehmet Alper Gökçe[4]
Hakan Özkan[5]

Abstract

Seedling establishment, as the first stage of crop growth, relies heavily on seedling traits such as coleoptile length (CL) and seminal root angle (SRA) for efficient uptake of soil water and nutrients, particularly under deep sowing. Among tetraploid wheat wild species, *Triticum araraticum* (2n=4x=28, GGA^tA^t), a neglected wheat species, has not been explored for CL and SRA. Therefore, a panel of 79 *T. araraticum* and 10 *T. dicoccoides* genotypes, along with 5 commercial cultivars of *T. durum*, was phenotyped for CL and SRA at the seedling stage. The experiment was conducted in completely randomized design with two replications by using plexiglass plates. The results of analysis of variance (ANOVA) revealed statistically significant ($p < 0.01$) differences among the three tetraploid wheat species for both CL and SRA. However, the within species ANOVA, revealed non-significant variations in CL for *T. araraticum* and *T. durum*, whereas the variations were significant for *T. dicoccoides*. On the other hand, the variations for SRA were significant within all three tetraploid species under study. Descriptive statistics showed that CL ranged from 3.96 to 9.01 cm in *T. araraticum*, 4.67 to 8.11 cm in *T. dicoccoides*, and 4.37 to 5.49 cm in *T. durum*. The minimum average CL (5.01 cm) was recorded in *T. durum*, followed by *T. araraticum* (5.51 cm), while the maximum average CL (6.49 cm) was observed in *T. dicoccoides*. In contrast, SRA ranged from 27.0° to 125.5° in *T. araraticum*, 43.1° to 93.9° in *T. dicoccoides*, and 66.3° to 131.1° in *T. durum*. On average, *T. dicoccoides* exhibited the narrowest SRA (74.7°), followed by *T. araraticum* (84.2°), while the widest SRA (98.4°) was observed in *T. durum*. Based on these findings, it can be concluded that, alongside *T. dicoccoides*, *T. araraticum* possesses valuable untapped genetic diversity for CL and SRA and can serve as a potential genetic resource in pre-breeding programs aimed at improving drought tolerance in wheat.

Keywords: Wheat, drought, root system architecture.

[1] Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, zainnisar46@gmail.com

[2]Ar. Gör., Department of Agriculture Biotechnology, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, melikebicici@cu.edu.tr, https://orcid.org/ 0009-0002-3066-4222

[3] Dr., Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey

[4] Department of Agriculture Biotechnology, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey

[5] Prof. Dr., Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, hozkan@cu.edu.tr, https://orcid.org/ 0000-0003-3530-2626

INTRODUCTION

Drought stress, one of the most detrimental abiotic factors, limits crops productivity globally (Bray, 1997; Kallis, 2008). Climate change has further increased the intensity and severity of drought stress due to decreased groundwater resources (Mann et al. 2015; Nam et al. 2015). It can decrease crop yield by up to 50-60% by reducing the plant vigour through water deficit and impaired nutrients assimilation (Zhao et al. 2020). Based on the losses it causes, drought has been recognized as one of the key causal factors to yield gap in major cereals such as maize, wheat and rice (Mueller et al., 2012). Wheat, being a major staple crop feeds about 35% of the world population (Zhang et al., 2014) and contributes approximately 20% of the total caloric intake in the human diet (Shiferaw et al. 2013). However, the combined effects of climate change and rapid population growth demand a substantial increase in wheat production, as these factors collectively pose a serious threat to global food security (Curtis and Halford, 2014; Wan et al., 2022). Therefore, the development of climate resilient crop cultivars with improved root architecture is crucial to address the challenges posed by climate change and to ensure global food security.

Root system architecture (RSA) plays a crucial role in plant adaptation to water deficit stress. The RSA of a plant is comprised of various structural aspects including root length, primary and secondary root number, seminal root angle and the density and length of root hairs (Ranjan et al. 2022). RSA is significantly altered under water limited conditions and accelerated the formation of lateral roots and root hairs (Koevoets et al. 2016; Nibau et al. 2008). Studies across several crop species have highlighted the adaptive benefits of a proliferative and deeper root system, as observed in wheat (Becker et al., 2016; Kulkarni et al., 2017), rice (Abd Allah et al., 2011), chickpea (Zaman-Allah et al., 2011), soybean (Dayoub et al., 2021; Fenta et al., 2014), barley (Chloupek et al., 2010), maize (Hund et al., 2009), and cotton (Ullah et al., 2017). Among the root architecture traits, seminal root angle has been recognized as a crucial trait associated with drought tolerance in cereal crops (Bektas et al. 2020; Kang et al. 2025).

SRA regulates root growth orientation during early development and, in turn, shapes the subsequent vertical and horizontal distribution of roots within the soil profile (Kang et al. 2025). Crops with a narrow seminal root angle and deep root system are able to extract water from deeper soil layers during prolonged drought, thereby reducing the spatial variability of root system architecture (RSA) (Botwright Acuña and Wade, 2012), while the wide SRA promotes spatial distribution of roots resulting in water and nutrient uptake from superficial soil profiles (Alahmad et al. 2019). However, narrow SRA is recognized as a key trait for selection at early growth stages in order to develop drought tolerant wheat cultivars (Manschadi et al. 2008; Wasson et al. 2012). Coleoptile length as one of the important seedling traits plays a key role in seedling establishment through effective soil water and nutrient uptake particularly in areas with deep sowing (Aydin et al. 2025). In addition to RSA, coleoptile architecture is also considered a crucial trait to combat with drought stress (Sesiz et al. 2024).

Bread and durum wheat has been phenotyped for several root architecture traits including seminal root angle and coleoptile length (Kang et al. 2025, Bektas et al. 2020, Sesiz et al. 2024; Aydin et al. 2025). Wheat wild relatives (WWRs), despite of their great genetic potential, have not been sufficiently explored for diversity related to RSA. Among the two naturally occurring tetraploid wheat species, *T. dicoccoides* (Körn. ex. Asch. & Graebner) Schweinf. (2n = 4x = 28, BBAuAu; wild emmer) has been widely utilized in wheat pre-breeding programs, whereas *T. araraticum* Jakubz. (2n = 4x = 28, GGAtAt) remains neglected and largely unexploited in such breeding programs. Considering the importance of root system traits such as coleoptile length and seminal root angle for seedling establishment, this study aimed to phenotype *T. araraticum* alongside other tetraploid wheats at the seedling stage, highlighting its potential as a source of genetic variation for wheat improvement.

1. MATERIAL AND METHODS

1.1. Plant Materials

A core collection of 79 *T. araraticum* genotypes along with 10 T. dicoccoides genotypes and 5 commercial cultivars of *T. durum* (Kiziltan-91, C-1252, Inbar, Svevo and Iride) was used as plant material in the study. The genotypes were obtained from different countries such as Iraq, Iran, Syria, Azerbaijan, Armenia, Lebanon, and Israel. The comprehensive information about the genotypes used including accession number and collection sites is given in the supplementary Table 1.

1.2. Assessment Of Coleoptile Length And Seminal Root Angle

The experiment was carried out according to completely randomized design (CRD) with two replications in the Molecular genetics laboratory of Field Crops department at Çukurova University. The seminal root angle (SRA) and coleoptile length (CL) was measured according to the protocol described by Bektas et al. (2020). Briefly, these traits were evaluated using a plexiglass "sandwich" system. Plates measuring 40 × 40 cm served as the top and bottom layers of the assembly. A sheet of germination paper was placed on the bottom plate, and five healthy seeds of uniform size were equally spaced along the centre with their embryos facing downward. The seeds were covered with a second sheet of filter paper, and the top plexiglass plate was placed to enclose the assembly. The entire setup was then clipped and placed vertically in 8 cm deep tubs, with the water level maintained constant throughout the experiment. Seedlings were grown for seven days in dark at room temperature. Finally, the plates were taken out of the tubs, disassembled and were photographed using a mobile camera. The images were used to measure SRA and CL by using ImageJ software (Bektas et al. 2020). CL was recorded as the distance between the scutellum and the coleoptile tip as described by Li et al. (2017). SRA was recorded between the first pair of seminal roots by using angle tool in ImageJ software. For each seedling, the angle was measured about 3 cm below the embryo following the method of Richard et al. (2015).

1.3. Statistical Analysis

The data were first subjected to descriptive statistical analysis, and histograms were generated using JASP software (version 0.18.3) to visualize the distribution of coleoptile length and seminal root angle. Analysis of variance (ANOVA) was performed for both traits across and within three tetraploid species to assess interspecific and intraspecific variations. The analysis was carried out using Statistix software (version 8.1). Mean comparisons among the three tetraploid wheat species were performed using the Tukey's HSD test at a 5% probability level ($p = 0.05$) and bar plots with significance groupings were generated in Microsoft Excel. Additionally, correlation analysis between coleoptile length and seminal root angle was carried out in JASP (version 0.18.3).

2. RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of analysis of variance (ANOVA) revealed highly significant variations ($p < 0.001$) among the three tetraploid wheat species (*Triticum araraticum*, *Triticum dicoccoides*, and *Triticum durum*) for both coleoptile length (CL) and seminal root angle (SRA) (Table 1). The finding highlights the presence of substantial interspecific variability for these key seedling traits, which are often associated with early seedling vigor and adaptive responses to water-limited environments. However, the within-species ANOVA conducted to assess intraspecific variability revealed contrasting patterns across the three tetraploid wheat species. In *T. araraticum*, variations among genotypes for CL were not statistically significant ($p > 0.05$), whereas significant variations ($p < 0.01$) were observed for SRA. In *T. dicoccoides*, variations were statistically significant ($p < 0.001$) for both CL and SRA, reflecting its broad genetic base and phenotypic plasticity. On the other hand, *T. durum* cultivars showed non-significant variations for CL, while exhibited significant differences ($p < 0.05$) for SRA (Table 2). Furthermore, Tukye's HSD test results are consistent with these findings.

Table 1. Analysis of variance (ANOVA) for coleoptile length and seminal root angle among three tetraploid wheats.

Source of variation		Mean squares		
	DF	Coleoptile length	Seminal root angle	
Species	2	10.2***	1917.3***	
Residual	185	1.364	372.5	
CV (%)			20.91	
22.98				

DF, degrees of freedom; CV, coefficient of variation

Table 2. Analysis of variance (ANOVA) for coleoptile length and seminal root angle within three tetraploid wheats.

Species	Source of variation	Mean squares		
		DF	Coleoptile length	Seminal root angle
T. araraticum	Genotypes	78	1.131	448.8**
	Residual	79	0.192	252.6
T. dicoccoides	Genotypes	9	2.418***	694.3***
	Residual	10	1.922	76.41
T. durum	Genotypes	4	0.422	1544.1*
	Residual	5	0.648	151.5

DF, degrees of freedom

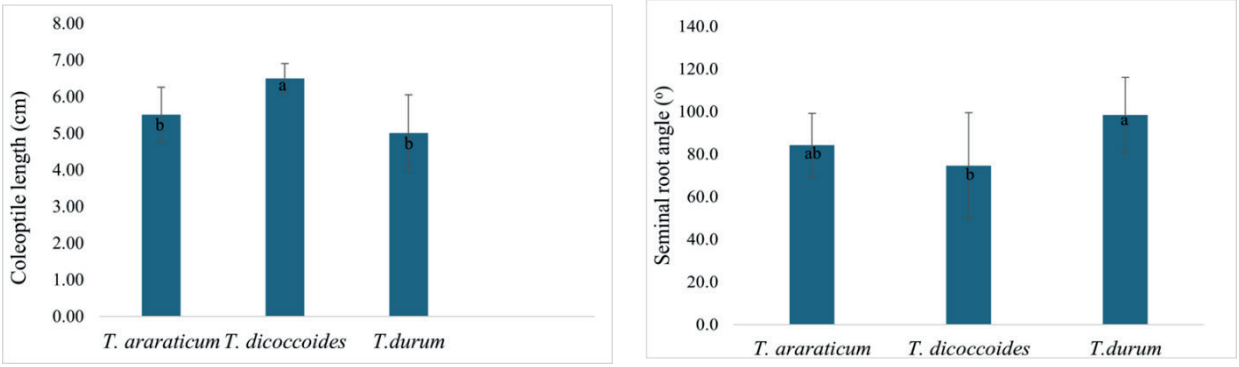
Descriptive statistics performed on the three tetraploid species individually, revealed that CL in *T. araraticum* ranged from 3.96 cm to 9.01 cm, whereas in *T. dicoccoides* and *T. durum*, it ranged from 4.67 cm to 8.11 cm and 4.37 cm to 5.49 cm, respectively (Table 3). However, the highest aevarge CL was observed in *T. dicoccoides* (6.49 cm) followed by *T. araraticum* (5.51 cm) and *T. durum* (5.01 cm). Likewise, SRA ranged from 27.1° to 125.5° in *T. araraticum*, whereas from 43.1° to 93.9° and 66.4° to 131.1° in *T. dicoccoides* and *T. durum*, respectively (Table 3). However, the narrowest average SRA (74.7°) was recorded in *T. dicoccoides* followed by *T. araraticum* (84.2°) and *T. durum* (98.4°). For CL, the highest coefficient of variation (CV) was recorded in *T. dicoccoides* (16.1 %) followed by *T. araraticum* (13.6 %), while the lowest CV for coleoptile length was observed in *T. durum* (8.2 %). Similarly, the highest CV for seminal root angle was observed in *T. durum* (25.2 %) followed by *T. dicoccoides* (23.7 %), whereas the lowest the CV was recorded in *T. araraticum* (17.7 %). These findings further suggest the existence of great genetic diversity among the three tetraploid species for the traits under study. Correlation analysis was performed to uncover the relationship between coleoptile length and seminal root angle and to study the effect of seed weight on these traits. The seeds used for growing every single genotype were weighed in both replications and averaged for correlation analysis. As a result of correlation analysis, no significant relationship was observed between any of the traits under study.

Table 3. Descriptive statistics of coleoptile length (cm) and seminal root angle (°) in three tetraploid wheat species.

Species	Traits	Minimum	Maximum	Mean	CV (%)
T. araraticum	CL (cm)	3.96	9.01	5.51	13.6
	SRA (°)	27.1	125.5	84.2	17.7
T. dicoccoides	CL (cm)	4.7	8.1	6.5	16.1
	SRA (°)	43.1	93.9	74.7	23.7
T. durum	CL (cm)	4.4	5.5	5.0	8.2
	SRA (°)	66.4	131.1	98.4	25.2

CL, coleoptile length; SRA, seminal root angle

Figure 1. Tukey's HSD test of coleoptile length and seminal root angle across three tetraploid wheats.



Error bars represent standard deviation. Columns sharing the same letter do not differ significantly at $P < 0.05$ level.

Wheat serves as a staple crop and plays a key role in ensuring global food security. However, its production is increasingly threatened by the adverse impacts of climate change, characterized by irregular rainfall patterns and frequent temperature fluctuations. These climatic instabilities, coupled with the rapidly growing human population, are intensifying the pressure on global food systems. This situation underscores the urgent need to develop climate-resilient wheat varieties and adopt sustainable agricultural practices to ensure future food security. Seedling establishment depend heavily on traits such as coleoptile length and root system architecture for efficient uptake of nutrients and water particularly under deep sowing in dry areas (Sharma et al. 2011). Therefore, research is now focused on the seedling traits specifically coleoptile length and seminal root angle. These traits and the associated genomic regions have been explored well in bread and durum wheat (Bektas et al. 2020; Kang et al. 2025; Gleason et al. 2025; Jin et al. 2025). However, the wild relatives of wheat specifically *T. araraticum* have not been explored well for diversity related to these two traits. Hence, the two naturally occurring tetraploid wild wheats (*T. araraticum* and *T. dicoccoides*) along with the domesticated durum wheat, were phenotyped for coleoptile length and seminal root angle under controlled conditions. The results showed valuable diversity between the three species for both coleoptile length and seminal root angle. Additionally, the ANOVA carried out to assess interspecific variations revealed significant variation withing all the species under study for seminal root angle but the variations for coleoptile length were only significant in *T. dicoccoides*.

The descriptive statistics revealed clear differences in seedling traits between the domesticated and wild tetraploid wheat species. Domesticated durum wheat exhibited a shorter coleoptile length and a wider seminal root angle compared to the wild species *T. araraticum* and *T. dicoccoides*. Among the three tetraploid species, *T. dicoccoides* showed the longest coleoptile and the narrowest seminal root angle, followed by *T. araraticum*, indicating that these wild relatives possess more favorable early seedling traits for deeper soil penetration and efficient water uptake. To date, there is a scarcity of research on coleoptile length and seminal root angle in tetraploid wild wheat species. However, in domesticated durum wheat, coleoptile length has previously been reported to range from 5.1 cm to 10.2 cm, with a mean of 5.8 cm (Ugur Sesiz, 2024), which deviates from the results obtained in the current study. These differences may be attributed to genotypic variation among the plant materials or differences in phenotyping methodologies employed.

In contrast, the seminal root angle values observed in this study are consistent with those reported by Sanguineti et al. (2007), who found values ranging from 70.6° to 123.4°, with a mean of 97.4°. Overall, these findings support the conclusion that domestication has led to a reduction in coleoptile length and a broadening of seminal root angle in durum wheat. This pattern aligns with the findings of Sesiz (2024), who also highlighted the impact of domestication and polyploidization on these early seedling traits. The

contrasting root and shoot traits of wheat wild relatives highlight their potential as a reservoir of genetic diversity for improving seedling vigor and root system architecture in modern cultivars. Therefore, systematic phenotyping of these wild resources is essential to identify beneficial alleles that can be incorporated into breeding programs to enhance adaptation under challenging environmental conditions.

CONCLUSIONS

Wheat seedling establishment, a critical stage for crop productivity, depends on early seedling traits, with coleoptile length and seminal root angle representing its key components. These traits are essential for early soil exploration, efficient water uptake, and adaptation to drought-prone environments, underscoring their significance in improving wheat resilience under water-limited conditions. While seedling traits of bread and durum wheat have been extensively studied, wheat wild relatives remain largely unexplored, despite their significant potential to contribute to tolerance against various biotic and abiotic stresses. Thus, two wild tetraploid wheat species i.e. *T. araraticum* and *T. dicoccoides* along with durum wheat were phenotyped for coleoptile length and seminal root angle at seedling stage. The findings of the current study showed valuable diversity related to the traits under investigation particularly seminal root angle. Moreover, it can be concluded that domestication has reduced coleoptile length and widen the seminal root angle in durum wheat. However, *T. araraticum* along with *T. dicoccoides* had longer coleoptile length and narrower seminal root angle, traits that help plant survival under water-limited conditions by enabling the plants to explore deeper soil regions. Therefore, these wild species should be further explored for root architecture traits under drought and salinity stress and utilized in pre-breeding programs to develop climate-resilient wheat cultivars.

REFERENCES

Kallis, G. (2008). Droughts. *Annual review of environment and resources*, *33*(1), 85-118.

Bray, E. A. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends in plant science*, *2*(2), 48-54.

Zhao, W., Liu, L., Shen, Q., Yang, J., & Han, X. (2020). Water effects of water stress on photosynthesis, yield, 1–19.

Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D. K., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, *490*(7419), 254-257.

Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., & Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food security*, *5*(3), 291-317.

Zhang, Y., Wu, X., Wang, X., Dai, M., & Peng, Y. (2025). Crop root system architecture in drought response. *Journal of Genetics and Genomics*, *52*(1), 4-13.

Curtis, T., & Halford, N. G. (2014). Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. *Annals of applied biology*, *164*(3), 354-372.

Wan, C., Dang, P., Gao, L., Wang, J., Tao, J., Qin, X., ... & Gao, J. (2022). How does the environment affect wheat yield and protein content response to drought? A meta-analysis. *Frontiers in plant science*, *13*, 896985.

Ranjan, A., Sinha, R., Singla-Pareek, S. L., Pareek, A., & Singh, A. K. (2022). Shaping the root system architecture in plants for adaptation to drought stress. *Physiologia plantarum*, *174*(2), e13651.

Koevoets, I. T., Venema, J. H., Elzenga, J. T. M., & Testerink, C. (2016). Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. *Frontiers in plant science*, *7*, 1335.

Nibau, C., Gibbs, D. J., & Coates, J. C. (2008). Branching out in new directions: the control of root architecture by lateral root formation. *New Phytologist*, *179*(3), 595-614.

Becker, S. R., Byrne, P. F., Reid, S. D., Bauerle, W. L., McKay, J. K., & Haley, S. D. (2016). Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. *Euphytica*, *207*(1), 213-224.

Kulkarni, M., Soolanayakanahally, R., Ogawa, S., Uga, Y., Selvaraj, M. G., & Kagale, S. (2017). Drought response in wheat: key genes and regulatory mechanisms controlling root system architecture and transpiration efficiency. *Frontiers in chemistry*, *5*, 106.

Abd Allah, A. A., Badawy, S. A., Zayed, B. A., & El-Gohary, A. A. (2010). The role of root system traits in the drought tolerance of rice (Oryza sativa L.). *Journal of Plant Production*, *1*(4), 621-631.

Zaman-Allah, M., Jenkinson, D. M., & Vadez, V. (2011). A conservative pattern of water use, rather than deep or profuse rooting, is critical for the terminal drought tolerance of chickpea. *Journal of Experimental Botany*, *62*(12), 4239-4252.

Dayoub, E., Lamichhane, J. R., Schoving, C., Debaeke, P., & Maury, P. (2021). Early-stage phenotyping of root traits provides insights into the drought tolerance level of soybean cultivars. *Agronomy*, *11*(1), 188.

Fenta, B. A., Beebe, S. E., Kunert, K. J., Burridge, J. D., Barlow, K. M., Lynch, J. P., & Foyer, C. H. (2014). Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance. *Agronomy*, *4*(3), 418-435.

Chloupek, O., Dostál, V., Středa, T., Psota, V., & Dvořáčková, O. J. P. B. (2010). Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. *Plant breeding*, *129*(6), 630-636.

Hund, A., Ruta, N., & Liedgens, M. (2009). Rooting depth and water use efficiency of tropical maize inbred lines, differing in drought tolerance. *Plant and Soil*, *318*(1), 311-325.

Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. *Plant biotechnology journal*, *15*(3), 271-284.

Hohn, C. E., & Bektas, H. (2020). Genetic mapping of quantitative trait loci (QTLs) associated with seminal root angle and number in three populations of bread wheat (Triticum aestivum L.) with common parents. *Plant Molecular Biology Reporter*, *38*(4), 572-585.

Kang, Y., Alahmad, S., Haeften, S. V., Akinlade, O., Tong, J., Dinglasan, E., ... & Hickey, L. T. (2025). Mapping quantitative trait loci for seminal root angle in a selected durum wheat population. *The Plant Genome*, *18*(1), e20490.

Acuña, T. B., & Wade, L. J. (2012). Genotype× environment interactions for root depth of wheat. *Field Crops Research*, *137*, 117-125.

Alahmad, S., El Hassouni, K., Bassi, F.M., Dinglasan, E., Youssef, C., Quarry, G. et al. (2019) A major root architecture QTL responding to water limitation in durum wheat. *Frontiers in Plant Science*, **10**, 436.

Manschadi, A. M., Hammer, G. L., Christopher, J. T., & DeVoil, P. (2008). Genotypic variation in seedling root architectural traits and implications for drought adaptation in wheat (Triticum aestivum L.). *Plant and soil*, *303*(1), 115-129.

Wasson, A. P., Richards, R. A., Chatrath, R., Misra, S. C., Prasad, S. S., Rebetzke, G. J., ... & Watt, M. (2012). Traits and selection strategies to improve root systems and water uptake in water-limited wheat crops. *Journal of experimental botany*, *63*(9), 3485-3498.

Aydin, N., Sönmez, M. E., Güleç, T., Demir, B., Alipour, H., & Türkoğlu, A. (2025). High-throughput phenotyping of wheat root angle and coleoptile length at different temperatures using 3D-printed equipment. *BMC Plant Biology*, *25*(1), 112.

Sesiz, U. (2024). The Changes in Coleoptile Length and Root System Architecture During Wheat Polyploidization. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, *8*(1), 168-182.

Li, G., Bai, G., Carver, B. F., Elliott, N. C., Bennett, R. S., Wu, Y., ... & Xu, X. (2017). Genome-wide association study reveals genetic architecture of coleoptile length in wheat. *Theoretical and applied genetics*, *130*(2), 391-401.

Richard CA,HickeyLT,FletcherS,Jennings R, ChenuK,ChristopherJT (2015) High-throughput phenotyping of seminal root traits in wheat. Plant Methods 11:13.

McGraw–Hill, C. (2008). Statistix 8.1; Analytical Software. *Tallahassee, Florida Maurice/Thomas text*.

Sharma, S., Xu, S., Ehdaie, B., Hoops, A., Close, T. J., Lukaszewski, A. J., & Waines, J. G. (2011). Dissection of QTL effects for root traits using a chromosome arm-specific mapping population in bread wheat. Theoretical and Applied Genetics, 122(4), 759-769.

Kang, Y., Alahmad, S., Haeften, S. V., Akinlade, O., Tong, J., Dinglasan, E., ... & Hickey, L. T. (2025). Mapping quantitative trait loci for seminal root angle in a selected durum wheat population. *The Plant Genome*, *18*(1), e20490.

Gleason, S. M., Polutchko, S. K., Allen, B. S., Ocheltree, T. W., Spitzer, D., Li, Z., & Stewart, J. J. (2025). A 50-year look-back on the efficacy of limited transpiration traits: does the evidence support the recent surge in interest?. *New Phytologist*, *246*(4), 1439-1450.

Avni R, Nave M, Barad O, Baruch K, Twardziok SO, Gundlach H, Hale I, Mascher M, Spannagl M, Wiebe K, Jordan KW, Golan G, Deek J, Ben-Zvi B, Ben-Zvi G, Himmelbach A, MacLachlan RP, Sharpe AG, Fritz A, Ben-David R, Budak H, Fahima T, Korol A, Faris JD, Hernandez A, Mikel MA, Levy AA, Steffenson B, Maccaferri M, Tuberosa R, Cattivelli L, Faccioli P, Ceriotti A, Kashkush K, Pourkheirandish M, Komatsuda T, Eilam T, Sela H, Sharon A, Ohad N, Chamovitz DA, Mayer KFX, Stein N, Ronen G, Peleg Z, Pozniak CJ, Akhunov ED, Distelfeld A (2017) Wild emmer genome architecture and diversity elucidate wheat evolution and domestication. Science (new York) 357:93–97.

El Haddad N, Kabbaj H, Zaïm M, El Hassouni K, Tidiane Sall A, Azouz M, Ortiz R, Baum M, Amri A, Gamba F, Bassi FM (2021) Crop wild relatives in durum wheat breeding: drift or thrift? Crop Sci 61:37–54.

SESİZ, U. (2024). The Changes in Coleoptile Length and Root System Architecture During Wheat Polyploidization. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, *8*(1), 168-182.

Badaeva, E. D., Konovalov, F. A., Knüpffer, H., Fricano, A., Ruban, A. S., Kehel, Z., ... & Kilian, B. (2022). Genetic diversity, distribution and domestication history of the neglected GGAtAt genepool of wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, *135*(3), 755-776.

Sanguineti, M. C., Li, S., Maccaferri, M., Corneti, S., Rotondo, F., Chiari, T., & Tuberosa, R. (2007). Genetic dissection of seminal root architecture in elite durum wheat germplasm. *Annals of Applied Biology*, *151*(3), 291-305.

https://doi.org/10.71284/asc.2025238

KORUNGA *(Onobrychis viciifolia)* BİTKİSİNİN TARIMSAL, GENETİK VE YAPAY ZEKÂ AÇISINDAN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA KULLANILMA POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF SAINFOIN (Onobrychis viciifolia) IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: AGRONOMIC, GENETIC, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE PERSPECTIVES

Sevim Döndü Kara Öztürk[1]

Özet

Sürdürülebilir tarım, en basit tabiriyle, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan günümüzün ihtiyaçlarının karşılanması şeklinde tanımlanır. Bu bağlamda sürdürülebilir tarım, yalnızca artan gıda ihtiyaçlarını karşılamayı değil, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasını, toprak sağlığının iyileştirilmesini ve ekosistem dengesinin devamını da hedeflemektedir. Korunga (*Onobrychis viciifolia*), sürdürülebilir tarım çalışmalarında kullanılma potansiyeline sahip çok yıllık bir baklagil yem bitkisidir. Bu derlemenin kapsamı, korunga bitkisinin tarımsal katkıları, yem kalitesi ve hayvan beslemede önem taşıyan nutrasötik özellikleri, genetik altyapısı ve yapay zekâ uygulamaları bağlamında gelecekte yapılabilecek araştırmaların bir bütün şeklinde değerlendirilmesidir. Bu amaçla, literatürde yer alan tarımsal ve hayvan beslemede önem taşıyan katkıları ele alınmıştır. Ayrıca, son yıllarda yapılan sitogenetik ve genomik çalışmalar, korunga bitkisinin karyotip yapısını, tekrarlayan DNA elementlerinin organizasyonunu ve proantosiyanidin biyosentezi ile ilişkili genetik temellerini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, farklı baklagillerde yapay zekâ temelli fenotipleme, drone görüntüleme sistemleri ve sürdürülebilir tarımda gelecek vadeden IoT tabanlı sensör ağlarının kullanımı rapor edilmiştir. Ancak bu yaklaşımların korungada henüz uygulanmamış olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, korunga bitkisinin tarımsal, genetik ve teknolojik boyutları birlikte ele alınarak mevcut boşluklar ve gelecekteki araştırma fırsatları tartışılmaktadır. Bu yönüyle derleme, korunga bitkisinin sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliği bağlamında etkin kullanılabilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Onobrychis viciifolia*, korunga, sürdürülebilir tarım, yapay zekâ, genetik

Abstract

Sustainable agriculture is broadly defined as meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In this context, sustainable agriculture not only aims to satisfy increasing food demands but also seeks to preserve natural resources, improve soil health, and maintain ecosystem balance. Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) is a perennial legume forage crop with significant potential for use in sustainable agriculture practices. The scope of this review is to provide an integrated evaluation of sainfoin's agronomic contributions, its nutritional quality and nutraceutical properties in animal feeding, its genetic background, and the prospects of artificial intelligence applications for future research. For this purpose, the agronomic, and nutraceutical aspects reported in the literature

[1]Çukurova Üniversitesi, s.dondukara01@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7522-0575

were examined. Furthermore, recent cytogenetic and genomic studies have revealed insights into sainfoin's karyotype structure, the organization of repetitive DNA elements, and the genetic basis of proanthocyanidin biosynthesis. In addition, artificial intelligence–based phenotyping, drone imaging systems, and IoT-based sensor networks, which have shown promise for sustainable agriculture in other legumes. Notably, such approaches have not yet been applied to sainfoin. This study discusses the agronomic, genetic, and technological dimensions of sainfoin, identifying current gaps and future research opportunities. Therefore, the review aims to contribute to the more effective utilization of sainfoin within the framework of sustainable agriculture and food security.

Keywords: *Onobrychis viciifolia*, sainfoin, sustainable agriculture, artificial intelligence, genetics

GİRİŞ

FAO (2009) verilerine göre, 2050 yılında dünya nüfusunun 9,1 milyara ulaşacağı, gıda talebinin %70 oranında artacağı; buna karşın ekilebilir arazinin yalnızca %5 oranında genişleyebileceği, su kullanımının %11 oranında artacağı ve yıllık ortalama verim artış hızının geçmişe kıyasla yarı yarıya düşeceği öngörülmektedir (FAO, 2009). Bu durum, sürdürülebilir tarım uygulamalarını kaçınılmaz hale getirmektedir.

Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve toprak sağlığının iyileştirilmesi yoluyla verimliliği artırırken çevresel etkileri en aza indirmeyi hedefler. Bu yaklaşım aynı zamanda, günümüzün gıda ve tarımsal ürün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek kuşakların gıda güvenliği ve refahını tehlikeye atmamayı esas alır (MacRae vd., 1989; Robertson, 2015; Mondéjar vd., 2021). Günümüzde artan gıda talebi, iklim değişikliği ve doğal kaynakların sınırlılığı, sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemini daha da artırmaktadır. Bu uygulamalar kapsamında baklagiller kritik bir role sahiptir. Atmosferik azotu toprağa bağlayarak kimyasal gübre ihtiyacını azaltmaları sayesinde fosil enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarını düşürürler (Stagnari vd., 2017; Kokkini vd., 2025; Akchaya vd., 2025). Bunun yanı sıra karbon depolama, organik madde birikimi, besin döngüsünün iyileştirilmesi ve su tutma kapasitesinin artırılması yoluyla toprak sağlığına katkı sağlarlar. Ürün çeşitliliğini artırmaları ve intercropping (birlikte ekim) sistemlerinde yüksek uyum kabiliyeti göstermeleri, baklagilleri sürdürülebilir tarım uygulamalarında destekleyici bir unsur haline getirmektedir (Stagnari vd., 2017; Kokkini vd., 2025; Akchaya vd., 2025).

Korunga (*Onobrychis viciifolia*), Türkiye'nin farklı iklim ve toprak koşullarında doğal olarak yetişebilen, yüksek adaptasyon yeteneğiyle sürdürülebilir tarım sistemlerinde değerlendirilebilecek önemli bir baklagil yem bitkisidir (Avcı, 2010; Kara Öztürk ve Tek, 2024). Kurak ve yarı kurak alanlara uyum sağlayabilmesi nedeniyle ekim nöbeti uygulamalarında önemli bir potansiyele sahip olan korunga, diğer baklagillerde olduğu gibi rhizobia ile simbiyotik ilişkisi sayesinde atmosferik azotu toprağa bağlayarak verimliliği artırmakta, güçlü kök sistemiyle de erozyonun önlenmesine katkı sağlamaktadır (Avcı, 2010; Kempf vd., 2016; Hayot Carbonero vd., 2011; Shen vd., 2019). Yüksek protein ve tanen içeriği, şişkinlik yapmaması ve antiparazitik etkileri sayesinde hayvancılıkta yoncaya alternatif olabilecek değerli bir yem kaynağıdır (Mueller-Harvey, 2006; Mora-Ortiz vd., 2016).

Son yıllarda yapay zekâ yaklaşımları, bitki bilimi ve ıslah çalışmalarında genomik tahminlerden fenotiplemeye kadar pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Van Dijk vd., 2021). Örneğin, baklagillerde erken hastalık teşhisi için geliştirilen güvenilir makine öğrenmesi modellerinin çevresel sürdürülebilirliği ve gıda güvenliğini artırma kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Cho, 2024). Bununla birlikte, korunga özelinde mevcut bir yapay zekâ temelli çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, korunga bitkisinin sürdürülebilir tarımdaki potansiyelini, tarımsal, genetik ve yapay zekâ temelli yaklaşımlar açısından bir bütün olarak değerlendirmektir. Aşağıda, önce korunga bitkisinin tarımsal önemi, ardından genetik ve moleküler temelleri ve son olarak yapay zekâ uygulamalarının çerçevesi sunulmaktadır.

1. KORUNGA BİTKİSİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİ

Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,1 milyara ulaşacağı ve buna bağlı olarak gıda, yem ve lif gibi temel ihtiyaçlara olan talebin %70, ekilebilir arazinin ise yalnızca %5 oranında artacağı ileri sürülmektedir (FAO, 2009; Ronald, 2014). Ayrıca, su kullanımının 2050'ye kadar %11 oranında artması beklenirken, verim artış oranının geçmişe kıyasla yarıya düşeceği tahmin edilmektedir (FAO, 2009). Bu veriler, gıda güvenliğinin sağlanması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, su kaynaklarının verimli kullanımı ve tarımda çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi gibi küresel zorlukları ortaya koymaktadır (Stagnari vd., 2017).

Bu zorlukların aşılmasında sürdürülebilir tarım uygulamaları; toprak sağlığının korunması, su verimliliğinin artırılması, biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve çevresel etkilerin azaltılması yönünden kritik bir rol oynamaktadır.

Türkiye'de kurak ve olumsuz çevre koşullarına adaptasyon gösteren 70 *Onobrychis* türü ve 27 endemik türün varlığı, genetik çeşitlilik açısından korungayı değerli bir kaynak haline getirir (Avcı ve Kaya, 2013; Avcı, 2010). Bu zengin gen havuzu, iklim değişikliğine uyumlu ıslah programları için büyük bir potansiyel sunar. Korunga, derin kök sistemi sayesinde toprağın yapısını iyileştirir, organik madde birikimini destekler, karbon depolama ve su tutma kapasitesini artırır. *Rhizobia* bakterileriyle simbiyotik ilişki kurarak atmosferik azotu toprağa bağlar; böylece kimyasal gübre ihtiyacını azaltır ve fosil yakıt kaynaklı sera gazı emisyonlarını düşürür (Stagnari vd., 2017; Hayot Carbonero vd., 2011). Bu yönüyle korunga, FAO'nun öngördüğü az girdili, toprak dostu üretim sistemleri için örnek bir türdür.

Bununla birlikte kuraklık, sürdürülebilir tarımı tehdit eden en yıkıcı abiyotik stres faktörlerinden biri olup, önemli ölçüde verim kaybına yol açmaktadır (Fadiji vd., 2022). Korunga, yalnızca kurak koşullara değil; aynı zamanda düşük sıcaklık ve yüksek pH gibi olumsuz çevresel etmenlere de tolerans gösterebilen bir türdür. Bu özellikleri sayesinde, nötr ve alkali topraklarda, kireçli arazilerde, kuru tarım alanlarında ve sulama yapılan bölgelerde başarıyla yetiştirilebilmektedir (Hayot Carbonero vd., 2011).

Geniş çevresel koşullara adaptasyon yeteneği sayesinde ekim nöbeti sistemlerinde değerlendirilebilmekte, azot döngüsüne katkısı ve güçlü kök sistemiyle özellikle erozyon riski yüksek alanlarda toprak yapısının korunması ve ıslahına yardımcı olmaktadır (Avcı, 2010; Kempf vd., 2016; Shen vd., 2019).

Korunga, tanenler, proteinler ve ikincil metabolitler bakımından zengin yapısıyla yüksek kaliteli bir yem bitkisidir (Mueller-Harvey, 2006; Mora-Ortiz vd., 2016). İçerdiği kondanse tanenler rumende protein çözünmesini sınırlayarak şişkinlik (bloat) riskini azaltmakta, protein kullanımını iyileştirmekte ve anthelmintik etki göstermektedir (Hayot Carbonero vd., 2011). Nitekim, yonca–korunga karışımı meralarda korunga oranının %35'e çıkarılması, şişkinliği azaltmış ve proteolitik aktiviteyi düşürerek protein kullanımını artırmıştır (Wang vd., 2006) İki baklagil yem bitkisinin birlikte kullanımının yem verimliliğini artırabileceği belirtilmiştir (Wang vd., 2006). Besin değeri bakımından yapılan çalışmalarda, korunga bitkisinin tohumlarının ham protein içeriğinin %38,78 olduğu ve bu değerin soya ve acı baklaya benzer seviyede bulunduğu rapor edilmiştir (Craine vd., 2023). Bu bulgular, korunga bitkisinin yalnızca hayvansal üretimde değil, insan beslenmesinde de alternatif bir baklagil kaynağı olarak kullanılma potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Craine vd., 2023).

Ayrıca korunga bitkisinin ilkbaharda erken gelişim göstermesi, diğer yem bitkileri henüz otlatmaya uygun hale gelmeden hayvanlara besin kaynağı sağlamasını mümkün kılmaktadır (Avcı, 2010). Bunun yanı sıra arıcılık açısından da önemli bir türdür; bol miktarda nektar ve polen üretmesi, bal arıları için değerli bir kaynak olmasını sağlamakta ve tozlaşmaya katkıda bulunmaktadır (Özbek, 2011).

Bununla birlikte, korunga bitkisinin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Erken gelişim döneminde düşük rekabet gücü sergilemesi, su göllenmesi ve dona karşı hassasiyeti üretim potansiyelini sınırlandırmaktadır (Kempf vd., 2016). Ayrıca nemli alanlarda kök hastalıkları ve zararlılara duyarlılık nedeniyle verim kayıpları yaşanabilmektedir (Erkovan ve Tan, 2009; Avcı, 2010). Zararlılarla mücadelede çoğunlukla

kimyasal ilaçların tercih edilmesi ekonomik olmadığı gibi, aşırı kullanımı çevresel zararlara neden olmakta ve sürdürülebilir tarım ilkeleriyle çelişmektedir.

Tüm bu yönleriyle korunga, toprak verimliliğini artırma, hayvancılıkta kaliteli yem sağlama ve ekosisteme katkılarıyla sürdürülebilir tarım için değerli bir türdür. Ancak yetiştiricilikte karşılaşılan sınırlılıkların giderilmesi ve üretim alanlarının genişletilebilmesi için daha fazla araştırmaya ve ıslah çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu gereksinimlerin etkin bir biçimde karşılanması için, türün genetik ve moleküler temellerinin anlaşılması gerekmektedir.

2. KORUNGA BİTKİSİNİN GENETİK VE SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİ

Sürdürülebilir tarımsal üretim, bilimsel araştırma, yenilik ve yeni çeşit geliştirme yatırımlarıyla uzun vadede devam ettirilebilmektedir. Bu bağlamda, genetik çeşitliliğin korunması ve bitki ıslahı çalışmaları, tarımsal üretimin geleceğini güvence altına alan en kritik alanlardan biridir. Bu anlayışla, bitkilerinin genetik yapısının ortaya konulması hem iklim değişikliğine uyum hem de verimlilik açısından kritik bir gereklilik haline gelmiştir.

Korunga (*Onobrychis viciifolia*), bu hedeflere katkı sağlayabilecek önemli bir yem bitkisidir. Tetraploid (2n = 4x = 28) kromozom yapısına sahip olan korunga, yaklaşık 1.225 Mb'lık bir genom büyüklüğüne sahiptir (Hayot Carbonero vd., 2011; Kempf vd., 2016). Baklagiller içinde filogenetik olarak en fazla incelenen türlerden biri olmasına rağmen, uzun yıllar boyunca sitogenetik ve genomik düzeyde çalışmalar sınırlı kalmış, ancak son yıllarda bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu ilerlemeler hem türün evrimsel geçmişinin hem de ıslah potansiyelinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır.

Korunga üzerine yapılan filogenetik araştırmalar, türün genetik çeşitliliğini ve taksonomik ilişkilerini aydınlatmayı amaçlamıştır. Kloroplast genom dizileri (*trnH–psbA*, *trnT–trnL*) ve ITS bölgelerinin kullanıldığı analizlerde, *Onobrychis* ve *Hedysarum* türlerinin yakın akraba olduğu, ayrıca *O. viciifolia*'nın Avrupa ve Asya popülasyonları arasında belirgin bir genetik ayrım bulunduğu gösterilmiştir (Hayot Carbonero vd., 2012; Fu vd., 2021; Jin vd., 2021; Duan vd., 2021).

Benzer biçimde, Mora-Ortiz vd. (2016) tarafından yürütülen transkriptom çalışması, tek kopya genlere dayalı filogenetik analizler, *O. viciifolia*'nın *Trifolium pratense* ve *Medicago truncatula* ile yakın, *Lotus japonicus*, *Pisum sativum* ve *Glycine max* ile daha uzak akraba olduğunu göstermiştir. Ayrıca RNA-seq tabanlı transkriptom kütüphaneleri ile tanımlanan SSR ve SNP markörleri, türün polimorfizmini anlamada değerli bir araç sunmuştur (Mora-Ortiz vd., 2016).

Sitogenetik araştırmalar korunga bitkisinin heterokromatin ve kromozom organizasyonunu ayrıntılı olarak tanımlamış, kromozom düzeyinde gerçekleştirilen genom analizleri ise türün genetik yapısının anlaşılması açısından önemlidir (Tek ve Kara, 2020; Kara Öztürk ve Tek, 2024; He vd., 2024). Sitogenetik düzeyde yapılan araştırmalar, korunga kromozomlarının heterokromatin bölgesi ve yapısal organizasyonu hakkında ayrıntılı bilgiler sağlamıştır (Tek ve Kara, 2020; Kara Öztürk ve Tek, 2024; He vd., 2024). Tek ve Kara Öztürk (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, korungada sentromere-spesifik histon H3 varyantı (CENH3) ilk kez karakterize edilmiş ve bu sayede türün sentromer organizasyonu hakkında öncü veriler elde edilmiştir. Bu bulgular, CENH3 temelli haploid bitki üretimi ve ıslah çalışmaları için temel bir referans niteliği taşımaktadır.

Ayrıca, genomda yeni satelit tekrar dizileri (*OnVi180, OnVi169, OnVi176* ve *OnVidimer*) tanımlanmış; bu dizilerin farklı kromozomal bölgelerde lokalize olduğu ve karyotip organizasyonunda belirleyici rol oynadığı gösterilmiştir. Elde edilen bulgular, korunga bitkisinin yedi temel kromozom grubunun ayırt edilmesine olanak sağlamış ve genom yapısına ilişkin önemli ipuçları sunmuştur. İncelenen korunga genotipinin ebeveyn genomlarından birinin ya da her ikisinin heterozigot olabileceği ileri sürülmüş;

bu heterozigot atasal genomların, farklı türlerden ziyade aynı diploid atadan kaynaklanabileceği veya poliploidleşme sonrası kromozom yeniden düzenlenmeleriyle ilişkili olabileceği öne sürülmüştür (Kara Öztürk ve Tek, 2024).

Buna ek olarak, Kara Öztürk ve Tek (2024) tarafından yürütülen çalışmada, genomda satelit tekrar dizileri (OnVi180, OnVi169, OnVi176 ve OnVidimer) tanımlanmıştır. Bu dizilerin farklı kromozomal bölgelerde lokalize olduğu ve karyotip organizasyonunda belirleyici rol oynadığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler, korunganın yedi temel kromozom grubunun ayırt edilmesine olanak sağlamış ve genom yapısına ilişkin önemli ipuçları sunmuştur. Bu sonuçlar, incelenen genotipin ebeveyn genomlarından birinin ya da her ikisinin heterozigot olabileceğini; bu heterozigot atasal genomların, farklı türlerden ziyade aynı diploid atadan kaynaklanabileceğini veya poliploidleşme sonrası kromozom yeniden düzenlenmeleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Kara Öztürk ve Tek, 2024).

Korunga bitkisinin en belirgin özelliklerinden biri, yüksek kondanse tanen içeriğidir. He vd. (2024), tarafından gerçekleştirilen genom çalışmasında, dört haplotipi kapsayan yüksek kaliteli bir montaj elde edilmiş; proantosiyanidin (PA) biyosentezinde görev alan genlerde kopya sayısı artışı ve yüksek ekspresyon düzeyleri saptanmıştır. Bu bulgu, korungadaki yüksek PA seviyelerinin genetik temelini ortaya koymaktadır. Ayrıca genom genelinde çok sayıda tekrarlayan DNA elementleri ve kromozomal yeniden düzenlenmeler tanımlanmış, filogenetik analizler *O. viciifolia*'nın yaklaşık 44,3 milyon yıl önce *Lotus japonicus*'tan ayrıldığını ve türleşme sürecinin ise yaklaşık 37,6 milyon yıl önce başladığının göstermiştir.

Korunganın mevcut karmaşık sitolojisi ve yabancı döllenme sistemi, istenilen tarımsal özelliklerin ıslahını oldukça güçleştirmektedir (Çeliktaş vd., 2006). Ayrıca korunga çeşitleri genellikle popülasyon veya sentetik çeşitler olarak geliştirilmektedir; bu durum, türün yüksek düzeyde heterozigot genotipler barındırmasına yol açmakta ve genetik sabitlemeyi (fixation) zorlaştırmaktadır (Kempf vd., 2015). Bu zorlukların aşılmasında, son yıllarda gerçekleştirilen kromozom yapısının detaylı analizi, filogenetik incelemeler, tüm genom dizileme ve CENH3 varyantlarının karakterizasyonu, korunganın genetik yapısının anlaşılmasına ve gelecekte yapılacak ıslah çalışmalarına yönelik temel bilgiler sunmuştur.

Sonuç olarak, korunga üzerine yapılan filogenetik çalışmalar, türün taksonomik konumunu, genetik çeşitliliğini ve baklagiller içindeki evrimsel ilişkilerini ortaya koyarken; sitogenetik ve genomik düzeyde elde edilen bulgular, karyotip organizasyonu, tekrar dizileri ve kromozomal dinamikler hakkında önemli bilgiler sağlamıştır.

Son yıllarda gerçekleştirilen kromozom düzeyindeki genom dizileme çalışmaları, korunga bitkisinin baklagil genom evrimindeki yerinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanımış ve ıslah programlarında kullanılabilecek kapsamlı bir genetik bilgi birikiminin oluşmasına zemin hazırlamıştır.

Bu genetik bilgi birikimi, günümüzde hızla gelişen yapay zekâ ve dijital teknolojilerin tarımsal araştırmalara entegrasyonu ile birlikte, korunga bitkisi üzerinde gelecekte yürütülecek çalışmalar için yeni olanaklar sunmaktadır. Bu kapsamda, yapay zekâ destekli analizlerin; genetik varyasyonun, stres toleransı genlerinin ve veri tabanlı ıslah çalışmalarının daha etkin biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

3. YAPAY ZEKÂ VE DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN ROLÜ

Yapay zekâ kullanımı, sürdürülebilir tarım uygulamalarını güçlendirmek ve mevcut sorunlara yenilikçi çözümler sunmak amacıyla son yıllarda hızla yaygınlaşmaktadır. Akıllı tarım (smart farming) büyük ölçüde makine öğrenimi (ML) yöntemlerine dayanmaktadır ve sürdürülebilir tarımda karşılaşılan verimlilik, kaynak yönetimi ve çevresel etkiler gibi temel zorlukların aşılmasında yapay zekâdan önemli ölçüde yararlanılmaktadır (Ali vd., 2025).

Makine öğrenimi (ML), derin öğrenme (DL) ve zaman serisi analizleri (TSA), bitki ve arazi seçimi, ekim

zamanı belirlenmesi, hastalık ve zararlı tespiti, toprak sınıflandırması, su yönetimi, gübre optimizasyonu, verim ve fiyat tahmini gibi pek çok temel tarımsal süreçte etkin biçimde kullanılmaktadır (Ali vd., 2025; Mana vd., 2024; Bhagat vd., 2022). Bu teknolojilerin uygulanması sonucunda, tarımsal üretim süreçlerinde su ve enerji tüketimi ile sera gazı emisyonları azaltılmakta; böylece gıda güvenliği güçlendirilmekte, iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlanmakta ve çevresel etkiler en aza indirilerek sürdürülebilir üretim sistemleri desteklenmektedir (Ali vd., 2025; Mana vd., 2024).

Bununla birlikte, akıllı tarım sistemleri, Agro-IoT teknolojilerini, yenilenebilir enerji kaynaklarını ve dikey tarım uygulamalarını bütünleştirerek hem üretim verimliliğini artırmakta hem de kaynak kullanımını optimize etmektedir (Mana vd., 2024). Örneğin, yapay zekâ destekli tarım sistemleri ve IoT tabanlı uygulamalar su kullanımını %55, enerji tüketimini %51 ve gübre kullanımını %40 oranında azaltırken, ürün verimini %20–25 artırmış ve hastalık tespitinde %90'a yakın doğruluk sağlamıştır (Raj ve Prahadeeswaran, 2025).

Bu gelişmeler, tarımda otomasyon ve yapay zekâ entegrasyonunun hız kazandığı Tarım 5.0 (Agriculture 5.0) dönemine zemin hazırlamaktadır. Bu yeni yaklaşım, insan müdahalesini azaltırken verimliliği ve kaynak yönetimini iyileştirmekte, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği de desteklemektedir (Bhagat vd., 2022). Yapay zekâ temelli analizlerin bu sistemlerle bütünleştirilmesi, karbon ayak izinin azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır (Mana vd., 2024).

Baklagil türleri, biyolojik azot fiksasyonu, toprak verimliliğine katkı ve düşük girdi gereksinimleri nedeniyle yapay zekâ tabanlı çalışmalarda yer almaktadır. Bu kapsamda yürütülen araştırmalar, baklagillerin fizyolojik ve genetik mekanizmalarının derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Örneğin, soya bitkisinde nodül sayısı, nodül büyüklüğü ve bitki gelişim dinamikleri arasındaki ilişkiler makine öğrenimi destekli fenotipleme (Soybean Nodule Acquisition Pipeline (SNAP)) yöntemiyle modellenmiştir. Bu sayede erken gelişim dönemlerinde kök nodülasyonu ve azot fiksasyon potansiyeline sahip genotiplerin belirlenebileceği gösterilmiştir (Carley vd., 2022). Baklagillerde soğuk toleransının artırılmasına yönelik çalışmalarda, çoklu-omik yaklaşımlar, yapay zekâ destekli yüksek verimli fenotipleme sistemleri ve genomik seleksiyon yöntemlerinin entegrasyonu sayesinde soğuk stresine dayanıklı çeşitler saptanabilmiş, ıslah süreci %30–50 oranında kısalmış ve soğuğa dayanıklı çeşit geliştirme süreçleri hızlanmıştır (Wang vd., 2025).

Ayrıca, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) teknikleri kullanılarak yürütülen bir çalışmada, dokuz farklı baklagil türünün verim performansını etkileyen çevresel ve yönetimsel faktörler incelenmiştir (Li vd., 2024).

Çalışmada XGBoost ve Random Forest algoritmalarının %87,33 tahmin doğruluğu sağladığı, verimi en fazla etkileyen unsurların biyokütle (üst aksam), yağış, güneşlenme süresi, toprak yapısı ve gübreleme çalışmalarının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dokuz türün çevresel koşullara farklı tepkiler verdiği bildirilmiştir. Tür bazında yapılan değerlendirmelerde, Nohut (*Cicer arietinum*) için yağış ve güneşlenme süresinin verimi artırıcı yönde etkili olduğu, Börülce (*Vigna unguiculata*) için yüksek enlemlerde daha kısa büyüme dönemine rağmen yüksek verim elde edildiği rapor edilmiştir. Bezelye (*Pisum sativum*) türünde yağış ve boylam arasında negatif bir ilişki saptanmış, aşırı güneşlenme süresinin transpirasyonu artırarak büyümeyi olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Bakla (*Vicia faba*) örneğinde toprak kum oranı arttıkça verimin azaldığı, organik madde oranındaki artışın ise verimi desteklediği bulunmuştur. Mercimek (*Lens culinaris*) için enlemle pozitif, fazla fosfor gübresiyle negatif ilişki belirlenmiştir. Yer fıstığında (*Arachis hypogaea*) yüksek boylam ve uzun güneşlenme süresinin verimi artırdığı; güvercin bezelyesinde (*Cajanus cajan*) derin toprak işleme ve yüksek azot içeriğinin verimi azalttığı bildirilmiştir. Fiğ (*Vicia sativa*) için yağış ve boylam arasında negatif bir ilişki saptanmış, türün kurak koşullara dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Beyaz lupin (*Lupinus albus*) örneğinde ise orta düzeyde yağışın verimi olumlu, fazla potasyum gübresi ve yüksek enlem koşullarının ise olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir. Bu bulgular, baklagillerde verim ve çevresel faktör etkileşimlerinin tür bazında yapay zekâ teknikleriyle yüksek doğrulukla açıklanabileceğini göstermektedir. (Li vd., 2024).

Yapay zekâ ayrıca fenotipleme ve kalite kontrol süreçlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bezelye, nohut ve mercimek gibi türlerde bitki boyunun LiDAR ve multispektral sensörlerle tahmin edildiği çalışmalarda, KNN ve XGBoost algoritmalarının yüksek doğruluk sağladığı; özellikle bodur türlerde LiDAR–multispektral veri entegrasyonunun tahmin performansını belirgin biçimde artırdığı gösterilmiştir (Bazrafkan vd., 2025). Makine görüsü ve spektroskopi ile entegre edilen ML modellerinin ise hasat sonrası kalite değerlendirmelerinde doğruluk ve verimliliği artırdığı bildirilmektedir (Rashvand vd., 2025).

Her ne kadar yapay zekâ tabanlı çalışmalar baklagillerde önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da korunga özelinde benzer uygulamalar henüz geliştirilmemiştir. Oysa korunganın kuraklık ve tuzluluk toleransı, yüksek tanen içeriği, azot fiksasyon kapasitesi ve genetik çeşitliliği, bu türün dijital tarım teknolojileriyle bütünleştirilmesi hâlinde sürdürülebilir tarım için değerli bir tür oluşturabileceğini göstermektedir.

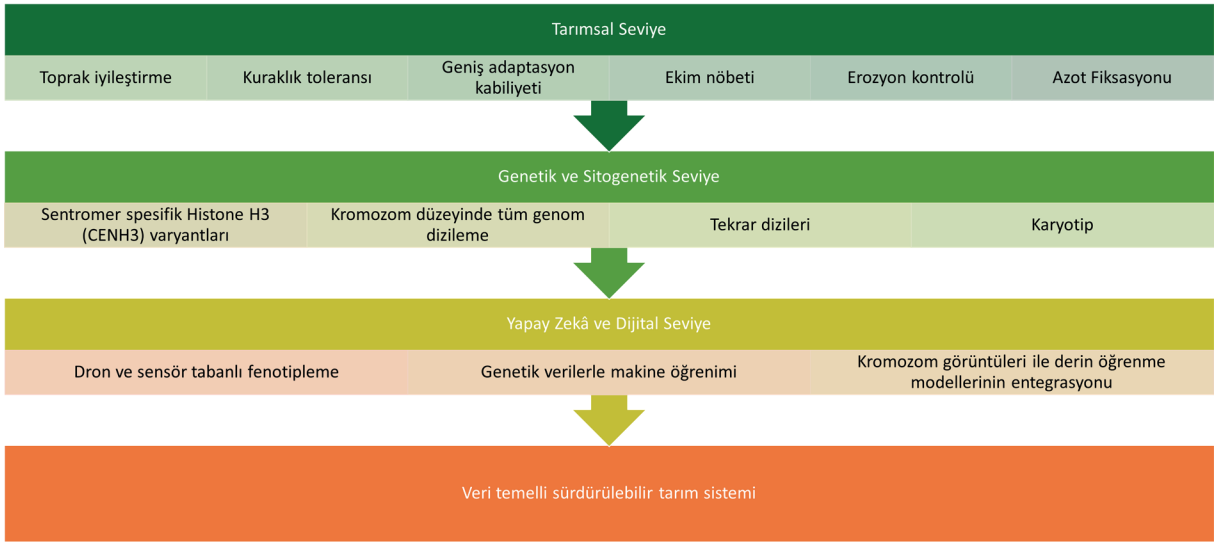
Özellikle drone veya uydu tabanlı yüksek çözünürlüklü fenotipleme sistemleri, korunga genotiplerinin kuraklık, tuzluluk ve besin eksikliği gibi stres koşullarına verdiği fizyolojik yanıtları erken evrede belirleyebilir. Böylece, genotipler arasındaki performans farkları nesnel biçimde değerlendirilebilir ve hassas tarım uygulamalarıyla optimum üretim stratejileri geliştirilebilir.

Buna ek olarak, yapay zekâ destekli genomik seçim modelleri, korunga ıslah çalışmalarını hızlandırabilir; çevresel streslere dayanıklı genotiplerin belirlenmesini kolaylaştırabilir ve tanen biyosentezi, azot fiksasyonu ile kök gelişimi gibi süreçlerin genetik temellerinin aydınlatılmasına katkı sağlayabilir.

Bu tür dijital yaklaşımlar, korunga için hem verim ve dayanıklılık artışına yönelik ıslah programlarının hızlandırılması hem de çevresel girdilere daha az bağımlı, iklim uyumlu çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, baklagillerde başarıyla uygulanan bu teknolojiler, korunga özelinde hâlen değerlendirilmeyi bekleyen önemli bir araştırma boşluğunu temsil etmektedir.

Gelecekte, yapay zekâ tabanlı analizlerin korunga üzerine uygulanması; türün genetik, fenotipik ve tarımsal dinamiklerinin çok boyutlu biçimde ortaya konulmasını sağlayarak, onu sürdürülebilir tarım sistemlerine en uygun baklagil türlerinden biri hâline getirebilir (Şekil 1).

Şekil 1. Korunga (Onobrychis viciifolia) bitkisinin tarımsal, genetik ve dijital seviyelerde entegrasyonu. Tarımsal düzeyde toprak iyileştirme, azot fiksasyonu ve kuraklığa dayanıklılık; genetik düzeyde CENH3 varyantları, karyotip organizasyonu ve genom dizileme; dijital düzeyde ise dron ve sensör tabanlı fenotipleme ile makine öğrenimi entegrasyonunun, veri temelli sürdürülebilir tarım sistemine katkısı gösterilmektedir.



TARTIŞMA VE SONUÇ

Korunga (*Onobrychis viciifolia*), kuvvetli kök sistemi, biyolojik azot fiksasyonu, yüksek kondanse tanen içeriği ve kurak koşullara adaptasyon yeteneği sayesinde sürdürülebilir tarım sistemleri için gelecek vadeden bir tür olarak öne çıkmaktadır. Ancak poliploid yapısı, yabancı döllenme sistemi ve yüksek heterozigotluk düzeyi, klasik ıslah çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu nedenle, türün genetik, sitogenetik ve fenotipik verilerinin dijital teknolojilerle bütünleştirilmesi, korunganın gelecekteki ıslah çalışmaları açısından yeni bir perspektif sunmaktadır.

Son yıllarda korungada kromozom düzeyinde tüm genomun dizilenmiş olması, CENH3 varyantlarının tanımlanması ve tekrar dizilerinin (satellite DNA) detaylı biçimde haritalanması, yapay zekâ temelli veri analizleri için önemli bir altyapı oluşturmuştur (Tek ve Kara Öztürk, 2020; Kara Öztürk ve Tek, 2024; He vd., 2024). Bitki biyoinformatiği alanında yapılan güncel çalışmalar, bu tür verilerin makine öğrenimi yaklaşımlarıyla yorumlanabileceğini göstermektedir. Örneğin, derin öğrenme algoritmaları gen ekspresyon düzeylerini, kromatin etkileşimlerini ve epigenetik özellikleri genom dizileri aracılığıyla tahmin etmekte, drone görüntülerinden çiçeklenme evrelerini otomatik olarak saptamakta ve epigenetik düzeyde DNA metilasyon desenlerini yüksek doğrulukla saptanabilmektedir (Wang vd., 2025; Shepard vd., 2025; Guo vd., 2025). Bu uygulamaların sağladığı başarılar, korunga örneğinde olduğu gibi, heterozigot atasal genoma sahip ve karmaşık kromozomal özellikler sergileyen poliploid türlerde de benzer analizlerin gelecekte uygulanabilirliğine işaret etmektedir.

Ayrıca sitogenetik çalışmalarda, karyotipleme çalışmalarında kullanılmak üzere kromozom görüntülerinin derin öğrenme modelleriyle sınıflandırılması, bantlama desenlerinin otomatik tanımlanması ve sinyal yoğunluklarının ölçülmesi gibi yaklaşımlar insan hatasını azaltmak ve analiz doğruluğunu artırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Qin vd., 2019; Song vd., 2021). Bu yöntemlerin korungaya uyarlanması, gelecekte yakın akrabalarının ve diploid bireylerinin karyotip analizlerinin daha nesnel ve yüksek çözünürlüklü biçimde yapılmasını sağlayabilir. Böylece tetraploid korungada kromozomal yeniden düzenlenmelerin ve evrimsel süreçlerin daha doğru biçimde modellenmesi mümkün hale gelebilir.

Fenotip düzeyinde, drone, uydu veya IoT tabanlı sensörlerden elde edilen yüksek hacimli verilerin makine öğrenimi algoritmalarıyla analiz edilmesi, farklı korunga genotiplerinin çevresel stres koşullarına tepkilerinin modellenmesini mümkün kılabilir. Baklagillerde yapay zekâ destekli fenotipleme, genotip–çevre etkileşimlerinin nicel olarak değerlendirilmesini sağlamış ve stres toleransı yüksek çeşitlerin erken dönemde belirlenmesine olanak tanımıştır (Li vd., 2024; Wang vd., 2025; Carley vd., 2022). Bu bulgular, korunga için benzer yaklaşımların uygulanabilirliğine güçlü bir temel oluşturmaktadır. Genetik, epigenetik ve fenotipik verilerin birlikte değerlendirilmesi, korunga ıslahında iklim değişikliğine dayanıklı genotiplerin geliştirilebilmesi için önemli bir fırsat sunmaktadır.

Sonuç olarak, korungada yapay zekâ uygulamaları henüz doğrudan gerçekleştirilmemiş olsa da mevcut genetik ve sitogenetik çalışmalar bu entegrasyon için gerekli bilimsel altyapıyı hazırlamıştır. Gelecekte, makine öğrenimi modellerinin genetik verilerle bütünleştirilmesi, korunganın sürdürülebilir tarımda değerlendirilmesine yönelik veri temelli araştırmaların önünü açabilir.

Bu tür yaklaşımlar, ıslah süreçlerinin hızlandırılmasına, çevresel streslere karşı dayanıklılığın artırılmasına ve kaynak kullanım verimliliğinin geliştirilmesine katkı sağlayarak, korungayı sürdürülebilir ve iklim uyumlu üretim sistemleri için stratejik bir konumuna taşıyabilir.

KAYNAKÇA

Akchaya, K., Parasuraman, P., Pandian, K., Vijayakumar, S., Thirukumaran, K., Mustaffa, M. R. A. F., Rajpoot, S. K., & Choudhary, A. K. (2025). Boosting resource use efficiency, soil fertility, food security, ecosystem services, and climate resilience with legume intercropping: A review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *9*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1527256

Ali, Z., Muhammad, A., Lee, N., Waqar, M., & Lee, S. W. (2025). Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of AI-Driven Technologies in Crop Production. *Sustainability*, *17*(5), 2281. https://doi.org/10.3390/su17052281

Avcı, S. (2010). *Türkiye'de doğal olarak yetişen yabani korunga (onobrychis sp.) türlerinin toplanması ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi*. https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/34207

Avci, S., & Kaya, M. D. (2013). Seed and germination characteristics of wild Onobrychis taxa in Turkey. *Turkısh Journal Of Agrıculture And Forestry*, *37*, 555-560. https://doi.org/10.3906/tar-1211-29

Bazrafkan, A., Worral, H., Bandillo, N., & Flores, P. (2025). Accurate plant height estimation in pulse crops through integration of LiDAR, multispectral information, and machine learning. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *37*, 101517. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101517

Bhagat, P. R., Naz, F., & Magda, R. (2022). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS ONE*, *17*(6), e0268989. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268989

Carley, C. N., Zubrod, M. J., Dutta, S., & Singh, A. K. (2023). Using machine learning enabled phenotyping to characterize nodulation in three early vegetative stages in soybean. *Crop Science*, *63*(1), 204-226. https://doi.org/10.1002/csc2.20861

Cho Ok-Hue (2024). Machine Learning Algorithms for Early Detection of Legume Crop Disease . Legume Research. 47(3): 463-469. doi: 10.18805/LRF-788.

Craine, E. B., Şakiroğlu, M., Peters, T. E., Barriball, S., & Schlautman, B. (2023). Nutritional quality of Onobrychis viciifolia (Scop.) seeds: A potentially novel perennial pulse crop for human use. *Legume Science*, *5*(4), e189. https://doi.org/10.1002/leg3.189

Çeliktaş, N., Can, E., Hatipoğlu, R., & Avcı, S. (2006). Somatic embryogenesis, callus production, and plantlet growth in sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, *49*(4), 383-388. https://doi.org/10.1080/00288233.2006.9513728

Duan, L., Li, S.-J., Su, C., Sirichamorn, Y., Han, L.-N., Ye, W., Lôc, P. K., Wen, J., Compton, J. A., Schrire, B., Nie, Z.-L., & Chen, H.-F. (2021). Phylogenomic framework of the IRLC legumes (Leguminosae subfamily Papilionoideae) and intercontinental biogeography of tribe Wisterieae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *163*, 107235. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107235

Erkovan, H. İ., & Tan, M. (2014). Sulu Ve Kıraç Şartlarda Yetiştirilen Korungada Ot Ve Tohum Verimi İle Bazı Özelliklerin Belirlenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, *2*(1), 61-71.

Fadiji, A. E., Santoyo, G., Yadav, A. N., & Babalola, O. O. (2022). Efforts towards overcoming drought stress in crops: Revisiting the mechanisms employed by plant growth-promoting bacteria. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 962427. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962427

FAO. (2009). *How to feed the world in 2050.* https://www.fao.org/wsfs/forum2050/hlef-fsndiscussion/en/

Fu, X., Ji, X., Wang, B., & Duan, L. (2021). The complete chloroplast genome of leguminous forage Onobrychis viciifolia. *Mitochondrial DNA Part B*, *6*(3), 898-899. https://doi.org/10.1080/23802359.2021.1886017

Guo, Z., Fan, W., Cai, C., Zhang, K., Hou, X., Li, Y., & Cheng, F. (2025). PlantDeepMeth: A Deep Learning Model for Predicting DNA Methylation States in Plants. *Plants*, *14*(11), 1724. https://doi.org/10.3390/plants14111724

Hayot Carbonero, C., Carbonero, F., Smith, L. M. J., & Brown, T. A. (2012). Phylogenetic characterisation of Onobrychis species with special focus on the forage crop Onobrychis viciifolia Scop. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *59*(8), 1777-1788. https://doi.org/10.1007/s10722-012-9800-3

Hayot Carbonero, C. H., Mueller-Harvey, I., Brown, T. A., & Smith, L. (2011). Sainfoin (Onobrychis viciifolia): A beneficial forage legume. *Plant Genetic Resource: Characterization and Utilization*, *9*(1), 70-85.

He, J., Tian, D., Li, X., Wang, X., Wang, T., Wang, Z., Zang, H., He, X., Zhang, T., Yun, Q., Zhang, R., Jiang, J., Jia, S., & Zhang, Y. (2024). A chromosome-level genome assembly for Onobrychis viciifolia reveals gene copy number gain underlying enhanced proanthocyanidin biosynthesis. *Communications Biology*, *7*(1), 19. https://doi.org/10.1038/s42003-023-05754-6

İleri, O., & Avcı, S. (2018). Karyological characteristics of some endemic Onobrychis taxa belonging to Onobrychis section naturally grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *6*(11), Article 11. https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i11.1530-1536.1781

Jin, Z., Jiang, W., Yi, D., & Pang, Y. (2021). The complete chloroplast genome sequence of Sainfoin (Onobrychis viciifolia). *Mitochondrial DNA Part B*, *6*(2), 496-498. https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1871439

Kara Öztürk, S. D., & Tek, A. L. (2024). Novel centromeric repetitive DNA elements reveal karyotype dynamics in polyploid sainfoin (Onobrychis viciifolia). *Chromosoma*, *133*(4), 233-246. https://doi.org/10.1007/s00412-024-00824-y

Kempf, K., Mora-Ortiz, M., Smith, L. M. J., Kölliker, R., & Skøt, L. (2016). Characterization of novel SSR markers in diverse sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) germplasm. *BMC Genetics*, *17*(1), 124. https://doi.org/10.1186/s12863-016-0431-0

Kokkini, M., Gazoulis, I., Danaskos, M., Kontogeorgou, V., Kanatas, P., & Travlos, I. (2025). Enhancing ecosystem services in agriculture: The special role of legume intercropping. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *9*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1547879

Li, Y., Li, R., Ji, R., Wu, Y., Chen, J., Wu, M., & Yang, J. (2024). Research on Factors Affecting Global Grain Legume Yield Based on Explainable Artificial Intelligence. *Agriculture*, *14*(3), 438. https://doi.org/10.3390/agriculture14030438

MacRae, R. J., Hill, S. B., Henning, J., & Mehuys, G. R. (1989). Agricultural Science and Sustainable Agriculture: A Review of the Existing Scientific Barriers to Sustainable Food Production and Potential Solutions. *Biological Agriculture & Horticulture*, *6*, 173-219. https://doi.org/10.1080/01448765.1989.9754518

Mana, A. A., Allouhi, A., Hamrani, A., Rehman, S., el Jamaoui, I., & Jayachandran, K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices. *Smart Agricultural Technology*, *7*, 100416. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416

Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., Hallam, B., Mbungu, N. T., Okolo, C. C., Prasad, K. A., She, Q., & Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *The Science of the Total Environment*, *794*, 148539. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539

Mora-Ortiz, M., Swain, M. T., Vickers, M. J., Hegarty, M. J., Kelly, R., Smith, L. M. J., & Skøt, L. (2016). De-novo transcriptome assembly for gene identification, analysis, annotation, and molecular marker discovery in *Onobrychis viciifolia*. *BMC Genomics*, *17*(1), 756. https://doi.org/10.1186/s12864-016-3083-6

Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(13), 2010-2037. https://doi.org/10.1002/jsfa.2577

Özbek, H. (2011). *Sainfoin, Onobrychis viciifolia Scop. : An Important Bee Plant*. 12.

Raj, M., & Prahadeeswaran, M. (2025). Revolutionizing agriculture: A review of smart farming technologies for a sustainable future. *Discover Applied Sciences*, *7*(9), 937. https://doi.org/10.1007/s42452-025-07561-6

Rashvand, M., Nikzadfar, M., Laveglia, S., mirmohammadrezaei, H., Bozorgi, A., Paterna, G., Matera, A., Gioia, T., Altieri, G., Di Renzo, G. C., & Genovese, F. (2025). Advancing legume quality assessment through machine learning: Current trends and future directions. *Journal of Food Composition and Analysis*, *142*, 107532. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107532

Robertson, G. P. (2015). A Sustainable Agriculture? *Daedalus*, *144*(4), 76-89. https://doi.org/10.1162/DAED_a_00355

Ronald, P. C. (2014). Lab to Farm: Applying Research on Plant Genetics and Genomics to Crop Improvement. *PLoS Biology*, *12*(6), e1001878. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001878

Shen, S., Chai, X., Zhou, Q., Luo, D., Wang, Y., & Liu, Z. (2019). Development of polymorphic EST-SSR markers and characterization of the autotetraploid genome of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *PeerJ*, *7*, e6542. https://doi.org/10.7717/peerj.6542

Shepard, N. R., DeSalvio, A. J., Arik, M., Adak, A., Murray, S. C., & Varela, J. I. (2025). Deep learning-based high-throughput detection of flowered maize (Zea mays L.) plots from UAS imagery across environments. *The Plant Phenome Journal*, *8*(1), e70021. https://doi.org/10.1002/ppj2.70021

Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., & Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *4*(1), 2. https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1

Tek, A. L., & Kara Öztürk, S. D. (2020). High allelic diversity of the centromere-specific histone H3 (CENH3) in the legume sainfoin (Onobrychis viciifolia). *Molecular Biology Reports*, *47*(11), 8789-8795. https://doi.org/10.1007/s11033-020-05926-1

Van Dijk, A. D. J., Kootstra, G., Kruijer, W., & de Ridder, D. (2021). Machine learning in plant science and plant breeding. *iScience*, *24*(1), 101890. https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101890

Wang, K., Xia, L., Yang, X., Du, C., Tang, T., Yang, Z., Ma, S., Wan, X., Guan, F., Shi, B., Xie, Y., & Zhang, J. (2025). Integrating Artificial Intelligence and Biotechnology to Enhance Cold Stress Resilience in Legumes. *Plants*, *14*(17), 2784. https://doi.org/10.3390/plants14172784

Wang, Y., Berg, B. P., Barbieri, L. R., Veira, D. M., & McAllister, T. A. (2006). Comparison of alfalfa and mixed alfalfa-sainfoin pastures for grazing cattle: Effects on incidence of bloat, ruminal fermentation, and feed intake. *Canadian Journal of Animal Science*, *86*(3), 383-392. https://doi.org/10.4141/A06-009

Wang, Z., Yuan, H., Yan, J., & Liu, J. (2025). Identification, characterization, and design of plant genome sequences using deep learning. *The Plant Journal: For Cell and Molecular Biology*, *121*(1), e17190. https://doi.org/10.1111/tpj.17190

https://doi.org/10.71284/asc.2025239

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA İKİNCİ ÜRÜN OLARAK YETİŞTİRİLEN SOYA (*GLYCINE MAX L.*) HATLARININ TOHUM ÖZELLİKLERİ VE VERİM İLE İLİŞKİLERİ

SEED TRAITS AND YIELD RELATIONSHIPS IN SOYBEAN (GLYCINE MAX L) LINES GROWN AS A SECOND CROP UNDER CUKUROVA CONDITIONS

Mihriban Taş[1]
Ali Zain[2]
Mehmet Alper Gökçe[3]
Melike Biçici[4]
Hakan Özkan[5]

Özet

Bu çalışma, Çukurova Bölgesi ikinci ürün koşullarında yetiştirilen 8 tescilli çeşit ve 73 soya [Glycine max (L.)] ileri hattında tohum morfolojik özellikleri ile verim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bu doğrultuda umut vadeden genotiplerin seçilmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada tohum alanı, çevre uzunluğu, uzunluk, genişlik, uzunluk/genişlik oranı, 100 tohum ağırlığı ve tohum verimi incelenmiştir. İki yılın bulguları değerlendirildiğinde, genotipler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Tohum alanı 2022'de HA1/3A (40.82 mm²), 2023'te C-3/4 (43.78 mm²) hattında en yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde C-3/4 hattı, çevre uzunluğu (25.31 mm), uzunluk (8.13 mm) ve genişlik (6.86 mm) bakımından öne çıkarken; uzunluk/genişlik oranında 2022'de HA1/2 (1.21) ve 2023'te HA9/22 (1.26) değerleri dikkat çekmiştir. Verim özelliklerinde, 100 tohum ağırlığı 19.65 g ile ve tohum verimi 447.50 kg/da ile B-2/27 hattında en yüksek belirlenmiştir. Varyans analizleri, özellikle uzunluk/genişlik oranı, 100 tohum ağırlığı ve verimde genotipler arasında anlamlı farklılıklar ($p<0.05$, $p<0.001$) olduğunu ortaya koymuştur. Korelasyon analizleri, tohum morfolojik özellikleri arasında güçlü pozitif ilişkiler bulunmasına karşın, bu özelliklerle verim arasındaki ilişkilerin zayıf olduğunu göstermiştir. Bu durum, morfolojik özelliklerin yüksek kalıtım derecesine sahip ve muhtemelen benzer genom bölgelerinden kontrol edilen karakterler olduğunu, verimin ise poligenik yapısı ve çevresel koşullardan etkilenmesi nedeniyle doğrudan seleksiyonla iyileştirilmesinin güç olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, C-3/4 ve HA1/3A hatları morfolojik özellikleriyle, B-2/27 hattı yüksek verim ve tohum ağırlığıyla, HA9/22 hattı ise kalite parametreleriyle ikinci ürün koşullarında öne çıkan aday genotipler olarak belirlenmiştir. Bulgular, bölgeye uygun yüksek verimli ve kaliteli hatların geliştirilmesi açısından önemli bir kaynak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Soya fasulyesi, ikinci ürün, tohum özellikleri, 100 tohum ağırlığı, verim

---

[1] Sorumlu Yazar, Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye, mihriban.tas911@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-4453-9699

[2] Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, zainnisar46@gmail.com

[3] Department of Agriculture Biotechnology, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey

[4] Ar. Gör., Department of Agriculture Biotechnology, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, melikebicici@cu.edu.tr, https://orcid.org/ 0009-0002-3066-4222

[5] Prof. Dr., Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Turkey, hozkan@cu.edu.tr, https://orcid.org/ 0000-0003-3530-2626

Abstract

Soybean (Glycine max L. Merr.) is an essential oilseed cash crop grown worldwide and consumed as protein, oil, and food by humans and feed by animals. Seed size (length, width, thickness, weight) and shape (length/width ratio, etc.) are key morphological traits that play an important role in determining both yield and quality. Therefore, this study was conducted to investigate the relationships between seed morphology and yield traits in 8 commercial cultivars and 73 advanced soybean [Glycine max (L.)] lines grown as a second crop under Cukurova conditions. Seed parameters including seed area, perimeter, length, width, 100-seed weight, and seed yield were evaluated across two years.The largest seed area was observed in HA1/3A (40.82 mm²) in 2022 and in C-3/4 (43.78 mm²) in 2023. C-3/4 also exhibited the highest perimeter (25.31 mm), length (8.13 mm), and width (6.86 mm). The highest length/width ratio was recorded in HA9/22 (1.26) in 2023. The greatest yield and 100-seed weight were obtained from B-2/27 (447.50 kg/da; 19.65 g). Analysis of variance revealed significant differences among genotypes (p < 0.05, p < 0.001), particularly for length/width ratio, 100-seed weight, and yield. Correlation analyses showed strong positive associations among seed morphological traits but weak relationships between these traits and yield parameters. This indicates that morphological traits are highly heritable and likely controlled by the same or closely linked genomic regions, whereas yield, due to its polygenic nature and sensitivity to environmental conditions, is difficult improve through direct selection.In conclusion, C- 3/4 and HA1/3A were superior in terms of morphological traits, B-2/27 showed high yield potential, and HA9/22 stood out with its length/width ratio. These genotypes represent promising candidates for second-crop soybean production and breeding programs.

Keywords: Soybean, second crop, seed morphology, 100-seed weight, yield

GİRİŞ

Soya fasulyesi (Glycine max L.), Fabaceae (baklagiller) familyasına ve Glycine cinsine ait, küresel ölçekte ekonomik ve stratejik öneme sahip bir tarım ürünüdür. Kültür formları, yabani tür Glycine soja'dan türetilmiş olup, binlerce yıllık tarım geçmişine sahiptir ve özellikle Çin'de beş kutsal bitkiden biri olarak kabul edilmektedir (Schuchert, 1992). 2022 yılı itibarıyla dünya genelinde yaklaşık 136 milyon hektar alanda yetiştirilen soya fasulyesi, küresel yağlı tohum üretiminin önemli bir bölümünü sağlamaktadır; üretimin %85'inden fazlası Brezilya, ABD, Arjantin ve Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (USDA, 2023).

Soya fasulyesi, yüksek protein ve yağ içeriği sayesinde hem gıda hem de sanayi ürünlerinin temel hammaddesini sağlar (Lam vd., 2010; Kumawat vd., 2016). Türkiye'de üretim sınırlı olmakla birlikte, özellikle Akdeniz Bölgesi ve Çukurova Havzası'nda yoğunlaşmakta ve çoğunlukla buğday sonrası ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023; TÜİK, 2023).

Soya fasulyesi çeşitleri olgunlaşma gruplarına ve fotoperiyot tepkilerine göre sınıflandırılır (Ort vd., 2022; Xu vd., 2013). Türkiye koşullarında 0–IV olgunluk gruplarına ait çeşitler başarıyla yetiştirilebilmekte olup, ikinci ürün koşullarında özellikle III ve IV grupları daha yüksek uyum ve verim potansiyeline sahiptir (Babaoğlu, 2005; Kireker, 2018). Bir baklagil olarak soya, Bradyrhizobium japonicum aracılığıyla biyolojik azot fiksasyonu gerçekleştirir, toprak verimliliğini artırır ve ekim nöbetinde stratejik bir rol oynar (Herridge & Danso, 1995; Anonim, 2021g; Şehirali vd., 2009).

Çukurova koşullarında yapılan tarla denemeleri, ekim zamanı ve çeşit seçiminin verim üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Sevilmiş (2019), Adana'da farklı olgunluk gruplarına ait sekiz soya çeşidini dört ekim zamanında değerlendirerek, ekim gecikmesiyle fenolojik dönemlerin kısaldığını ve tane veriminin azaldığını bildirmiştir. İlk ekim zamanında Blaze (532.2 kg/da) ve Atakişi (512.4 kg/da) en yüksek verimi verirken, ikinci ürün koşullarında Arısoy (424.7 kg/da) öne çıkmıştır. Benzer şekilde, Kim vd. (2022) 589

genotipi dokuz farklı tohum morfolojik özelliği açısından değerlendirmiş, tane alan büyüklüğünün 13.69–55.31 mm², tane uzunluğunun 4.74–10.50 mm, tane genişliğinin 3.10–7.80 mm ve 100 tohum ağırlığının 5.04–40.52 g arasında değiştiğini rapor etmiştir. Bu bulgular, genotipler arasında önemli varyasyon olduğunu ve tohum morfolojik özelliklerinin seleksiyon çalışmalarında değerli kriterler olduğunu göstermektedir.

Tohum büyüklüğü çok sayıda gen tarafından kontrol edilen kantitatif bir özellik olup, çevresel faktörlerle de sınırlandırılmaktadır (Li vd., 2022). Ayrıca, tohum büyüklüğü ile 100 tohum ağırlığı arasında güçlü bir korelasyon bulunmakta, bu özellik yalnızca verimin temel bileşenlerinden biri değil, aynı zamanda morfolojik özellikleri etkileyen önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Li vd., 2019). Soya tohum özellikleri arasında tohum uzunluğu, tohum genişliği, tohum kalınlığı ve 100 tohum ağırlığı yer almakta; bunlardan tohum uzunluğu, genişliği ve kalınlığı doğrudan tohum büyüklüğü ile ilişkili iken, 100 tohum ağırlığı da tohum büyüklüğüyle yakından bağlantılıdır (Salas vd., 2006 ; Liang vd., 2016).

Soya ıslahında temel amaç, tohum verimini artırmak ve tohum görünüm kalitesini iyileştirmektir. Birim alandan elde edilen tohum verimi, birim alandaki tohum sayısı ile tohum ağırlığının çarpımıdır. Tohum büyüklüğü, tohum ağırlığı ile yüksek düzeyde ilişkili olup, verim artışı için öncelikli ıslah hedeflerinden biri olarak görülmektedir (Xu vd., 2011; Li vd., 2019).Tohum büyüklüğüyle ilişkili özellikler arasında tane uzunluğu (SL), tane genişliği (SW), tane kalınlığı (ST) ve tek tohum ağırlığı (SSW) yer alırken; tohum şekliyle ilişkili özellikler ise uzunluk/genişlik oranı (SLW), uzunluk/kalınlık oranı (SLT) ve genişlik/kalınlık oranıdır (SWT). Bu morfolojik karakterler, soya tohumunun hem görünüm kalitesini hem de verimini belirleyen önemli özelliklerdir (Xu vd., 2011; Hina vd., 2020).Tohum büyüklüğü yalnızca önemli bir verim bileşeni değil (Zhang vd., 2016), aynı zamanda ıslah ve pazar tercihi için bir hedeftir (Xu vd., 2011). Soya fasulyesinde tohum büyüklüğü karakteri poligeniktir ve protein ve yağ içeriği, kalite ve görünüm gibi tohum bileşimini belirler (Hu vd., 2013, Sharma vd., 2014). Tohum büyüklüğü ve ağırlığı, genotip × çevre etkileşimlerinden büyük ölçüde etkilenir (Gill vd., 2020). Ayrıca, farklı soya bazlı gıda ürünleri belirli tohum iriliği ve şekli gerektirmektedir (Cui vd., 2004). Örneğin, iri tohumlu soya çeşitleri yeşil soya (*edamame*), haşlanmış soya (*nimame*), soya sütü, soya fıstığı ve soya peyniri (tofu) üretiminde kullanılmaktadır. Buna karşılık, küçük tohumlu çeşitler natto ve soya filizi üretimi için tercih edilmektedir (Liang vd., 2016; Teng vd., 2017; Wu vd., 2018).

Bu çalışmanın amacı, Çukurova Bölgesi ikinci ürün koşullarında yetiştirilen soya (Glycine max L.) genotiplerinde tohum morfolojik özellikleri ile verim arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Literatürde genellikle 100 tohum ağırlığı üzerinden yapılan değerlendirmeler bulunmasına karşın, bu parametre tek başına tohum boyutunu tam olarak yansıtmamaktadır (Tumpa vd., 2021). Bu nedenle çalışmada tohum büyüklüğü, yalnızca ağırlık temelinde değil; aynı zamanda tohum alan boyutu, tohum uzunluğu, tohum genişliği ve uzunluk/genişlik oranı gibi farklı morfolojik ölçütlerle değerlendirilmiştir. Böylece, gerçek tohum boyutunu daha iyi yansıtan bu ölçümlerin verim parametreleri ile ilişkisi ortaya konmuş; yüksek kalıtım derecesine sahip morfolojik özelliklerin dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği ve Çukurova koşullarında yüksek verimli aday hatların belirlenmesine olanak sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

1. YÖNTEM

1.1. Bitki Materyali

Bu çalışmada, Atlas Tohum Ziraat Ltd. Şti.'nin ıslah programında geliştirilen 73 ileri hat, 8 ticari soya çeşidi olmak üzere toplam 81 genotip bitki materyali kullanılmıştır. Genotiplerin listesi detaylı olarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan genotiplere ait liste

Sıra No	Genotip_Adı	Genetik Materyal	Orjin	Olgunlaşma Grubu
1	ADEL	Çeşit	Adana, Türkiye	3.8
2	AMİRAL	Çeşit	ABD	3.5
3	ARISOY	Çeşit	Adana, Türkiye	3.6
4	B-2/18	Hat	Adana, Türkiye	3.4
5	B-2/20	Hat	Adana, Türkiye	3.4
6	B-2/26	Hat	Adana, Türkiye	3.4
7	B-2/27	Hat	Adana, Türkiye	3.4
8	B-2/31	Hat	Adana, Türkiye	3.4
9	B-2/33	Hat	Adana, Türkiye	3.6
10	C-3/10	Hat	Adana, Türkiye	3.6
11	C-3/4	Hat	Adana, Türkiye	3.6
12	E-5/3	Hat	Adana, Türkiye	3.6
13	E-5/4	Hat	Adana, Türkiye	3.6
14	F-6/5	Hat	Adana, Türkiye	3.8
15	H-7/2	Hat	Adana, Türkiye	3.8
16	H-7/4	Hat	Adana, Türkiye	3.9
17	HA1/2	Hat	Adana, Türkiye	3.6
18	HA1/20	Hat	Adana, Türkiye	3.6
19	HA1/25	Hat	Adana, Türkiye	3.6
20	HA1/28	Hat	Adana, Türkiye	3.6
21	HA1/32	Hat	Adana, Türkiye	3.6
22	HA1/3A	Hat	Adana, Türkiye	3.6
23	HA1/3B	Hat	Adana, Türkiye	3.6
24	HA11/1	Hat	Adana, Türkiye	3.7
25	HA11/4	Hat	Adana, Türkiye	3.7
26	HA11/5	Hat	Adana, Türkiye	3.7
27	HA11/6	Hat	Adana, Türkiye	3.5
28	HA11/7	Hat	Adana, Türkiye	3.7
29	HA12/4	Hat	Adana, Türkiye	3.6
30	HA13/1	Hat	Adana, Türkiye	3.6
31	HA14/1	Hat	Adana, Türkiye	3.6
32	HA2/11	Hat	Adana, Türkiye	3.6
33	HA2/16	Hat	Adana, Türkiye	3.6
34	HA2/19	Hat	Adana, Türkiye	3.6
35	HA2/23	Hat	Adana, Türkiye	3.8
36	HA2/24	Hat	Adana, Türkiye	3.6
37	HA2/25	Hat	Adana, Türkiye	3.6
38	HA2/30	Hat	Adana, Türkiye	3.8
39	HA2/34	Hat	Adana, Türkiye	3.8
40	HA2/37	Hat	Adana, Türkiye	3.6
41	HA2/5	Hat	Adana, Türkiye	3.6
42	HA3/1	Hat	Adana, Türkiye	3.5
43	HA3/3	Hat	Adana, Türkiye	3.5

44	HA3/4	Hat	Adana, Türkiye	3.7
45	HA3/8	Hat	Adana, Türkiye	3.8
46	HA3/9	Hat	Adana, Türkiye	3.7
47	HA4/3	Hat	Adana, Türkiye	3.7
48	HA4/6	Hat	Adana, Türkiye	3.7
49	HA4/7	Hat	Adana, Türkiye	3.7
50	HA4/8	Hat	Adana, Türkiye	3.7
51	HA5/1	Hat	Adana, Türkiye	3.8
52	HA5/2	Hat	Adana, Türkiye	3.8
53	HA5/5	Hat	Adana, Türkiye	3.8
54	HA6/2	Hat	Adana, Türkiye	3.6
55	HA6/4	Hat	Adana, Türkiye	3.6
56	HA7/1	Hat	Adana, Türkiye	3.6
57	HA7/3	Hat	Adana, Türkiye	3.6
58	HA7/5	Hat	Adana, Türkiye	3.6
59	HA9/17	Hat	Adana, Türkiye	3.7
60	HA9/20	Hat	Adana, Türkiye	3.6
61	HA9/22	Hat	Adana, Türkiye	3.6
62	HA9/26	Hat	Adana, Türkiye	3.6
63	HA9/5	Hat	Adana, Türkiye	3.6
64	HELL1	Hat	Adana, Türkiye	3.8
65	HELL2	Hat	Adana, Türkiye	3.8
66	L-10/3	Hat	Adana, Türkiye	3.6
67	L-10/4	Hat	Adana, Türkiye	3.8
68	LİDER	Çeşit	ABD	3.9
69	M-11/3	Hat	Adana, Türkiye	3.7
70	M-11/5	Hat	Adana, Türkiye	3.7
71	MONA	Çeşit	İtalya	3.6
72	MRC2015-1	Hat	Mersin, Türkiye	3.4
73	N-12/1	Hat	Adana, Türkiye	3.6
74	N-12/2	Hat	Adana, Türkiye	3.8
75	N-12/3	Hat	Adana, Türkiye	3.8
76	ÖZHAN-2	Hat	Adana, Türkiye	3.8
77	ÖZHAN-3	Hat	Adana, Türkiye	3.8
78	PG-3208	Çeşit	Hatay, Türkiye	3.6
79	PG-4010	Çeşit	Hatay, Türkiye	4
80	PNR-2	Hat	Adana, Türkiye	3.4
81	RACER	Çeşit	Adana, Türkiye	3. 9

1.2. Tarla Denemeleri

Denemeler, 2022 ve 2023 yıllarında Mersin ili Tarsus ilçesi Çiçekli Köyü'nde bulunan Atlas Tohum Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür. Denemeler, 9×9 alfa latis deneme deseninde, iki tekerrürlü olarak kurulmuş; parseller 5 m uzunluğunda ve 4 sıralı (70 cm sıra arası, 4 cm sıra üzeri) olacak şekilde düzenlenmiştir. Ekimler her iki yılda da 07 Temmuz, hasatlar ise Ekim ayı sonunda gerçekleştirilmiştir.

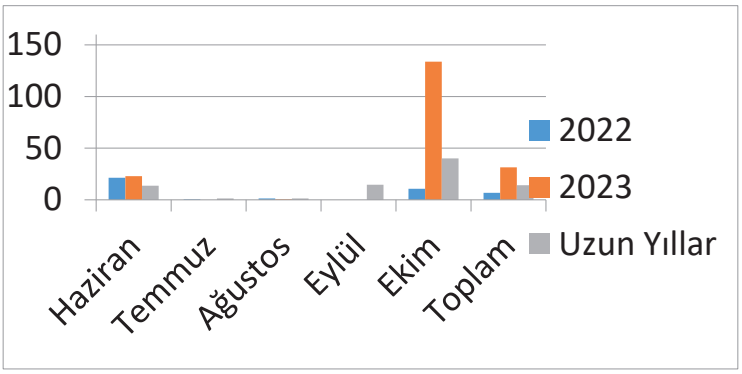
Deneme toprağı killi-tınlı bünyeli, yüksek kireçli (%19), hafif alkali (pH 7.8–7.9) olup organik madde ve fosforca fakir, potasyumca zengin bulunmuştur. Ekim öncesinde tohumlar *Bradyrhizobium japonicum* ile aşılanmış ve tabana 20:20:0 kompoze gübre (5 kg/da saf N ve 5 kg/da P_2O_5) uygulanmıştır. Araştırma alanı Akdeniz iklimi etkisi altındadır. 2022'de yetiştirme dönemi oldukça kurak geçmiş (toplam yağış 6,8 mm), 2023 yılında ise özellikle Ekim ayında düşen yağışla toplam yağış 31,5 mm'ye ulaşmıştır. Ortalama sıcaklıklar iki yıl arasında benzer seyretmiş, nispi nem ise 2023 yılında daha yüksek gerçekleşmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Denemenin yürütüldüğü yıllar içerisindeki yetiştirme dönemleri ve bu dönemlerle ilgili uzun yıllar ortalaması iklim verileri

Yetiştirme Dönemini Kapsayan Aylar						
Yıllar	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Ortalama**
		Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)				
2022	32,5	35,86	34,97	34,05	30,84	33,64
2023	31,88	36,29	35,75	34,2	31,65	33,95
Uzun yıllar	33,31	34,77	36,09	34,55	31,08	33,96
		Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)				**Ortalama**
2022	19,32	20,8	22,26	18,84	14,68	19,18
2023	18,37	21,09	22,93	19,21	15,47	19,41
Uzun yıllar	18,35	21,21	21,72	18,47	13,66	18,68
		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)				**Ortalama**
2022	25,7	28,15	28,29	25,62	21,68	25,89
2023	25,05	28,64	29,05	26,01	22,11	26,17
Uzun yıllar	25,21	27,92	28,29	25,95	21,4	25,75
		Aylık Ortalama Nispi Nem (%)				**Ortalama**
2022	67,70	65,11	67,98	64,22	58,39	64,68
2023	67,17	62,66	70,2	65,78	66,5	66,46
Uzun yıllar	73,75	74,53	74,3	70,47	65,06	71,62
		Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m²)				**Toplam**
2022	21,40	0,50	1,30	0	10,70	6,84
2023	22,90	0	0,60	0	133,80	31,46
Uzun yıllar	13,61	1,30	1,36	14,59	40,07	14,19

Kaynak: Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü

Şekil 1. 2022 ve 2023 yılı yağış verileri



1.3. İncelenen Özellikler

100 tohum ağırlığı (g) için her parselden 3 tekrarlama ile rastgele alınan 100 adet tohum tartılarak ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Verim (kg/da) değerleri her parselden elde edilen tohum miktarı tartılıp, dekara verim hesaplanmıştır. Tohum özelliklerinin belirlenmesi için her parselden hasat edilen ve elle harmanlanan tohumlardan, üç tekrarlamalı olarak 30 adet tohum seçilmiş ve aşağıdaki özellikler "SmartGrain ver.12" programı kullanılarak ölçülmüştür (Yoshioka vd., 2019). Ölçümü yapılan tohum özellikleri sırasıyla; tohum alan büyüklüğü (mm^2), tohum çevre uzunluğu (mm), tohum uzunluğu (mm), tohum genişliği (mm), uzunluk/genişlik oranı olarak kaydedilmiştir.

1.4. İstatistiksel Analiz

Fenotipik verilere ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Genotipler arasındaki varyasyonun değerlendirilmesi amacıyla ANOVA analizi, 9×9 alfa latis deneme desenine göre "Biometria no R; version 101" paket programı ile gerçekleştirilmiştir (Bhering & Rbio, 2017). İncelenen özellikler arasındaki korelasyon analizi ve grafiklerin çizimi için JASP (Version 0.11.1) programı kullanılmıştır (Team, 2019).

2. BULGULAR

2.1. 81 Adet Soya Fasulyesi Genotipinin Tohum Özellikleri ve Verim Parametreleri Açısından Değerlendirilmesi

2022 ve 2023 yıllarına ait soya genotiplerinin verim ve tohum özelliklerine ait minumum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. 2022 ve 2023 yıllarında incelenen özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler

Özellik	**Yıl**	**Minu-mum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
Tohum Alan Boyutu (mm²)	2022	20.63	40.82	30.10	4.21
	2023	16.78	43.78	33.88	3.14
Tohum Çevre Uzunluğu (mm)	2022	17.26	24.43	20.82	1.49
	2023	15.31	25.31	22.00	1.16
Tohum Uzunluğu (mm)	2022	5.55	7.80	6.67	0.46
	2023	5.11	8.13	7.18	0.35
Tohum Genişliği (mm)	2022	4.77	6.75	5.73	0.38
	2023	4.37	6.86	6.12	0.28
Uzunluk/Genişlik Oranı	2022	1.13	1.21	1.16	0.016
	2023	1.09	1.26	1.17	0.026
100 Tohum Ağırlığı (g)	2022	12.97	19.21	15.41	1.19
	2023	12.06	19.65	14.88	1.33
Tohum Verimi (kg/da)	2022	223.57	447.50	311.79	41.51
	2023	180.36	323.21	251.21	25.31

Çalışmada incelenen soya genotiplerinin tohum özellikleri yıllara göre farklılık göstermiştir**.** Tohum alan boyutu**,** 2022'de 20.63–40.82 mm² arasında değişirken ortalama 30.10 mm² bulunmuştur; 2023 yılında ise bu değerler daha geniş bir aralıkta (16.78–43.78 mm²) değişmiş ve ortalama artarak 33.88 mm² olmuştur. Benzer şekilde**,** tohum çevre uzunluğu 2022'de 20.82 mm iken 2023'te 22.00 mm'ye yükselmiştir.

Tohum uzunluğu ve genişliği bakımından 2023 yılında ortalama değerlerin 2022'ye göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Uzunluk/genişlik oranı her iki yılda da birbirine yakın olmakla birlikte 2023 yılında varyasyonun daha geniş olduğu (SS=0.026) dikkati çekmektedir.

100 tohum ağırlığı**,** 2022 yılında ortalama 15.41 g iken 2023'te 14.88 g'a gerilemiştir. En belirgin farklılık tohum verimi özelliğinde görülmüş; 2022 yılında ortalama 311.79 kg/da olan verim, 2023 yılında 251.21 kg/da olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. 2022 ve 2023 yıllarında soya genotiplerine ait tohum özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Özellik	**F değeri (2022)**	**P değeri (2022)**	**CV (%) (2022)**	**F değeri (2023)**	**P değeri (2023)**	**CV (%) (2023)**
Tohum Alan Boyutu	1.2291	0.1871	17.87	3.9415	6.952e-09 ***	6.60
Tohum Çevre Uzunluğu	1.2481	0.1698	9.06	3.2392	4.492e-07 ***	4.14
Tohum Uzunluğu	1.2427	0.1746	8.85	5.7251	8.114e-13 ***	2.95
Tohum Genişliği	1.1404	0.2860	8.97	4.6074	1.86e-10 ***	3.02
Uzunluk/Genişlik Oranı	1.6791	0.01313 *	1.45	5.4753	2.566e-12 ***	1.29
100 Tohum Ağırlığı	6.9569	4.373e-15 ***	4.16	1.3462	0.1002	10.68
Tohum Verimi	6.7967	2.18e-12 ***	7.05	0.8933	0.6893	14.55

’***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ‘ 1

2022 yılında, genotipler arasında özellikle uzunluk/genişlik oranı ($p<0.05$), 100 tohum ağırlığı ($p<0.001$) ve tohum verimi ($p<0.001$) açısından anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Buna karşın, tohum alan boyutu, çevre uzunluğu, tane uzunluğu ve tane genişliği bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

2023 yılında ise, tohum alan boyutu, çevre uzunluğu, tane uzunluğu, tane genişliği ve uzunluk/genişlik oranı gibi morfolojik özelliklerde genotipler arasında yüksek derecede anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.001$). Ancak aynı yıl içinde 100 tohum ağırlığı ($p=0.1002$) ve tohum verimi ($p=0.6893$) özellikleri genotipler arasında farklılık göstermemiştir.

Bu sonuçlar, tohum morfolojik özelliklerinin genetik kontrol altında daha stabil olduğunu, buna karşılık verim ve 100 tohum ağırlığının çevresel faktörlerden (sıcaklık ve yağış koşullarından) daha güçlü şekilde etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Soyada tohum iriliği ve kalite özellikleri, genetik ile çevresel faktörlerin etkileşimiyle şekillenen kompleks ve kantitatif karakterlerdir. Ebeveyn–populasyon karşılaştırmalarında, CJC2’nin tohum uzunluğu ve uzunluk/genişlik oranında; YSX2’nin ise 100 tohum ağırlığı ve tohum genişliğinde daha yüksek değerlere sahip olduğu; F_2 populasyonunda ise 100 tohum ağırlığının 16.71–36.50 g, tohum uzunluğunun 6.81–11.96 mm, tohum genişliğinin 5.14–9.14 mm ve uzunluk/genişlik oranının 1.07–1.53 aralığında yayıldığı bildirilmiştir (Gao vd., 2024). Farklı bir çalışmada 25 genotipte tohum alanı 31.94–51.72 mm^2, bitki başına verim 20.9–45.2 g bulunmuş; tohum iriliği ile 100 tohum ağırlığı ve verim arasında anlamlı pozitif ilişkiler saptanarak tohum büyüklüğü güvenilir bir seleksiyon kriteri olarak önerilmiştir (Ray vd., 2022). 281 genotipin üç çevrede incelendiği başka bir araştırmada, tohum uzunluğu 5.35–10.30 mm, genişlik 4.37–8.77 mm, kalınlık 2.55–7.23 mm aralığında değişmiş, sürekli dağılım ve orta düzey CV değerleri bu özelliklerin çok genli (poligenik) yapısını desteklemiştir (Zhang vd., 2024). Ayrıca yıllar arası değerlendirmelerde uzunluk, genişlik ve kalınlık gibi morfolojik ölçütlerin geniş aralıklarda değiştiği ve ortalamaların 7.58 mm (SL),

5.70 mm (SW) ve 4.83 mm (ST) düzeylerinde seyrettiği rapor edilmiştir (Kumawat & Xu, 2021).

2.2. 81 Soya Fasulyesi Genotipi İçin Tohum Özellikleri Ve Verim Parametreleri Açısından Korelasyon Analizi

2022 yılında tohum alan boyutu (AB), çevre uzunluğu (CU), tane uzunluğu (DU) ve tane genişliği (DG) arasında çok yüksek ve pozitif korelasyonlar ($r > 0.95$, $p < 0.001$) tespit edilmiştir. Bu durum, tane büyüklüğü ile ilgili ölçümlerin birbiriyle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık verim (kg da^{-1}) ile bu özellikler arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir.

2023 yılında da benzer şekilde AB, CU, DU ve DG arasındaki ilişkiler güçlü kalmış, ayrıca DU–UGO ($r = 0.299$, $p < 0.01$) ve DG–TA ($r = 0.239$, $p < 0.05$) çiftlerinde anlamlı pozitif korelasyonlar ortaya çıkmıştır. Ancak her iki yılda da tohum verimi ile diğer özellikler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Bu sonuçlar, tohum boyutu ve şekline ilişkin morfolojik özelliklerin birbirini tamamlayan ölçütler olduğunu, fakat bu özelliklerin doğrudan verimi açıklamada sınırlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. 2022 ve 2023 yıllarında soya genotiplerine ait tohum özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

Özellikler Arası İlişkiler		**2022**	**2023**
Tohum Alan Boyutu	Tohum Çevre Uzunluğu	0.994***	0.974***
Tohum Alan Boyutu	Tohum Uzunluğu	0.994***	0.959***
Tohum Alan Boyutu	Tohum Genişliği	0.969***	0.906***
Tohum Alan Boyutu	Uzunluk/Genişlik Oranı	-0.078	0.234*
Tohum Alan Boyutu	100 Tohum Ağırlığı	-0.036	0.132
Tohum Alan Boyutu	Tohum Verimi	0.110	0.071
Tohum Çevre Uzunluğu	Tohum Uzunluğu	0.997***	0.942***
Tohum Çevre Uzunluğu	Tohum Genişliği	0.966***	0.910***
Tohum Çevre Uzunluğu	Uzunluk/Genişlik Oranı	-0.045	0.170
Tohum Çevre Uzunluğu	100 Tohum Ağırlığı	-0.038	0.136
Tohum Çevre Uzunluğu	Tohum Verimi	0.113	0.068
Tohum Uzunluğu	Tohum Genişliği	0.958***	0.888***
Tohum Uzunluğu	Uzunluk/Genişlik Oranı	0.001	0.299**
Tohum Uzunluğu	100 Tohum Ağırlığı	-0.039	0.123
Tohum Uzunluğu	Tohum Verimi	0.102	0.085
Tohum Genişliği	Uzunluk/Genişlik Oranı	-0.194	-0.035
Tohum Genişliği	100 Tohum Ağırlığı	-0.035	0.239*
Tohum Genişliği	Tohum Verimi	0.099	0.045
Uzunluk/Genişlik Oranı	100 Tohum Ağırlığı	0.010	-0.068
Uzunluk/Genişlik Oranı	Tohum Verimi	0.008	-0.060
100 Tohum Ağırlığı	Tohum Verimi	0.095	0.027

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Her iki yılda da tohum alanı, çevre uzunluğu, tane uzunluğu ve genişliği arasında güçlü pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Buna karşılık verim ile bu morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler zayıf kalmıştır. Bu durum, morfolojik özelliklerin yüksek kalıtım derecesine sahip olduğunu, ancak verimin çevresel faktörlerden daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen soya genotiplerinde, tohum morfolojik özellikleri ile verim bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Morfolojik özellikler her iki yılda da istikrarlı sonuçlar verirken, verim ve 100 tohum ağırlığı çevresel koşullardan daha fazla etkilenmiştir. 2022 yılında verim ortalaması 311,79 kg/da ile 2023 yılından (251,21 kg/da) daha yüksek bulunmuş, bu durum özellikle 2023 yılında görülen yüksek yağışın olgunlaşma dönemini olumsuz etkilemesinden kaynaklanmıştır.

Genotipler arasında C-3/4 ve HA1/3A hatları tohum alanı, uzunluğu ve genişliği ile; HA9/22 uzunluk/genişlik oranı ile; B-2/27 ise yüksek 100 tohum ağırlığı ve verim değerleriyle öne çıkmıştır. Ayrıca HA1/28 ve HA3/8 hatları da verim potansiyeli bakımından dikkate değer bulunmuştur. Bu hatlar, ikinci ürün koşullarında aday genotipler olarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, tohum morfolojik özelliklerinin genetik kontrol altında ve yüksek kalıtımlı olduğunu, buna karşın verimin poligenik yapısı nedeniyle çevresel koşullardan güçlü biçimde etkilendiğini göstermektedir. Dolayısıyla, morfolojik özellikler dolaylı seleksiyon kriterleri olarak kullanılabilirken, verim gibi karmaşık karakterlerin geliştirilmesinde QTL haritalama, GWAS ve marker destekli seleksiyon gibi moleküler yaklaşımların kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Anonim, (2021g). Soya yetiştiriciliği. http://tarimsalistatistik.com/trTR/Sayfa/soyayetistiriciligi

Babaoğlu, M., (2005). Soya çeşidi seçimi ve olgunluk gruplarının adaptasyona etkisi. *Tarla Bitkileri Sempozyumu*, 23 Mayıs, Hatay.

Cui, C. X., and Xuan, Y. N. (2007). Analysis of the factors affecting soybean trade in China and suggestions of strategies. World Agric. 29, 7–10.

Cui, Z., James, A., Miyazaki, S., Wilson, R.F., & Carter, T.E., (2004). Breeding specialty soybeans for traditional and new soyfoods. In: Liu, K. (Ed.), *Soybeans as Functional Foods and Ingredients*. AOCS Press, pp. 74–332.

Gao, W., Ma, R., Li, X., Liu, J., Jiang, A., Tan, P., Xiong, G., Du, C., Zhang, J., Zhang, X., Fang, X., Yi, Z., & Zhang, J. (2024). Construction of genetic map and QTL mapping for seed size and quality traits in soybean (*Glycine max* L.). *International Journal of Molecular Sciences, 25*(5), 2857. https://doi.org/10.3390/ijms25052857

Herridge, D.F., & Danso, S.K.A., (1995). Enhancing crop legume N_2 fixation through selection and breeding. In: *Management of Biological Nitrogen Fixation for the Development of More Productive and Sustainable Agricultural Systems*, Springer, pp. 51–82.

Hina, A., Cao, Y., Song, S., Li, S., Sharmin, R. A., Elattar, M. A., et al. (2020). High-Resolution mapping in two RIL populations refines major "QTL Hotspot" regions for seed size and shape in soybean (Glycine max L.). Int. J. Mol. Sci. 21:1040. doi: 10.3390/ijms21031040

Hu, Z., Zhang, H., Kan, G., Ma, D., Zhang, D., Shi, G., Hong, D., Zhang, G., Yu, D., (2013). Determination of the genetic architecture of seed size and shape via linkage and association analysis in soybean (*Glycine max* L. Merr.). Genetica 141, 247–254. https://doi.org/10.1007/ s10709-013-9723-8

Kıreker, Ö., (2018). Adana, Hatay ve Şanlıurfa koşullarında bazı soya çeşitlerinin ikinci ürün olarak performanslarının değerlendirilmesi. *Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 65–72.

Kumawat, G., & Xu, D. (2021). A major and stable quantitative trait locus qSS2 for seed size and shape traits in a soybean RIL population. *Frontiers in Genetics, 12*, 646102. https://doi.org/10.3389/fgene.2021.646102

Li, J., Zhao, J., Li, Y., Gao, Y., Hua, S., Nadeem, M., et al. (2019). Identification of a novel seed size associated locus SW9-1 in soybean. Crop J. 7, 548–559. doi: 10.1016/j.cj.2018.12.010

Li, M.; Liu, Y.; Wang, C.; Yang, X.; Li, D.; Zhang, X.; Xu, C.; Zhang, Y.; Li, W.; Zhao, L., (2022). Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three chinese latitudes. Front. Plant Sci. 2022, 10, 1642.

Li, R.; Jiang, H.; Zhang, Z.; Zhao, Y.; Xie, J.;Wang, Q.; Zheng, H.; Hou, L.; Xiong, X.; Xin, D.; et al. Combined linkage mapping and BSA to identify QTL and candidate genes for plant height and the number of nodes on the main stem in soybean. Int. J. Mol. Sci. 2019, 21, 42.

Liang, H. Z., Li, W. D., Wang, H., and Fang, X. J. (2005). Genetic effects on seed traits in soybean. Acta Genetica Sinica 32, 1199–1204.

Liang, H., Xu, L., Yu, Y., Yang, H., Wei, D., Zhang, H., (2016). Identification of QTLs with main, epistatic and QTL by environment interaction effects for seed shape and hundred-seed weight in soybean across multiple years. *Journal of Genetics*, 95(2): 475.

Ort, N.W.W., Morrison, M.J., Cober, E.R., Samanfar, B., Lawley, Y.E., 2022. Photoperiod affects node appearance rate and flowering in early maturing soybean. *Plants*, 11(7): 871.

Ray, D. D., Sen, S., Bhattacharyya, P. K., & Bhattacharyya, S. (2022). Study on seed size variation in soybean (*Glycine max* L. Merr.) and its correlation with yield. *International Journal of Economic Plants, 9*(3), 204–209. https://doi.org/10.23910/2/2022.443a

Salas, P.; Oyarzo-Llaipen, J.C.;Wang, D.; Chase, K.; Mansur, L. Genetic mapping of seed shape in three populations of recombinant inbred lines of soybean (Glycine max (L.) merr.). Theor. Appl. Genet., (2006). 113, 1459–1466.

Schuchert, W. (1992). *Wichtige landwirtschaftlich genutzte Kulturpflanzen. Pflanzenproduktion und Biotechnologie*. Max-Planck Institut für Züchtungsforschung.

Sharma, S., Kaur, M., Goyal, R., Gill, B.S., 2014. Physical characteristics and nutritional composition of some new soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes. Journal of food science and technology 51(3), 551–557. https://doi. org/10.1007/s13197-011-0517-7

Şehirali, C., Önder, A., et al. (2009). Biyolojik azot fiksasyonu ve azotun etkisi üzerine deneme sonuçları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, *15*(2), 45–52.

Tarım ve Orman Bakanlığı Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ÇTAE). (t.y.). Soya yetiştiriciliği: Olgunluk grupları ve adaptasyon. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=60

Teng, W. L., Han, Y. P., Du, Y. P., Sun, D. S., Zhang, Z. C., Qiu, L. J., Sun, G. L., & Li, W. B. (2009). QTL analyses of seed weight during the development of soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Heredity*, *102*, 372–380. https://doi.org/10.1038/hdy.2008.132

Teng, W., Feng, L., Li, W., Wu, D., Zhao, X., Han, Y., et al. (2017). Dissection of the genetic architecture for soybean seed weight across multiple environments. Crop Pasture Sci. 68, 358–365. doi: 10.1071/cp16462

TUİK. (2021). *Türkiye İstatistik Kurumu*. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr (Erişim tarihi: 09.03.2021).

Tumpa, K., Vidakovic, A., Drvodelic, D., Sango, M., Idzojtic, M., Perkovic, I., Poljak, I., 2021. The effect of seed size on germination and seedling growth in sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Forests 12, 858. https://doi.org/10.3390/f12070858

USDA. (2023). *U.S. Department of Agriculture, Soybean*. https://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans

Wilson, D. O. Jr. (1995). "Storage of orthodox seeds," in Seed Quality: Basic Mechanisms Agricultural Implications, ed. A. S. Basra (New York, NY: Food Products Press), 173–208. doi: 10.4324/9781003075226-6

Wu, D., Zhan, Y., Sun, Q., Xu, L., Lian, M., Zhao, X., et al. (2018). Identification of quantitative trait loci underlying soybean (Glycine max [L.] Merr.) seed weight including main, epistatic and QTL_environment efiects in difierent regions of Northeast China. Plant Breed. 137, 194–202. doi: 10.1111/pbr.12574

Xu, M., Xu, Z., Liu, B., et al. (2013). Genetic variation in four maturity genes affects photoperiod insensitivity and PHYA-regulated post–flowering responses of soybean. *BMC Plant Biology*, *13*, 91. https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-91

Xu, Y., Li, H. N., Li, G. J., Wang, X., Cheng, L. G., & Zhang, Y. M. (2011). Mapping quantitative trait loci for seed size traits in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Theoretical and Applied Genetics*, *122*, 581–594. https://doi.org/10.1007/s00122-010-1468-2

Zhang, J.P., Song, Q.J., Cregan, P.B., Jiang, G.L., (2016). Genome-wide association study, genomic prediction and marker-assisted selection for seed weight in soybean (*Glycine max*). Theoretical and Applied Genetics 129, 117–130. https://doi.org/10.1007/s00122-015-2614-x

Zhang, P., Yang, Z., Jia, S., Chen, G., Li, N., Karikari, B., & Cao, Y. (2024). Genome-wide association study and candidate gene mining of seed size traits in soybean. *Agronomy, 14*(6), 1183. https://doi.org/10.3390/agronomy14061183

https://doi.org/10.71284/asc.2025240

MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARINDA KULLANICI DENEYİMİ: E-NABIZ ÜZERİNE BİR İÇERİK ANALİZİ

USER EXPERIENCE IN MOBILE HEALTH APPLICATIONS: A CONTENT ANALYSIS ON E-NABIZ

Fikret Işık[1]

Özet

Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen e-Nabız mobil sağlık uygulamasına ilişkin kullanıcı deneyimlerini analiz etmektedir. Araştırmanın amacı, kullanıcıların şikâyetlerini tematik olarak inceleyerek uygulamanın hizmet kalitesi boyutları açısından güçlü ve geliştirilmesi gereken yönlerini belirlemektir. 2025 yılı ilk altı ayı içerisinde Google Play Store'da paylaşılan 1319 kullanıcı yorumu, nitel araştırma yaklaşımıyla betimsel içerik analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kodlama süreci MaxQDA 2020 yazılımı ile uygulanmış, temalar frekans analizleriyle desteklenmiştir. Bulgular, kullanıcıların en çok güncelleme, performans sorunları, veri eksikliği, erişim hataları ve arayüz karmaşıklığı konularında yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca, veri senkronizasyonu, tahlil sonuçlarına erişim ve randevu alma modülündeki teknik aksaklıkların memnuniyeti azalttığı belirlenmiştir. Buna karşılık, test sonuçlarını görüntüleme ve reçete erişimi gibi temel işlevlerin yararlı bulunduğu saptanmıştır. Araştırma, mobil sağlık uygulamalarında kullanıcı deneyimi ile hizmet kalitesi ilişkisini sosyal pazarlama perspektifinden ele alarak literatüre katkı sağlamaktadır. Çalışma, kullanıcı odaklı tasarım, veri güvenliği ve erişilebilirlik ilkelerinin dijital hizmet kalitesi üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamakta; kullanıcı geri bildirimlerinin tasarım süreçlerine entegre edilmesinin e-Nabız'ın sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kullanıcı deneyimi, dijital hizmet kalitesi, mobil sağlık pazarlaması, e-nabız

Abstract

This study analyzes user experiences with e-Nabız, the mobile health application developed by the Ministry of Health of the Republic of Türkiye. The purpose of the research is to examine user complaints thematically and to identify the application's strengths and areas for improvement in terms of service quality dimensions. A total of 1,319 user reviews shared on Google Play Store during the first half of 2025 were evaluated using a qualitative research approach through the descriptive content analysis method. The coding process was carried out with MaxQDA 2020 software, and the identified themes were supported by frequency analyses. The findings indicate that users mainly focused on issues related to updates, performance problems, data deficiencies, access errors, and interface complexity. Moreover, technical failures in data synchronization, access to test results, and appointment scheduling were found to reduce user satisfaction. Conversely, core functions such as viewing test results and accessing prescriptions were considered useful. The study contributes to the literature by examining the relationship between user experience and service quality in mobile health applications from a social marketing perspective. It emphasizes the crucial role of user-centered design, data security, and accessibility principles in shaping digital service quality and highlights that integrating user feedback into design processes is critical for the sustainability of e-Nabız.

Keywords: User experience, digital service quality, mobile health marketing, e-nabız

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Gazipaşa MRB MYO, fikret@alanya.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5471-5381

GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, toplumların refah düzeyini ve ortalama yaşam süresini önemli ölçüde yükseltmektedir. Bununla birlikte, sağlıklı yaşam konusundaki artan farkındalık ve talepler, sağlık sektöründeki hizmet sağlayıcıların iş yükünü de giderek artırmaktadır. Bu artan beklentilere etkili biçimde yanıt verebilmek ve mevcut iş yükünü yönetebilmek amacıyla sağlık alanında teknolojiye dayalı çözümlerden yararlanma eğilimi hızla güçlenmektedir. Bu çerçevede, e-sağlık sisteminin önemli bir bileşeni olarak mobil sağlık uygulamaları günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir. Hem kamu hem de özel sektör, bu alanda büyük ölçekli yatırımlar gerçekleştirmekte; ancak yapılan yatırımların beklenen düzeyde verim ve fayda sağlamadığı gözlenmektedir.

Mobil sağlık teknolojileri, hastaların sağlık yönetiminde daha aktif roller almasına ve sağlık hizmet sağlayıcılarla ilişkilerinin güçlenmesine önemli katkılar sunmaktadır. Sistemlerin kullanımından sonra, hastaların sağlık profesyonelleriyle olan ilişkisinde olumlu etkiler gözlenmekte, ilişki merkezli bakım (relationship-centered care) yaklaşımı desteklenmekte ve bu sayede hasta kendini sağlık yönetiminde daha etkili hissetmektedir (Qudah & Luetsch, 2019).

Artan nüfus, kronik hastalıkların yaygınlaşması ve bireylerin sağlık bilincinin yükselmesi gibi nedenlerle sağlık hizmetleri talebinin artması, hizmet sunumunun etkin ve erişilebilir olmasını zorunlu kılmaktadır (Arslan & Demir, 2017, s. 18). Özellikle coğrafi olarak merkezden uzak bölgelerde yaşayan bireyler için sağlık hizmetine erişimde yaşanan güçlükler, dijital sağlık çözümlerinin önemini artırmıştır (Göde & Kuşcu, 2022, s. 38).

Dijital sağlık uygulamaları, kronik hastalık yönetiminde hasta merkezli bakıma katkı sağlayarak hastaların kendi sağlık süreçlerine aktif katılımını desteklemekte, sağlık sonuçlarını iyileştirmekte ve maliyet-etkin çözümler sunmaktadır (Morris vd., 2023).

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı tarafından 2015 yılında kullanıma sunulan e-Nabız kişisel sağlık sistemi, hastaların muayene, tetkik, tedavi ve reçete bilgileri gibi tüm sağlık geçmişine tek bir platform üzerinden erişebilmesini sağlamaktadır (İnal & Cagiltay, 2019, s. 377). Web tabanlı ve mobil erişim imkânı sunan bu sistem, sağlık hizmetlerinin hızını ve verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir (Kılıç, 2017, s. 206).

Ayrıca, 2025 itibarıyla e-Nabız kullanıcı sayısı 78,5 milyon kişiye ulaşmıştır, bu da platformun ülke genelindeki yaygın benimsenme düzeyini açıkça göstermektedir (Kadıoğlu, 2025).

Mobil sağlık uygulamaları, bu kapsamda zaman-mekân sınırlamalarını aşarak hizmet sunumunu demokratikleştirmeyi, maliyetleri düşürmeyi ve hasta merkezli bakımı desteklemeyi amaçlamaktadır (Silva vd., 2015). Bununla birlikte, geniş kullanıcı kitlesine ulaşmasına rağmen e-Nabız'ın kullanım düzeyinin ve bilinirliğinin bazı kesimlerde sınırlı olduğu, uygulamaya ilişkin deneyimlerin ve memnuniyet düzeylerinin farklılık gösterdiği bilinmektedir (Ekiyor & Çetin, 2017, s. 101). Ayrıca, kullanıcı şikâyetleri; veri eksikliği, arayüz karmaşıklığı, performans yavaşlığı ve güvenlik endişeleri gibi sistematik sorunlara işaret etmektedir (İnal & Cagiltay, 2019). Bu sorunlar, hizmet kalitesini zedelemekte ve toplumsal sağlık dönüşümünü engellemektedir.

Mobil sağlık uygulamalarının başarısı, yalnızca teknik altyapı ile değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimi, beklenti ve ihtiyaçların karşılanma düzeyi ile de yakından ilişkilidir (İnal & Cagiltay, 2019, s. 383). Bu bağlamda, kullanıcı şikâyetleri ve geri bildirimleri, hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde ve sistemin geliştirilmesinde kritik bir veri kaynağıdır. Elde edilen bu veriler, uygulamanın fonksiyonel hataları, veri bütünlüğü sorunları, performans eksiklikleri veya kullanıcı arayüzüne yönelik iyileştirme ihtiyaçlarını ortaya koyabilmektedir.

Bu çalışmada, e-Nabız mobil uygulamasına yönelik kullanıcı şikâyetlerinin içerik analizi yapılarak, hizmetin hangi yönlerde geliştirilebileceğine ilişkin öneriler sunulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın temel hipotezi, kullanıcı şikâyetlerinin sistemin geliştirilmesine yönelik önemli ipuçları barındırdığıdır.

Bu kapsamda araştırma, hem teorik açıdan kullanıcı odaklı dijital sağlık uygulamaları literatürüne katkı sağlamayı hem de uygulamaya yönelik somut iyileştirme alanlarını ortaya koyarak sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Böylece hizmet sürekliliğini tehdit eden kritik sorun alanlarını tanımlamayı, dijital sağlık ekosisteminde kullanıcı deneyimini iyileştirmeye ve mobil sağlığın sürdürülebilir yaygınlaşması için kanıt temelli öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bilimsel ve teknolojik ilerlemelerden en erken etkilenen alanlardan biri sağlık sektörüdür. Bu durum, sağlık hizmetlerinin zorunlu ve öncelikli niteliğiyle açıklanmaktadır. e-Sağlık, tıbbi bilişim, halk sağlığı ve sağlık ekonomisinin kesişiminde yer alan; internet ve dijital teknolojiler aracılığıyla geliştirilen ya da sunulan sağlık hizmetleri ile bu hizmetlere ilişkin bilgi akışını kapsayan bir alan olarak tanımlanmaktadır (Eysenbach, 2001). Literatürde eSağlık, sağlık hizmetlerinin sunumu ve yönetimini kolaylaştıran kapsamlı bir tıbbi bilişim uygulamaları bütünü olarak tanımlanmaktadır (Pagliari vd., 2005, s. 16).

e-Sağlık, bilgi ve iletişim teknolojilerinden (BİT) yararlanarak önleme, tanı, tedavi, izleme ve sağlıklı yaşam yönetimini destekleyen uygulamaları kapsamaktadır (Russo vd., 2019, s. 12). 2000'li yıllardan itibaren bu kavramla birlikte dijital mekanizmalar ve internet tabanlı sistemlerin sağlık alanında yaygınlaştığı görülmektedir (Eke vd., 2019, s. 511). Elektronik sağlık kayıtları, e-randevu ve e-reçete sistemleri, fizyolojik parametre takibine yönelik mobil uygulamalar, uzaktan sağlık hizmeti sunan tele-tıp çözümleri ve hastaların bilgi paylaşımında bulunduğu çevrimiçi topluluklar bu uygulamalara örnek oluşturmaktadır (Russo vd., 2019, s. 12).

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte e-sağlık kavramı zamanla yalnızca teknik bir yenilik olmaktan çıkıp, küresel ölçekte sağlık hizmetlerini geliştirmeye yönelik dijital bir düşünme biçimini de temsil etmeye başlamıştır (Pagliari vd., 2005). Bu dönüşümün, klinik karar süreçlerinin iyileştirilmesi, verimliliğin artırılması ve hekim-hasta iletişiminin güçlenmesi gibi olumlu sonuçlar doğurması beklenmektedir (Toygar, 2018, s. 102). Tüketici bilişim modeline dayalı kavramsallaştırmalar, hastalara pasif bilgi sunumu yerine profesyonellerle etkileşimi öne çıkararak sağlık paydaşlarını sürece aktif biçimde dahil etmektedir (Pagliari vd., 2005, s. 17). Bu dönüşüm, sağlık hizmetlerinde biyomedikal paradigma yerine hasta merkezli anlayışın benimsenmesini sağlamış; bireyin sosyal, psikolojik ve davranışsal özelliklerini sağlık sürecinin temel unsurları haline getirmiştir (Gürdap & Cengiz, 2023, s. 74). Bu doğrultuda e-sağlık, yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda hasta merkezli bakım modellerini destekleyen sosyal ve örgütsel bir dönüşüm olarak değerlendirilmektedir (McCarroll vd., 2017).

Dijital sağlık teknolojileri, özellikle dezavantajlı grupların sağlık hizmetlerine erişimindeki eşitsizlikleri azaltma potansiyeline sahiptir (Alkhuzaimi vd., 2024). Bu teknolojilerin artan kullanımı, hastaların beklentileriyle birleşerek sağlık hizmeti sunum biçimini ve profesyonel-hasta ilişkisini dönüştürmektedir (Risling vd., 2018). Ayrıca e-sağlığın, karar alma ve sorumluluk süreçlerinde profesyonelden güçlenmiş tüketiciye geçişi desteklediği belirtilmektedir (Pagliari vd., 2005, s. 17).

1.1. Dijital Sağlık ve Mobil Sağlık Uygulamaları

Teknolojinin hızlı ilerlemesi sağlık sektörünü derinden etkileyerek dijital sağlığı, hizmetlerin daha etkin, verimli ve adil sunulmasını sağlayan bir alan haline getirmiştir (Zeytun vd., 2025, s. 3). Dijital sağlık; e-sağlık, mobil sağlık, teletıp, dijital hastane ve uzaktan hizmetler gibi bileşenleri kapsayan, dijital teknolojilerin sağlık iyileştirmede kullanılmasına yönelik bir kavramdır (Kaya & Eke, 2023, s. 5).

Dijital sağlık teknolojilerinin gelişimi, sağlık sonuçlarını iyileştirmeyi, davranışları şekillendirmeyi ve sağlık hizmetlerini daha erişilebilir kılmayı amaçlamaktadır (Hashem, 2025, s. 1109; Topol, 2019, s. 1109). Bilgi teknolojilerinin özellikle mobil sağlık yoluyla sağlık hizmetlerine entegrasyonu, hizmetlerin daha erişilebilir ve uygun fiyatlı hale gelmesine katkıda bulunmaktadır (Alam vd., 2022, s. 153).

Mobil sağlık, akıllı telefonlar, tabletler ve kablosuz cihazlar aracılığıyla sağlık hizmetlerinin sunumu ve veri iletimi olarak tanımlanmaktadır (Kılıç, 2017, s. 206). Bu kapsamda, hastaların evlerinden tansiyon veya EKG ölçümlerini iletmeleri, gebelik danışmanlığı, sesli bilgilendirme hizmetleri, çevrimiçi testler ve dijital sağlık oyunları gibi uygulamalar yer almaktadır. Araştırmalar, m-sağlığın ilaç uyumu, sigarayı bırakma ve kronik hastalık yönetiminde etkili olduğunu göstermektedir (Free vd., 2013). Kullanıcılar açısından algılanan fayda ve kullanım kolaylığı uygulamaların benimsenmesinde belirleyici olmaktadır (Gagnon vd., 2016). Ayrıca, klinik ve araştırma ortamlarında bu teknolojiler, tedavi sürecini optimize eden nesnel ve sürekli veri üretme potansiyeline sahiptir (Appelboom vd., 2014).

Yeni mobil ve giyilebilir sağlık teknolojileri, sağlık maliyetlerini azaltma ve toplumsal refahı artırma potansiyeli taşımaktadır. Ancak, mobil sağlık uygulamalarının kimler için, hangi koşullarda etkili olduğunu ortaya koyacak yeterli kanıt bulunmadığından kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır (Kumar vd., 2013, ss. 228–231). Bu teknolojiler, bireylerin kendi sağlıklarını yönetmelerine olanak tanıyarak tüketici sağlığını güçlendirmekte ve hizmet kalitesi, güvenliği, erişimi ile verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır (Handel, 2011; Istepanian vd., 2006; Kay vd., 2011). Ancak test edilmemiş veya kullanıcı geri bildirimi alınmadan geliştirilen uygulamalar hedeflenen davranış değişikliğini sağlayamayabilir, güncelliğini hızla yitirebilir ve uzun vadeli etkisini zayıflatabilir (Nilsen vd., 2012; Schnall vd., 2011, s. 243; S. Kumar vd., 2013, s. 231). Bu bağlamda m-sağlığın temel işlevleri, kanıt temelli uygulamalarla bakım kalitesini artırmak, hastaları güçlendirmek ve etik, erişilebilir hizmet sunmaktır (Eysenbach, 2001; Toygar, 2018, s. 108).

Mobil sağlık, son yirmi yılda dijital sağlık dönüşümünün en yenilikçi alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Istepanian, 2022, s. 1). Küresel ölçekte mobil internet kullanıcı sayısının 2023'te 4,2 milyardan 2029'da 6,3 milyara yükselmesi beklenirken (Statista, 2024), mobil sağlık pazarının 2023'te 80,87 milyar dolardan 2030'da 861,40 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir (Pawar, 2025). 2024'ün ikinci çeyreğinde Apple App Store'da 35.000, Google Play Store'da 36.200 tıbbi uygulama bulunmaktadır (Ceci, 2025). Bu veriler, mobil sağlık alanındaki büyümenin yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, aynı zamanda kullanıcı alışkanlıklarının dijitalleşme yönünde köklü bir dönüşüm geçirdiğini de göstermektedir. Söz konusu artış, bireylerin sağlık yönetiminde daha aktif rol üstlendiği, veri temelli ve kişiselleştirilmiş hizmetlerin yaygınlaştığı bir döneme işaret etmektedir. Dolayısıyla, mobil sağlık uygulamalarındaki bu hızlı yükseliş, sağlık ekosisteminin gelecekte dijital platformlar etrafında yeniden şekilleneceğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Mobil sağlık uygulamalarının gelişmiş ülkelerde yaygınlaşması, artan sağlık maliyetleri ve geleneksel sistemlerin sınırlılıklarıyla ilişkilendirilmektedir (Alam vd., 2022, s. 153). Türkiye'de Sağlık Bakanlığı öncülüğünde e-Nabız, MHRS, RUHSAD, Hayat Eve Sığar, Neyim Var, Sporcu Sağlığı ve Türkiye Beslenme Rehberi gibi projelerle dijital sağlık sistemleri yaygınlaştırılmıştır (Zeytun vd., 2025, ss. 6-7). Bu uygulamalar, bireylerin sağlık bilgilerine anlık erişimini, sağlık durumlarını izlemesini ve profesyonellerle iletişimini kolaylaştırmaktadır. Türkiye'de kullanıcıların %93'ü bu uygulamaları cep telefonuyla kullanmakta, %97'si ise çevresine tavsiye etmektedir (Yayla & Çizmeci, 2022, s. 265).

1.2. Mobil Sağlık Uygulamalarının Sağlık Sistemlerine Etkisi

Mobil sağlık uygulamaları, bireylerin sağlık hizmetlerine zamandan ve mekândan bağımsız erişimini sağlayarak özellikle kırsal bölgelerde ve dezavantajlı gruplar arasında erişilebilirliği artırmaktadır (Tezcan vd., 2018, s. 36; Zeytun vd., 2025, s. 3). Bu dijital çözümler, uzaktan muayene ve sürekli hizmet olanaklarıyla bireylerin sağlık bilgilerine ulaşmasını, durumlarını izlemesini ve profesyonellerle iletişim kurmasını kolaylaştırmaktadır (Gündoğdu & Erkek, 2022, s. 647; Kaya & Eke, 2023, s. 6; Kıraç & Göde, 2024, s. 5). Akıllı telefon tabanlı uygulamalar, özellikle kaynak kısıtlı bölgelerde, gelişmekte olan ülkelerde ve pandemi koşullarında maliyet-etkin çözümler sunmaktadır (Alam vd., 2022, s. 153; Bashshur vd., 2020; Galetsi vd., 2023, s. 315).

Mobil sağlık uygulamaları, diyabet, hipertansiyon ve astım gibi kronik hastalıkların uzaktan izlenmesini ve ilaç takibinin düzenli yapılmasını sağlayarak sağlıklı yaşam alışkanlıklarının sürdürülmesine katkı sunmaktadır (Li vd., 2020, s. 11). Tedavi hatırlatıcıları ve kişisel sağlık kayıtları gibi işlevlerle farkındalık yaratan uygulamalar, yaşam tarzı değişikliklerini desteklemektedir (Kıraç & Göde, 2024; Özdemir & Korkmaz, 2025). Artan kronik hastalıklar ve yaşlı nüfus, bu teknolojilerin önemini artırmış; giyilebilir cihazlarla entegre mobil sağlık, egzersiz, beslenme ve uyku verilerini kaydederek kişiselleştirilmiş öneriler sunmaktadır (Wang vd., 2022). Ayrıca fiziksel aktivite, obezite, gebelikte kilo kontrolü ve psikolojik bozukluklarda etkili sonuçlar vermektedir (Chebli vd., 2016; F. Guo vd., 2019; McGovern vd., 2024).

Mobil sağlık uygulamaları, hasta-hekim etkileşimini güçlendirerek ortak karar alma süreçlerini kolaylaştırmakta ve sağlık hizmetlerine duyulan güveni artırmaktadır (Eysenbach, 2001; Zeytun vd., 2025, s. 3). Bu uygulamalar, uzaktan iletişim ve hizmet erişimi sağlayarak yüz yüze modelden dijital takibe geçişi desteklemiştir (Özdemir & Korkmaz, 2025, s. 1518; Stapelfeldt vd., 2024). Ancak yüz yüze temasın azalması "insan dokunuşu" kaybına neden olabilmekte, buna karşın uzaktan takip sistemleri sürekli iletişim sağlayarak tedaviye katılımı artırmaktadır (Bull & Ezeanochie, 2016, s. 406; Derbyshire vd., 2021).

1.3. Kullanıcı Deneyimi ve Tüketici Katılımı

Mobil sağlık uygulamaları, kullanıcıların sağlık bilgilerine erişimini kolaylaştırarak farkındalığı artırmakta ve beklentileri yükseltmektedir. Kullanıcı odaklı tasarım, ihtiyaçlara uygun çözümler geliştirerek uygulama benimsenmesini ve memnuniyeti artırmaktadır (Jannati vd., 2023; Kıraç & Göde, 2024, s. 5). Sağlık hizmetleri, geleneksel modelden teknoloji temelli, tüketici merkezli bir yapıya dönüşmektedir (Kapse & Patil, 2025, s. 46). Kullanıcı katılımı, hizmet kalitesi ve etkinliği açısından belirleyici olup, kullanıcı merkezli tasarım uygulamaların sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır (McCurdie vd., 2012; Eyles vd., 2016; Marcolino vd., 2018). Katılım; sağlık okuryazarlığı, durum takibi ve profesyonellerle iletişim becerileriyle güçlenmektedir (Gündoğdu & Erkek, 2022, s. 646; Zeytun vd., 2025, s. 7).

Mobil sağlık uygulamalarında kullanıcı deneyimi, memnuniyet ve sadakat, uygulamaların benimsenmesi üzerinde kritik rol oynamaktadır (Zeytun vd., 2025, s. 2). Algılanan kullanım kolaylığı ve fayda, memnuniyeti doğrudan etkilemektedir (Gündoğdu & Erkek, 2022, s. 647). Kullanım kolaylığı, kişiselleştirme ve veri güvenliği gibi unsurlar benimsemeyi desteklemektedir (Kaya & Eke, 2023, s. 9; Zarmpou vd., 2012). Teknoloji Kabul Modeli'ne göre algılanan fayda ve kolaylık, benimsemenin temel belirleyicileridir (Davis, 1989). Oyunlaştırma ve kişiselleştirilmiş içerik kullanıcı bağlılığını güçlendirmektedir (Baumel vd., 2019).

Mobil sağlık teknolojilerinin yaygınlaşmasındaki başlıca engeller teknik altyapı ve performans yetersizlikleridir. Entegrasyon sorunları, sistem güvenliği ve veri iletimi hataları uygulamaların etkinliğini sınırlamaktadır (WHO, 2011; 2018). Kullanıcılar bağlantı kesintileri, cihaz uyumsuzluğu ve yazılım hatalarından yakınmakta; bu durum uygulamalardan uzaklaşmaya yol açmaktadır (Kaya & Eke, 2023, s. 9). Veri güvenliği ve mahremiyet kaygıları da etkin kullanımı sınırlamaktadır (Zeytun vd., 2025, s. 8; Uluk, 2025, s. 160). Gizlilik açıkları, özellikle yaşlı kullanıcıların teknolojiye uyumunu güçleştirmektedir (Bansal vd., 2010; Sabetrohani vd., 2025, s. 1481).

Kullanıcı geri bildirimleri, mobil sağlık uygulamalarında hizmet kalitesi ve memnuniyetin temel belirleyicilerindendir (Gündoğdu & Erkek, 2022, s. 654; Kıraç & Göde, 2024, s. 5). Geri bildirimlerin dikkate alınması, kullanıcı bağlılığını ve algılanan kaliteyi artırmaktadır (Tandon vd., 2024). Dolayısıyla kullanıcı geri bildirimlerinin tasarım süreçlerine entegre edilmesi, memnuniyet ve sürdürülebilir kullanım için kritik önemdedir (Zhu vd., 2023, s. 1).

Bu bağlamda, mobil sağlık uygulamalarına yönelik kullanıcı deneyimlerinin incelenmesi, dijital sağlık hizmetlerinin geleceği açısından hem akademik hem de pratik düzeyde stratejik bir önem taşımaktadır. Özellikle e-Nabız gibi kamuya ait, geniş kullanıcı tabanına sahip platformların sürdürülebilirliği, yalnızca teknik performansla değil, kullanıcıların algıladığı hizmet kalitesi, güven ve memnuniyet düzeyiyle de

yakından ilişkilidir. Bu nedenle kullanıcı geri bildirimlerinin sistematik biçimde analiz edilmesi, hem kamu kaynaklarının etkin kullanımını hem de sağlık hizmetlerinin dijital dönüşüm sürecinde vatandaş odaklı bir modelin inşasını desteklemektedir. Bu araştırma, e-Nabız'ın mevcut durumunu kullanıcı perspektifinden değerlendirerek, Türkiye'de dijital sağlık politikalarının geliştirilmesine yönelik kanıta dayalı bir zemin sunmayı amaçlamakta; böylece mobil sağlık teknolojilerinin toplumsal kabulünü artıracak, güven temelli ve katılımcı bir sağlık ekosisteminin oluşumuna katkı sağlamayı hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada takip edilen yöntem ve gerekçeleri açıklanmaktadır.

2.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, e-Nabız mobil sağlık uygulamasına ilişkin kullanıcı şikâyetlerini analiz ederek uygulamanın kullanıcı deneyimi, teknik performans ve işlevsellik açısından güçlü ve geliştirilmesi gereken yönlerini belirlemektir. Çalışma, dijital sağlık uygulamalarında kullanıcı odaklı tasarım ve sosyal pazarlama perspektifinin önemini vurgulayarak, sağlık hizmeti kalitesinin artırılmasına yönelik kanıt temelli öneriler sunmayı hedeflemektedir.

Bu araştırma, Türkiye'de e-sağlık alanında kullanıcı temelli değerlendirmelere odaklanan sınırlı sayıdaki nitel çalışmalardan biri olması bakımından literatüre özgün katkı sağlamaktadır.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, e-Nabız mobil sağlık uygulamasını kullanan bireyler oluşturmaktadır. Veriler, Google Play Store'da yer alan toplam 1319 kullanıcı yorumundan elde edilmiştir. Çalışmaya yalnızca 2025 yılı ilk altı ayı içinde paylaşılmış yorumlar dâhil edilmiştir; böylece kullanıcı deneyimlerinin en güncel durumu yansıtılmıştır. Örneklem, amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiş; yalnızca erişilebilir, yinelenmemiş ve anlamlı içerik taşıyan yorumlar analiz kapsamına alınmıştır.

2.3. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde betimsel içerik analizi yöntemi ile yürütülmüştür. Bu yöntem, kullanıcı deneyimlerinin, algılarının ve şikâyetlerinin derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2021).

Veriler Ocak–Haziran 2025 tarihleri arasında sistematik biçimde toplanmıştır. Kullanıcı yorumları, e-Nabız uygulamasının Google Play Store sayfasından manuel derleme yöntemiyle elde edilmiş; yinelenen veya eksik içerikli veriler elenmiştir. Kodlama öncesinde ham veriler Excel ortamında düzenlenmiş ve ardından MaxQDA 2020 yazılımına aktarılmıştır. Toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Kodlama süreci üç aşamada yürütülmüştür: ön okuma, tematik kodlama ve ana kategori oluşturma. Kodlama sonunda elde edilen bulgular frekans analizi ve grafiklerle raporlanmıştır. Analiz sürecinde MaxQDA 2020 yazılımı kullanılmış, bu yazılımın sunduğu sistematik kodlama ve görselleştirme özellikleri araştırmanın güvenilirliğini artırmıştır (Kuckartz & Rädiker, 2019).

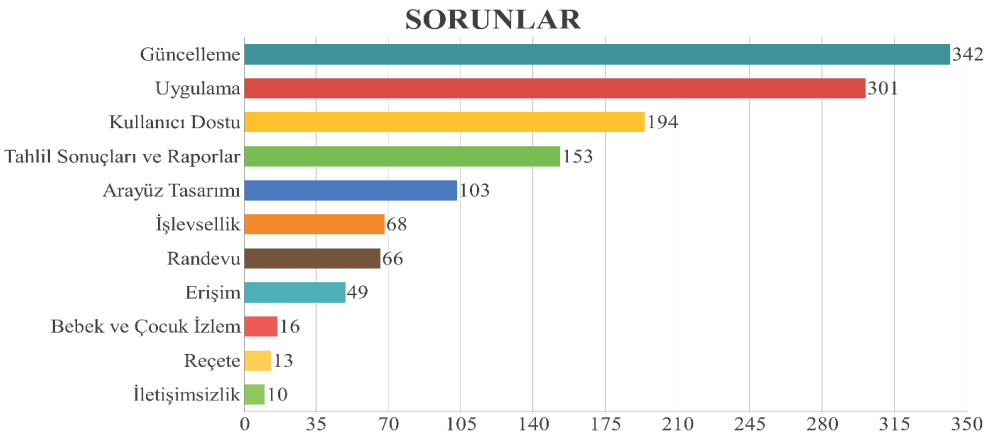
Kodlama süreci iki araştırmacı tarafından bağımsız biçimde yürütülmüş, kodlayıcılar arası tutarlılık karşılaştırılmış ve görüş birliği sağlanmıştır. Bulgular literatürle ilişkilendirilmiş, yorumların benzerlik ve farklılıkları karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir. Araştırma, Google Play Store kullanıcı yorumlarıyla sınırlıdır. Sonuçlar iOS kullanıcılarını veya önceki yıllardaki yorumları kapsamamaktadır. Kullanıcı yorumlarının öznel nitelikte olması, bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, e-Nabız mobil sağlık uygulamasına ilişkin kullanıcı yorumlarının içerik analizi sonucunda elde edilen tematik bulgular sunulmaktadır. Kullanıcı şikâyetleri, hizmet kalitesinin farklı boyutlarını temsil eden temalar altında kodlanmış ve her bir temanın frekans dağılımı belirlenmiştir. Kodlama süreci sonucunda elde edilen bulgular, kullanıcıların uygulamayı nasıl deneyimlediklerine ve hangi alanlarda sorun yaşadıklarına ilişkin kapsamlı bir tablo ortaya koymaktadır.

Elde edilen veriler, hem teknik altyapı hem de kullanıcı deneyimi açısından sistematik değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda, her bir temaya ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmakta; kullanıcıların yorumlarından doğrudan alıntılarla desteklenerek uygulamanın güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri ortaya konulmaktadır. Katılımcıların dile getirdiği sorunların genel görünümü Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1. Katılımcı Şikayetlerinin Dağılımı



Katılımcı şikâyetlerinin kod temelli içerik analizi sonucunda en sık dile getirilen sorunlar güncelleme (f = 342, %26,01) ve uygulama performansı (f = 301, %22,89) olmuştur. Bu iki kategori, toplam şikâyetlerin yaklaşık yarısını (%48,9) oluşturarak e-Nabız kullanıcılarının en çok teknik aksaklıklar ve sürdürülebilir kullanım zorlukları yaşadığını göstermektedir.

Üçüncü sırada kullanıcı dostu olmama (f = 194, %14,75) ve dördüncü sırada tahlil sonuçları ve raporlara erişim sorunları (f = 153, %11,63) yer almıştır. Bu bulgular, kullanıcı deneyiminin yalnızca teknik hatalarla değil, aynı zamanda erişim kolaylığı ve bilgi sunumundaki yetersizliklerle de olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Daha az dile getirilen ancak dikkate değer diğer sorun alanları arasında arayüz tasarımı (f = 103, %7,83) ve işlevsellik eksiklikleri (f = 68, %5,17) bulunmaktadır. Bu durum, tasarım ve kullanım kolaylığının sağlık teknolojilerinde kullanıcı bağlılığı için kritik rol oynadığını doğrulamaktadır (İnal & Cagiltay, 2019, s. 383).

Görece daha düşük frekansla ifade edilen randevu sorunları (f = 66, %5,02), erişim güçlükleri (f = 49, %3,73) ve bebek-çocuk izlem (f = 16, %1,22) gibi kategoriler, belirli kullanıcı gruplarının karşılaştığı spesifik ihtiyaçlara işaret etmektedir. Reçete (f = 13, %0,99) ve iletişimsizlik (f = 10, %0,76) şikâyetleri ise sınırlı bir kullanıcı kitlesini etkilese de hizmet kalitesinin bütüncül algısını zedeleyebilecek unsurlar olarak değerlendirilebilir.

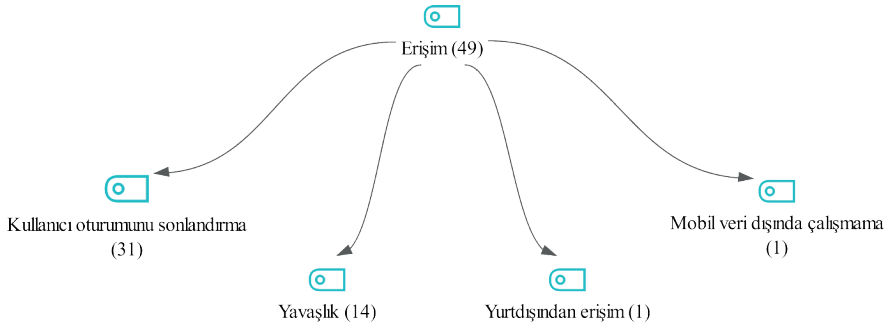
Genel olarak bu dağılım, mobil sağlık uygulamalarında sürdürülebilir kullanımın yalnızca teknik altyapıya değil, kullanıcı dostu tasarım, güvenilir erişim ve etkileşim kolaylığı gibi sosyal pazarlama odaklı kriterlere

de bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, tüketici yönlü sosyal pazarlama literatüründeki kullanıcı deneyimi ve katılımın hizmet başarısındaki belirleyici rolünü desteklemektedir (Kyaw vd., 2023).

3.1. Erişim Sorunlarına İlişkin Bulgular

Kullanıcıların paylaştıkları yorumlarda ifade edilen sorunlardan erişimle ilgili olanlar konularına göre sınıflandırılarak dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2. Erişim Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Elde edilen veriler, kullanıcıların özellikle oturum yönetimi, giriş doğrulama süreçleri, uygulama hızı ve sisteme erişim sürekliliği konularında sıkıntı yaşadıklarını göstermektedir. Bazı kullanıcılar, uygulamanın farklı cihazlarda oturum açık uyarısı verdiğini ve bu durumun sürekli tekrarlandığını belirtmiştir (K62, K771). Bir diğer kullanıcı, oturum süresinin sık sık dolması ve yeniden kimlik bilgisi girme zorunluluğunun kullanım deneyimini olumsuz etkilediğini ifade etmiştir (K700).

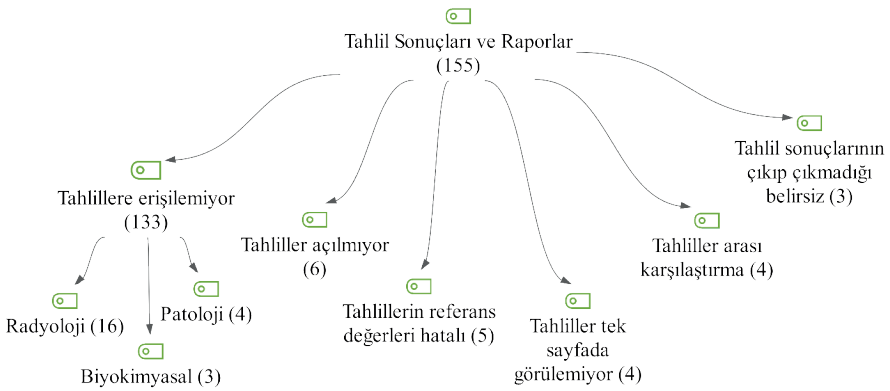
Bunun yanı sıra, uygulamanın uzun süre açık kaldıktan sonra otomatik çıkış yapması ve yeniden girişte boş ekran hatası oluşturması, erişim sorunlarının teknik altyapı kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir (K742). Erişim problemleri sadece kimlik doğrulama aşamasında değil, sistemin genel performansında yavaşlama biçiminde de ortaya çıkmaktadır. Kullanıcıların bazıları, randevu bilgilerine ulaşamadıklarını (K1131) veya uygulamanın işlem gerçekleştirmede geciktiğini (K1254, K666) belirtmiştir.

Bu bulgular, e-Nabız uygulamasında kullanıcıların temel erişim fonksiyonlarında süreklilik, hız ve oturum güvenliği açısından sorunlar yaşadıklarını göstermektedir. Özellikle tekrar eden oturum açma hataları, kullanıcıların uygulamayı aktif biçimde kullanma motivasyonlarını azaltabilecek niteliktedir.

3.2. Tahlil Sonuçları ve Raporlara İlişkin Bulgular

Katılımcıların tahlil sonuçları ve raporlara dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 3'te sunulmuştur.

Şekil 3. Tahlil Sonuçları ve Raporlara İlişkin Sorunların Kod Temelli Frekans Grafiği



Katılımcılar, laboratuvar sonuçlarının görüntülenmesinde eksik ya da gecikmeli veri aktarımı yaşandığını ifade etmiştir.

Katılımcı-41, "Tahlillerin tamamını göstermiyor, referans dışı olanları gösteriyor... hastane tahlil sonuçlarını vermiyor" diyerek durumu eleştirel biçimde dile getirmiştir.

Katılımcı-195, "Artık LDL kolesterol değerlerimi tarih tarih göremiyorum; tek bir analizi tüm zamanlar için görüntüleyemiyoruz" diyerek eski sürümdeki veri bütünlüğünün kaybolduğunu belirtmiştir.

Katılımcı-608 ise "Kan verdikten sonra tahlillerin çıkıp çıkmadığını görüyordum, şimdi e-Nabız'da yok; bir an önce düzeltilmesi gerekir" sözleriyle güncelleme sonrası veri kaybı endişesini vurgulamıştır.

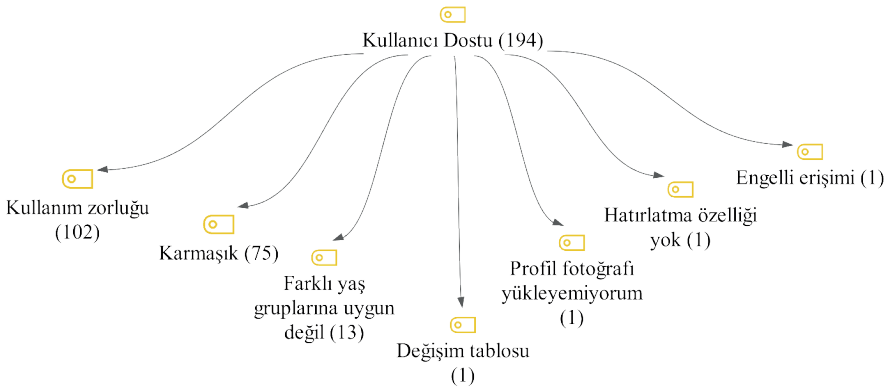
Bu ifadeler, tahlil sonuçlarının sunum biçimindeki değişimlerin kullanıcı deneyimini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Bu bulgular, dijital sağlık uygulamalarında veri erişimi, doğruluk ve kullanım kolaylığının kritik önemde olduğunu göstermektedir (Morris vd., 2023). Özellikle kronik hastalık yönetiminde kullanıcıların tahlil sonuçlarına güvenli ve anlık erişimi, hem hasta katılımını artırmakta hem de sağlık hizmetlerinin etkinliğini desteklemektedir.

3.3. Kullanıcı Dostu Tasarıma İlişkin Bulgular

Katılımcıların e-Nabız uygulamasıyla ilgili kullanıcı dostu tasarıma dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 4'te sunulmuştur.

Şekil 4. Kullanıcı Dostu Tasarıma İlişkin Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Katılımcıların çoğu, arayüzde yapılan son değişikliklerin uygulamayı karmaşık ve zor anlaşılır hâle getirdiğini belirtmiştir.

Katılımcı-29, "Güncellenmiş hâli çok kötü, lütfen eski haline geri getirin; hiçbir şey bulamıyorum, arayüzü çok karışık" diyerek memnuniyetsizliğini açık bir şekilde ifade etmiştir.

Katılımcı-258, "Güzelim kullanışlı uygulamayı resmen bir labirente çevirmişsiniz" sözleriyle arayüz değişiminin kullanıcı deneyimini olumsuz etkilediğini çarpıcı biçimde vurgulamıştır.

Görme engelli Katılımcı-357 ise "Erişilebilirlik adına maalesef berbat ötesi bir sürüm... talkback ekran okuyucuyla erişemiyorum" diyerek erişilebilirlik standartlarının karşılanmadığını belirtmiştir.

Bu bulgular, tasarım değişikliklerinin kullanıcı çeşitliliğini göz önünde bulundurmadan yapıldığını göstermektedir.

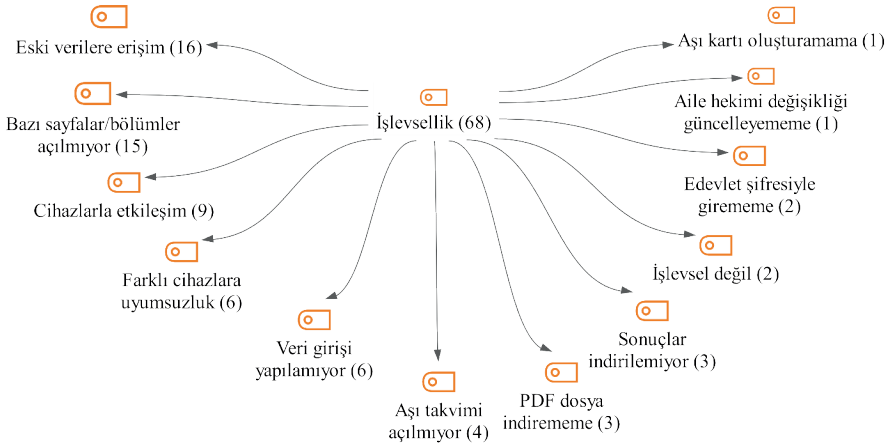
Bu sonuçlar, tüketici yönlü sosyal pazarlama perspektifi açısından önemlidir; çünkü kullanıcı deneyimi ve erişilebilirlik, mobil sağlık uygulamalarında benimsenme ve sürdürülebilir kullanım üzerinde belirleyici faktörlerdir (İnal & Cagiltay, 2019, s. 383). Özellikle farklı yaş grupları ve özel ihtiyaçları olan kullanıcılar

için uygulamanın daha kapsayıcı ve sezgisel tasarlanması, hem kullanıcı memnuniyetini artıracak hem de toplumsal sağlık hizmetlerinin etkinliğine katkı sağlayacaktır.

3.4. İşlevsellik Sorunlarına İlişkin Bulgular

Katılımcıların işlevsellik sorunlarına dair ifade ettikleri görüşler, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 5'te sunulmuştur.

Şekil 5. İşlevsellik Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Bazı katılımcılar, önceden mevcut işlevlerin kaldırılmasından rahatsızlık duyduklarını ifade etmiştir.

Katılımcı-27, "Boy-kilo grafiği, günlük adım takibi yapabiliyorduk... neden sildiniz, benim bilgilerim gitti" diyerek uygulamanın temel işlevlerinin kaldırılmasına hayal kırıklığıyla tepki göstermiştir.

Katılımcı-507, "İlaç alerjisi, devamlı kullanılan ilaç ve acil durumda aranacak kişi bölümleri yok" sözleriyle işlevsel eksiklikleri somut biçimde dile getirmiştir.

Katılımcı-256 ise "Eski versiyona geri dönme butonu koyun acilen" diyerek güncelleme sonrası kullanışsızlığa dikkat çekmiştir.

Bu durum, kullanıcıların yalnızca teknik değil, fonksiyonel sadelik ve süreklilik beklentisi taşıdığını göstermektedir.

Genel olarak, işlevsellik kategorisindeki bulgular, e-Nabız uygulamasında temel kullanım, veri yönetimi ve platformlar arası uyumluluk konularının geliştirilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu eksiklikler, kullanıcı deneyimini ve memnuniyetini olumsuz etkileyerek tüketici odaklı sosyal pazarlama yaklaşımında kullanıcı bağlılığı ve hizmet benimsenmesi açısından kritik sorunlar yaratmaktadır (Qudah & Luetsch, 2019).

3.5. Arayüz Tasarımına İlişkin Bulgular

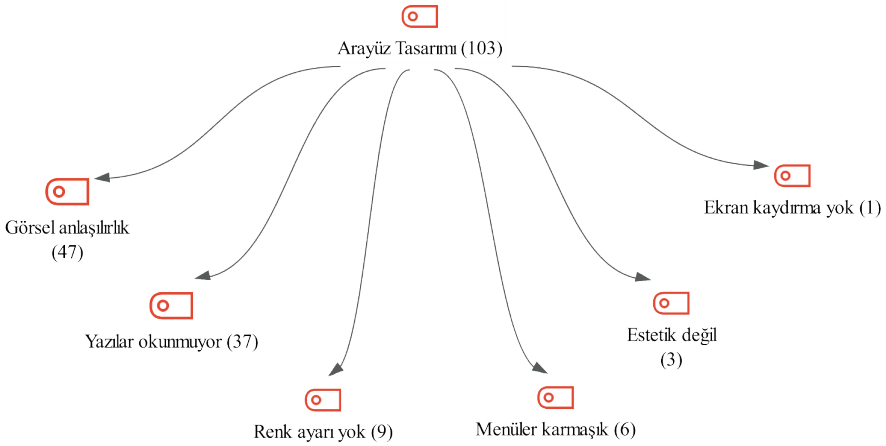
Katılımcıların arayüz tasarımına dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 6'da sunulmuştur.

Verilerin analizi, katılımcıların önemli bir bölümünün arayüz tasarımı ve görsel düzenlemelere yönelik olumsuz değerlendirmelerde bulunduğunu göstermektedir. Katılımcılar, görsel iyileştirmelere rağmen okunabilirliğin azaldığını, yazı boyutu ve renk kontrastı sorunlarının özellikle yaşlı kullanıcılar açısından erişimi zorlaştırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, yeni sürümün önceki versiyonlara kıyasla daha karmaşık ve kullanıcı dostu olmaktan uzak olduğu vurgulanmıştır.

Katılımcı K303, "...uygulamanın eski hali daha iyi, yeni güncellenen halinde hiçbir yazı okunmuyor…" diyerek (K303) mevcut tasarımın erişilebilirliğini eleştirirken, K477 "...önceden çok daha kolay

ulaşabildiğim bilgilere artık karmaşık menülerden gitmek zorundayım…" ifadesiyle (K477) sade arayüz gereksinimini dile getirmiştir. Benzer şekilde K64 ve K162, renk kontrastı ve yazıların görünmezliği nedeniyle uygulamanın yaşlı bireyler için uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Şekil 6. Arayüz Tasarımına İlişkin Sorunların Kod Temelli Frekans Grafiği



Genel olarak, katılımcılar arayüz tasarımındaki değişikliklerin kullanıcı deneyimini olumsuz etkilediği, özellikle okunabilirlik ve görsel kontrast yetersizliklerinin erişilebilirliği sınırladığı yönünde ortak görüş bildirmiştir.

Bu bulgular, e-Nabız uygulamasının arayüz tasarımı ve kullanıcı görsel deneyimi açısından geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Kullanıcıların uygulamayı anlaması ve verimli kullanabilmesi için görsel netlik, okunabilirlik, renk uyumu ve menü basitliği gibi unsurlar kritik öneme sahiptir. Bu sonuçlar, tüketici yönlü sosyal pazarlama perspektifi açısından, kullanıcı memnuniyetini ve bağlılığını artırmada görsel tasarımın önemini doğrulamaktadır (İnal & Cagiltay, 2019, s. 383).

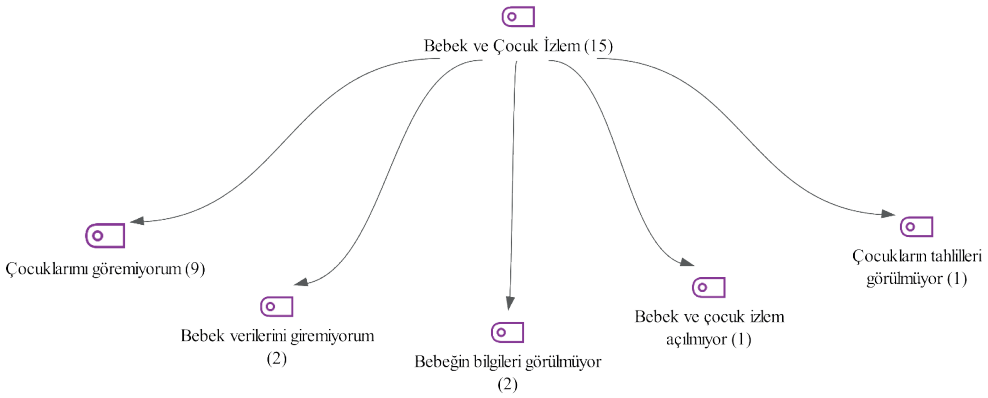
3.6. Bebek ve Çocuk İzlemine İlişkin Bulgular

Katılımcıların bebek ve çocuk izlemine dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 7'de sunulmuştur.

Katılımcılar, çocuk ve bebek takibi alanında uygulamanın hatalı veri girişi sınırlarına sahip olduğunu belirtmiştir. Katılımcı-226, "Bebeğin kilogramını girerken 30 kilodan aşağıya olmaz diyor, bebek nasıl 30 kg olsun?" ifadesiyle sistematik hata örneğini paylaşmıştır.

Katılımcı-451 ise "2 yaşındaki çocuk için 30 kg altı kabul etmiyor, güncelleme gerekli" sözleriyle hem işlevsel hem kullanıcı dostu iyileştirmeye ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Bu alt tema, sağlık verilerinin kişiye özel biçimde uyarlanamamasının ebeveyn kullanıcılar açısından güven kaybına yol açtığını göstermektedir.

Şekil 7. Bebek ve Çocuk İzlemine İlişkin Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Bu bulgular, e-Nabız uygulamasının ebeveynlerin ve çocukların sağlık bilgilerine etkin erişimini sağlamada geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Tüketici yönlü sosyal pazarlama perspektifinden bakıldığında, bu eksiklikler hedef kullanıcı grubunun memnuniyetini ve bağlılığını olumsuz etkileyebilir ve uygulamanın benimsenmesini sınırlayabilir (Kıraç & Göde, 2024, s. 38).

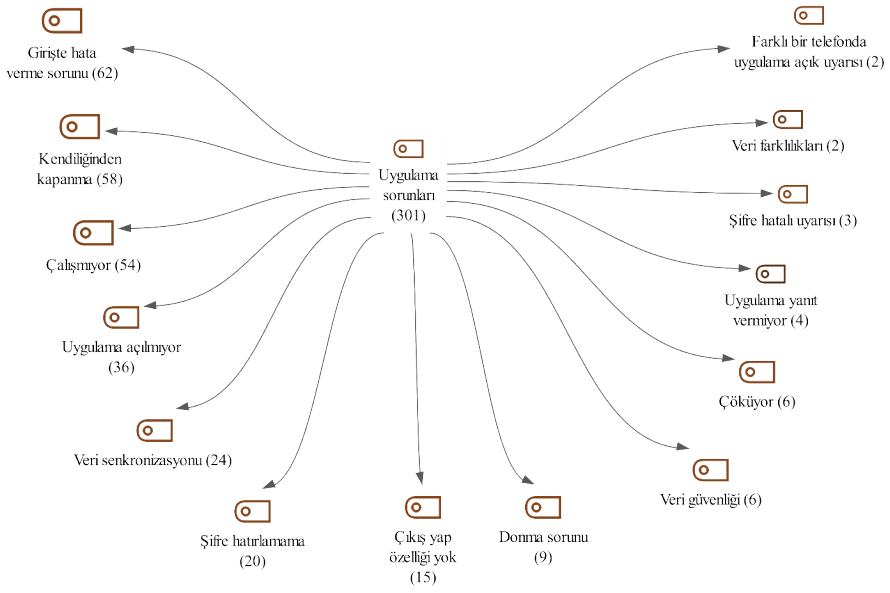
3.7. Uygulamanın Teknik İşleyişine İlişkin Bulgular

Katılımcıların uygulamanın teknik işleyişine dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 8'de sunulmuştur.

Katılımcı ifadeleri, uygulamanın teknik performansında ciddi sorunlar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kullanıcıların büyük çoğunluğu, uygulamaya girişte hata, sistemin kendiliğinden kapanması, veri senkronizasyonu eksikliği ve e-Devlet bağlantısında yaşanan güçlükler gibi teknik aksaklıklardan şikâyet etmiştir.

K12 ve K416, uygulamanın "açılıp hemen kapanması" (K12; K416) gibi temel erişim problemlerini bildirirken, K311 "...E-Nabız'ın Healt Connect üzerinden hiçbir veriyi çekemediğini..." belirterek veri senkronizasyonundaki yetersizlikleri vurgulamıştır. Benzer biçimde K354, e-Devlet entegrasyonundaki karmaşık giriş sürecinin kullanıcı deneyimini olumsuz etkilediğini ifade etmiştir.

Şekil 8. Uygulamanın Teknik İşleyişine İlişkin Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Bu bulgular, uygulama kararlılığı ve teknik altyapı performansının kullanıcı memnuniyetinde belirleyici bir unsur olduğunu, aynı zamanda yazılım güncellemelerinin sistem istikrarını olumsuz etkileyebildiğini göstermektedir.

Bu bulgular, e-Nabız uygulamasının temel işlevsellik ve teknik kararlılık açısından geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Kullanıcıların uygulamayı güvenli ve kesintisiz bir şekilde kullanabilmesi, mobil sağlık uygulamalarında kullanıcı memnuniyeti ve bağlılığı için kritik öneme sahiptir (Morris vd., 2023; Qudah & Luetsch, 2019). Özellikle teknik hatalar ve senkronizasyon sorunları, kullanıcıların uygulamaya olan güvenini zedeleyebilir ve sağlık hizmetlerine erişimde aksamalara yol açabilir.

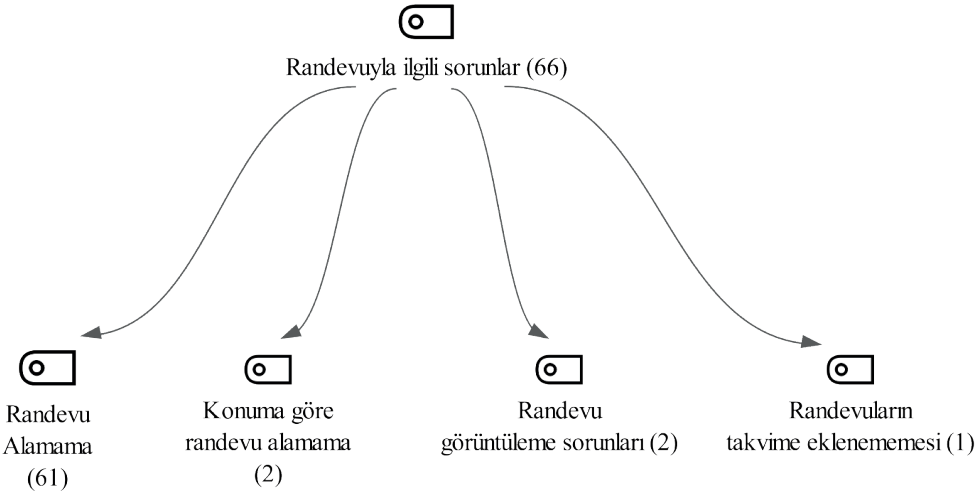
3.8. Randevu Süreçlerine İlişkin Bulgular

Katılımcıların randevu süreçlerine dair ifade ettikleri sorunlar, kod temelli frekanslarına göre sınıflandırılmış, dağılımları Şekil 9'da sunulmuştur.

Katılımcı ifadeleri, e-Nabız uygulamasında randevu alma sürecine ilişkin teknik aksaklıkların yaygın olduğunu göstermektedir. Verilerin analizi, kullanıcıların özellikle güncelleme sonrasında randevu butonunun çalışmaması, boş ekran hatası, "beklenmedik hata" uyarıları ve sistemin kilitlenmesi gibi sorunlar yaşadıklarını ortaya koymuştur. Bu bulgular, randevu modülündeki işlevsel bozulmaların hem erişim hem de kullanıcı memnuniyeti üzerinde belirleyici bir olumsuz etki yarattığını göstermektedir.

Katılımcı K1126, "...randevu bölümünde sıkıntı var, sürekli beklenmedik bir sorun oluştu diyor..." diyerek (K1126) sorunun uzun süredir devam ettiğini belirtmiştir. Benzer şekilde K1111, "...randevu almak için giriyorum, il seçin diyor ama bir türlü olmuyor..." (K1111) ifadesiyle işlemin tamamlanamadığını vurgulamıştır. Katılımcı K52, "...randevu al kısmına basıyorum, sürekli X çıkıyor, alamıyorum..." (K52) diyerek güncellemeden kaynaklanan hata mesajlarını eleştirirken; K87, küçük çocuğu olduğunu belirterek "...randevu ekranını göstermiyor, randevu alamaz hale geldim..." (K87) ifadesiyle erişim sorunlarının kullanıcıların kişisel koşullarını da olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Şekil 9. Randevu Süreçlerine İlişkin Sorunlarının Kod Temelli Frekans Grafiği



Bazı katılımcılar, yeni sürümün randevuları takvime ekleme özelliğini kaldırdığını (K148) ya da randevu menüsünün bulunamadığını (K274) ifade etmiştir. Katılımcı K90, "...randevu alınamıyor, mobil uygulamada çarpı işareti çıkıyor..." (K90) diyerek bu hatanın hem mobil hem web sürümünde tekrarlandığını vurgulamıştır.

Genel olarak katılımcılar, randevu süreçlerinin eskisine göre daha karmaşık, yavaş ve hata eğilimli hale geldiğini, bu durumun kullanıcı güveni ve uygulama işlevselliğini zayıflattığını dile getirmişlerdir.

Tüketici yönlü sosyal pazarlama perspektifinden bakıldığında, randevu alma süreçlerindeki bu aksaklıklar kullanıcı memnuniyetini ve bağlılığını ciddi şekilde etkileyebilir. Sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan gecikmeler, kullanıcıların uygulamaya olan güvenini azaltabilir ve dijital sağlık hizmetlerinin benimsenmesini sınırlayabilir (Arslan & Demir, 2017, s. 18; Göde & Kuşcu, 2022, s. 38).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma, e-Nabız mobil sağlık uygulamasına ilişkin kullanıcı şikâyetlerini analiz ederek teknik performans, arayüz tasarımı, işlevsellik ve erişim alanlarında önemli kullanıcı deneyimi sorunlarını ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, özellikle güncellemeler sonrasında yaşanan performans düşüşü, veri erişiminde gecikmeler ve arayüz karmaşıklığının kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu sonuç, kullanıcı odaklı tasarım ve sürdürülebilir dijital hizmet kalitesi ilkeleriyle paralellik taşımaktadır. Literatürde de benzer biçimde, mobil sağlık uygulamalarında kullanım kolaylığı, teknik istikrar ve veri bütünlüğünün kullanıcı bağlılığını doğrudan etkilediği belirtilmektedir (Gündoğdu & Erkek, 2022, s. 654; Kapse & Patil, 2025, s. 49). Özellikle erişim sorunları ve arayüzdeki okunabilirlik eksiklikleri, yaşlı ve engelli kullanıcılar açısından dijital eşitsizlik riskini artırmaktadır (Tandon vd., 2024, s. 5038).

İşlevsellik bulguları, kullanıcıların temel veri takibi ve geçmişe dönük sağlık bilgilerine erişim beklentisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, veri güvenliği ile birlikte kullanıcı kontrolü ve şeffaflık gereksinimini öne çıkarmaktadır. Önceki araştırmalar, mobil sağlık uygulamalarında kullanıcı geri bildirimlerinin dikkate alınmamasının sürdürülebilirliği zayıflattığını ortaya koymaktadır (Galetsi vd., 2023, s. 329). Bulgular ayrıca mobil sağlık teknolojilerinde kullanıcı merkezli tasarım gereksinimini doğrulamaktadır. İnal ve Çağıltay (2019, s. 383), kullanıcı dostu arayüzlerin sağlık uygulamalarında uzun vadeli kullanım niyetini güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada da benzer biçimde sade ve erişilebilir tasarım beklentisi öne çıkmıştır.

e-Nabız kullanıcılarının önemli bir kısmı uygulamanın temel işlevlerinden memnun olsa da (Korkmaz & Arıkan, 2021, s. 632), bu işlevlerin sürekliliğinin sağlanamaması memnuniyet düzeyini düşürmektedir. Bu durum, dijital sağlık literatüründe sıkça tartışılan kullanıcı güveni ile sistem güvenilirliği arasındaki ilişkinin e-Nabız özelinde de geçerli olduğunu göstermektedir (Zeytun vd., 2025, s. 7; Kyaw vd., 2023).

Araştırma, mobil sağlık uygulamalarında kullanıcı deneyimi ile hizmet kalitesi ilişkisini sosyal pazarlama perspektifinden ele alarak literatüre iki düzeyde katkı sağlamaktadır. İlk olarak, e-Nabız bağlamında kullanıcı geri bildirimlerinin sistematik olarak analiz edilmesi, Türkiye'de dijital sağlık ekosisteminde kullanıcı temelli nitel veri eksikliğini gidermektedir. İkinci olarak, bulgular hizmet kalitesi değerlendirmelerinde teknik performans göstergelerinin yanı sıra duygusal deneyim ve algılanan fayda boyutlarının da dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Uygulamanın etkinliğini artırmak için arayüz tasarımının sadeleştirilmesi, renk kontrastı ve yazı boyutunun erişilebilirlik standartlarına göre yeniden düzenlenmesi; veri senkronizasyonu ve raporlama süreçlerinin güçlendirilerek kullanıcıların geçmiş sağlık verilerine bütüncül erişiminin sağlanması; geri bildirim mekanizmalarının kurumsal düzeyde işlenerek kullanıcı şikâyetlerinin yazılım geliştirme döngüsüne sistematik biçimde entegre edilmesi; oyunlaştırma ve kişiselleştirme gibi motivasyon artırıcı unsurların kullanıcı bağlılığını güçlendirecek biçimde geliştirilmesi önerilmektedir.

Çalışmanın kapsamı yalnızca 2025 yılında Google Play Store'da paylaşılan 1319 yorumu içermektedir. Dolayısıyla iOS kullanıcıları ve daha eski dönemlere ait deneyimler analize dâhil edilmemiştir. Gelecek araştırmalarda farklı platformlardan veri toplanarak boylamsal içerik analizi yapılması, kullanıcı deneyimindeki değişimlerin izlenmesine olanak sağlayabilir. Ayrıca karma yöntemli çalışmalarla nitel bulguların nicel verilerle desteklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Alam, M. Z., Alam, M. M. D., Uddin, Md. A., & Mohd Noor, N. A. (2022). Do mobile health (mHealth) services ensure the quality of health life? An integrated approach from a developing country context. *Journal of Marketing Communications, 28*(2), 152–182. https://doi.org/10.1080/13527266.2020.1848900

Alkhuzaimi, F., Rainey, D., Wilson, C. B., & Bloomfield, J. (2024). The impact of mobile health interventions on service users' health outcomes and the role of health professions: A systematic review of systematic reviews—Protocol. *Systematic Reviews, 13*(1), 199. https://doi.org/10.1186/s13643-024-02624-y

Appelboom, G., Camacho, E., Abraham, M. E., Bruce, S. S., Dumont, E. L., Zacharia, B. E., D'Amico, R., Slomian, J., Reginster, J. Y., Bruyère, O., & Connolly, E. S. (2014). Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring. *Archives of Public Health, 72*(1), 28. https://doi.org/10.1186/2049-3258-72-28

Arslan, E., & Demir, H. (2017). Üniversite öğrencilerinin mobil sağlık ve kişisel sağlık kaydı yönetimine ilişkin görüşleri. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9*(2), 17–36.

Bansal, G., Zahedi, F. "Mariam", & Gefen, D. (2010). The impact of personal dispositions on information sensitivity, privacy concern and trust in disclosing health information online. *Decision Support Systems, 49*(2), 138–150. https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.01.010

Bashshur, R., Doarn, C. R., Frenk, J. M., Kvedar, J. C., & Woolliscroft, J. O. (2020). Telemedicine and the COVID-19 pandemic, lessons for the future. *Telemedicine and e-Health, 26*(5), 571–573.

Baumel, A., Muench, F., Edan, S., & Kane, J. M. (2019). Objective user engagement with mental health apps: Systematic search and panel-based usage analysis. *Journal of Medical Internet Research, 21*(9), e14567. https://doi.org/10.2196/14567

Bull, S., & Ezeanochie, N. (2016). From Foucault to Freire through Facebook: Toward an integrated theory of mHealth. *Health Education & Behavior, 43*(4), 399–411. https://doi.org/10.1177/1090198115605310

Ceci, L. (2025). Health and fitness apps—Statistics & facts. *Statista.* https://www.statista.com/topics/9204/health-and-fitness-apps/

Chebli, J.-L., Blaszczynski, A., & Gainsbury, S. M. (2016). Internet-based interventions for addictive behaviours: A systematic review. *Journal of Gambling Studies, 32*(4), 1279–1304. https://doi.org/10.1007/s10899-016-9599-5

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly,* 319–340.

Derbyshire, S., Field, J., Vennik, J., Sanders, M., & Newell, D. (2021). "Chiropractic is manual therapy, not talk therapy": A qualitative analysis exploring perceived barriers to remote consultations by chiropractors. *Chiropractic & Manual Therapies, 29*(1), 47. https://doi.org/10.1186/s12998-021-00404-2

Eke, E., Uysal, M., & Uğurluoğlu, D. (2019). E-sağlık uygulamalarının farkındalığına yönelik bir araştırma. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty, 6*(2), 510–522. https://doi.org/10.30798/makuiibf.526873

Ekiyor, A., & Çetin, A. (2017). Sağlık hizmeti sunumunda ve sosyal pazarlama kapsamında e-Nabız uygulamasının bilinirliği. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 3*(1), 88–103.

Eyles, H., Jull, A., Dobson, R., Firestone, R., Whittaker, R., Te Morenga, L., Goodwin, D., & Mhurchu, C. N. (2016). Co-design of mHealth delivered interventions: A systematic review to assess key methods and processes. *Current Nutrition Reports, 5*(3), 160–167. https://doi.org/10.1007/s13668-016-0165-7

Eysenbach, G. (2001). What is e-health? *Journal of Medical Internet Research, 3*(2), e833. https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e20

Free, C., Phillips, G., Galli, L., Watson, L., Felix, L., Edwards, P., Patel, V., & Haines, A. (2013). The effectiveness of mobile-health technology-based health behaviour change or disease management interventions for health care consumers: A systematic review. *PLOS Medicine, 10*(1), e1001362. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001362

Gagnon, M.-P., Ngangue, P., Payne-Gagnon, J., & Desmartis, M. (2016). m-Health adoption by healthcare professionals: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association, 23*(1), 212–220. https://doi.org/10.1093/jamia/ocv052

Galetsi, P., Katsaliaki, K., & Kumar, S. (2023). Exploring benefits and ethical challenges in the rise of mHealth (mobile healthcare) technology for the common good: An analysis of mobile applications for health specialists. *Technovation, 121,* 102598. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102598

Göde, A., & Kuşcu, F. N. (2022). E-Nabız sistemi kullanımının sağlık sistemlerine güvensizlik üzerine etkisinin incelenmesi: Üniversite öğrencileri üzerinde bir araştırma. *Journal of Academic Value Studies, 8*(1), 37–46.

Guo, F., Ye, G., Hudders, L., Lv, W., Li, M., & Duffy, V. G. (2019). Product placement in mass media: A review and bibliometric analysis. *Journal of Advertising, 48*(2), 215–231. https://doi.org/10.1080/00913367.2019.1567409

Gündoğdu, S., & Erkek, S. (2022). Vatandaş gözünden e-sağlık hizmetlerinin değerlendirilmesi: Farkındalık, kullanım ve memnuniyet düzeyleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 25*(2), 646–667. https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1166357

Gürdap, Z., & Cengiz, Z. (2023). Sağlık bakım sisteminde hastayı güçlendirme: Fırsatlar ve zorluklar. *Artuklu International Journal of Health Sciences, 3*(1), 74–81. https://doi.org/10.58252/artukluder.1209933

Handel, M. J. (2011). mHealth (mobile health)—Using apps for health and wellness. *EXPLORE: The Journal of Science and Healing, 7*(4), 256–261.

Hashem, T. N. (2025). The role of digital health platforms in shaping consumer behavior. *International Journal of Science and Research Archive, 14*(2), 1109–1117.

Istepanian, R. S. H. (2022). Mobile health (m-health) in retrospect: The known unknowns. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(7), 3747. https://doi.org/10.3390/ijerph19073747

Istepanian, R. S. H., Pattichis, C. S., & Laxminarayan, S. (2006). Ubiquitous m-health systems and the convergence towards 4G mobile technologies. İçinde *M-health: Emerging mobile health systems* (ss. 3–14). Springer.

İnal, Y., & Çağıltay, N. E. (2019). E-Nabız mobil sağlık uygulamasına yönelik kullanıcı değerlendirmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 22*(2), 375–388.

Jannati, N., Salehinejad, S., Kuenzig, M. E., & Peña-Sánchez, J. N. (2023). Review and content analysis of mobile apps for inflammatory bowel disease management using the mobile application rating scale (MARS): Systematic search in app stores. *International Journal of Medical Informatics, 180,* 105249. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105249

Kadıoğlu, R. (2025). E-Nabız'da 78,5 milyon kullanıcıya ulaşıldı. *Demirören Haber Ajansı.* https://enabiz.gov.tr/document/User_Manual.pdf#page=4

Kapse, P., & Patil, P. (2025). Understanding consumer behaviour in the age of digital healthcare: Emerging trends, challenges, and opportunities. *International Journal of Technology, Management and Social Sciences, 3*(1), 46–58.

Kay, M., Santos, J., & Takane, M. (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies. *World Health Organization, 64*(7), 66–71.

Kaya, E., & Eke, E. (2023). Bireylerin mobil sağlık uygulaması kullanım durumu ve e-sağlık okuryazarlığı ilişkisi. *İşletme Bilimi Dergisi, 11*(1), 1–15. https://doi.org/10.22139/jobs.1159206

Kılıç, T. (2017). E-sağlık, iyi uygulama örneği; Hollanda. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6*(3), 203–217.

Kıraç, F. Ç., & Göde, A. (2024). Yetişkinlerde mobil sağlık ve kişisel sağlık kaydı yönetimine ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 24,* 1–13.

Korkmaz, S., & Arıkan, G. (2021). e-Nabız uygulamasını değerlendirmek için kullanılan yeni bir araç: Mobil Uygulama Derecelendirme Ölçeği. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23*(3), 625–636. https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.884734

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). Analyzing qualitative data with MAXQDA (pp. 1-290). Cham: Springer International Publishing.

Kumar, S., Nilsen, W. J., Abernethy, A., Atienza, A., Patrick, K., Pavel, M., Riley, W. T., Shar, A., Spring, B., Spruijt-Metz, D., Hedeker, D., Honavar, V., Kravitz, R., Craig Lefebvre, R., Mohr, D. C., Murphy, S. A., Quinn, C., Shusterman, V., & Swendeman, D. (2013). Mobile health technology evaluation: The mHealth evidence workshop. *American Journal of Preventive Medicine, 45*(2), 228–236. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.03.017

Kumar, V., Rahman, Z., & Kazmi, A. (2013). Sustainability marketing strategy: An analysis of recent literature. *Global Business Review, 14*(4), Article 4.

Kyaw, T. L., Ng, N., Theocharaki, M., Wennberg, P., & Sahlen, K.-G. (2023). Cost-effectiveness of digital tools for behavior change interventions among people with chronic diseases: Systematic review. *Interactive Journal of Medical Research, 12*(1), e42396. https://doi.org/10.2196/42396

Li, J., Zhang, C., Li, X., & Zhang, C. (2020). Patients' emotional bonding with mHealth apps: An attachment perspective on patients' use of mHealth applications. *International Journal of Information Management, 51,* 102054. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.102054

Marcolino, M. S., Oliveira, J. A. Q., D'Agostino, M., Ribeiro, A. L., Alkmim, M. B. M., & Novillo-Ortiz, D. (2018). The impact of mHealth interventions: Systematic review of systematic reviews. *JMIR mHealth and uHealth, 6*(1), e8873. https://doi.org/10.2196/mhealth.8873

McCarroll, R., Eyles, H., & Ni Mhurchu, C. (2017). Effectiveness of mobile health (mHealth) interventions for promoting healthy eating in adults: A systematic review. *Preventive Medicine, 105,* 156–168. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.08.022

McCurdie, T., Taneva, S., Casselman, M., Yeung, M., McDaniel, C., Ho, W., & Cafazzo, J. (2012). mHealth consumer apps: The case for user-centered design. *Biomedical Instrumentation & Technology, 46*(s2), 49–56. https://doi.org/10.2345/0899-8205-46.s2.49

McGovern, L., O'Toole, L., Houshialsadat, Z., & O'Reilly, S. L. (2024). Women's perspectives on mHealth behavior change interventions for the management of overweight, obesity, or gestational diabetes: A qualitative meta-synthesis. *Obesity Reviews, 25*(8), e13761. https://doi.org/10.1111/obr.13761

Morris, T., Aspinal, F., Ledger, J., Li, K., & Gomes, M. (2023). The impact of digital health interventions for the management of type 2 diabetes on health and social care utilisation and costs: A systematic review. *PharmacoEconomics – Open, 7*(2), 163–173. https://doi.org/10.1007/s41669-022-00377-9

Nilsen, W., Kumar, S., Shar, A., Varoquiers, C., Wiley, T., Riley, W. T., Pavel, M., & Atienza, A. A. (2012). Advancing the science of mHealth. *Journal of Health Communication, 17*(sup1), 5–10. https://doi.org/10.1080/10810730.2012.677394

Özdemir, Y., & Korkmaz, S. (2025). Mobil sağlık uygulamalarını benimseme niyetinin, mobil uygulama özellikleriyle sağlık arama davranışı arasındaki aracılık etkisinin belirlenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi, 17*(2), 1517–1533. https://doi.org/10.20491/isarder.2025.2048

Pagliari, C., Sloan, D., Gregor, P., Sullivan, F., Detmer, D., Kahan, J. P., Oortwijn, W., & MacGillivray, S. (2005). What is eHealth (4): A scoping exercise to map the field. *Journal of Medical Internet Research, 7*(1), e391. https://doi.org/10.2196/jmir.7.1.e9

Pawar, B. (2025). mHealth market size, share & industry analysis, by category. *Fortune Business Insights.* https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/mhealth-market-100266

Qudah, B., & Luetsch, K. (2019). The influence of mobile health applications on patient–healthcare provider relationships: A systematic, narrative review. *Patient Education and Counseling, 102*(6), 1080–1089. https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.01.021

Risling, T., Martinez, J., Young, J., & Thorp-Froslie, N. (2018). Defining empowerment and supporting engagement using patient views from the citizen health information portal: Qualitative study. *JMIR Medical Informatics, 6*(3), e8828. https://doi.org/10.2196/medinform.8828

Russo, G., Moretta Tartaglione, A., & Cavacece, Y. (2019). Empowering patients to co-create a sustainable healthcare value. *Sustainability, 11*(5), 1315. https://doi.org/10.3390/su11051315

Sabetrohani, H., Koohpayehzadeh, J., Sheikhtaheri, A., Goli, S., Abhari, M. B., & Keramat, A. (2025). Virtual-based prenatal care methods and their reported outcomes—A scoping review. *Health Science Reports, 8*(8), e71150. https://doi.org/10.1002/hsr2.71150

Schnall, R., Cimino, J. J., Currie, L. M., & Bakken, S. (2011). Information needs of case managers caring for persons living with HIV. *Journal of the American Medical Informatics Association, 18*(3), 305–308.

Silva, B. M. C., Rodrigues, J. J. P. C., de la Torre Díez, I., López-Coronado, M., & Saleem, K. (2015). Mobile-health: A review of current state in 2015. *Journal of Biomedical Informatics, 56,* 265–272. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.003

Stapelfeldt, P. M., Müller, S. A. M., & Kerkemeyer, L. (2024). Assessing the accessibility and quality of mobile health applications for the treatment of obesity in the German healthcare market. *Frontiers in Health Services, 4,* 1393714. https://doi.org/10.3389/frhs.2024.1393714

Tandon, U., Ertz, M., & Shashi. (2024). Continued intention of mHealth care applications among the elderly: An enabler and inhibitor perspective. *International Journal of Human–Computer Interaction, 40*(18), 5026–5041. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2232977

Tezcan, D., Erson Asar, B., Çulha, R., Demirağ, F., Oktar, S., & Yıldız, C. (2018). İfade özgürlüğü çalışma grubu raporu. In TBB İnsan Hakları Raporu (2017-2018). Türkiye Barolar Birliği Yayınları: 362.

Topol, E. (2019). *The Topol review. Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future* (ss. 1–48).

Toygar, Ş. A. (2018). E-sağlık uygulamaları. *Yasama Dergisi, 37,* 101–123.

Uluk, M. (2025). Mobil sağlık uygulamaları mahremiyetimizi nasıl tehdit ediyor? *Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi, 14,* 160–190. https://doi.org/10.56676/kiad.1549707

Wang, T., He, C., Jin, F., & Hu, Y. (2022). Evaluating the effectiveness of marketing campaigns for malls using a novel interpretable machine learning model. *Information Systems Research, 33*(2), 659–677. https://doi.org/10.1287/isre.2021.1078

Yayla, E. N., & Çizmeci, B. (2022). T.C. Sağlık Bakanlığı'nın mobil sağlık uygulamalarının bilinirliğine yönelik bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 13*(33), 254–270. https://doi.org/10.21076/vizyoner.897754

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Zarmpou, T., Saprikis, V., Markos, A., & Vlachopoulou, M. (2012). Modeling users' acceptance of mobile services. *Electronic Commerce Research, 12*(2), 225–248.

Zeytun, Ş., Keskin, B., & Aslan, Y. (2025). Mobil sağlık uygulamalarının toplum tarafından benimsenme durumunun değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 34*(1), 1–24. https://doi.org/10.35379/cusosbil.1426818

Zhu, Y., Zhao, Z., Guo, J., Wang, Y., Zhang, C., Zheng, J., Zou, Z., & Liu, W. (2023). Understanding use intention of mHealth applications based on the unified theory of acceptance and use of technology 2 (UTAUT-2) model in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(4), 3139.

https://doi.org/10.71284/asc.2025241

HAYATIMIZDAKİ FİTOTERAPİ

PHYTOTHERAPY IN OUR LIVES

Mehmet Murat Şahin[1]
Ufuk Karadavut[2]
Sitem Merve Şahin[3]

Özet

Tarihi çok eskilere dayanan Fitoterapi (phytos=bitki, therapy=tedavi) bitkilerle tedavi anlamına gelir. Bir Fransız hekimi olan Henri Lenclerc (1870-1953) bitkileri kullanarak hastalıkları tedavi etme yaklaşımını "fitoterapi" terimi ile ilk defa La Presce Medical adlı dergide kullanmıştır. Halbuki, tarih boyunca bitkilerin sağlık koruyucu ya da iyileştirici olarak her toplum tarafından kullanıldığını görmekteyiz. Fitoterapinin Kullanım Alanları: 1. Jinekolojik Hastalıklar, 2. Onkolojik Hastalıklar, 3. Nöropsikiyatrik Hastalıklar, 4. Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları, 5. Dermatolojik hastalıklar (Akne, Yara ve Yanıklar, Viral infeksiyonlar, Bakteriyel ve fungal infeksiyonlar, Uyuz ve bitlenme, Dermatit, Psöriazis, Kronik venöz yetmezlik, Alopesi, Deri kanserleri, Hiperpigmentasyon, Antienflamatuvar etkili bitkisel tedaviler). Fitoterapi Amacıyla Kullanılan Bitkiler**:** Üç floristik bölgenin kesiştiği bir kesimde olan ülkemiz değişik iklim ve ortam koşullarına sahiptir. 8500 adet bitki türü ile bitki örtüsü açısından bayağı zengindir. Ancak drog olarak kullanılan bitkilerin sayısı 500'ü geçmemektedir (Acı bakla, Ada soğanı, Akamber, Alman papatyası, Anason tohumu, Anzarot, Arap zamkı, Ardıç katranı, Arpa, Asılbent, At kestanesi tohumu, Ayçiçeği, Ayva çekirdeği, Badem yağı, Bal, Bal mumu, Bamya çiçeği, Bergamot, Beşparmak otu, Beyaz lahana, Beyaz üzüm, Biberiye, Bit otu tohumu, Boy otu tohumu, Böğürtlen yaprağı, Civanperçemi, Çadırkuşağı, Çam katranı, Çemen, Çin herbal terapisi, Çiriş otu, Çitlembik yaprağı, Çöğen kökü, Çöpçini, Çörek otu tohumu, Dağ tütünü, Dam koruğu, Defne tohumu, Defne yağı, Defne yaprağı, Defneyezit kökü, Devedikeni, Domates, Ebegümeci, Enginar, Fesleğen, Gece çuha çiçeği, Gelincik, Gotu kola, Göztaşı, Gül kurusu, Gül suyu, Gül yağı, Hardal tohumu, Havlıcan, HavuçHint yağı, Hodan yağı, Hüsnüyusuf, Isırgan, Isırgan tohumu, İncir yaprağı, Kadıhindi, Kakao yağı, Kantaron, Karabaş otu, Karabiber, Karanfil, Karnabahar, Karnıyarık tohumu, Kayışkıran otu, Kekik yağı, Keten tohumu, Kereviz, Kına yaprağı, Kırımtartar, Kilermeni, Kudret narı yağı, Küçük Hindistan cevizi yağı, Lavanta çiçeği, Limon kabuğu, Mayasıl otu, Maydanoz, Melek otu, Melisa yaprağı, Mercanköşk, Merzengüş, Meyan kökü, Mezvek, Mürdesenk, Mürver çiçeği, Nane yaprağı, Nar kabuğu, Nişadır, Palamut, Pamuk tohumu, Papatya, Safran, Saparna kökü, Sarımsak, Sarısabır, Sığırdili kuyruğu, Sinirli yaprak otu, Sumak, Susam, Şahtere otu, Üzerlik tohumu, Üzüm çekirdeği ekstresi, Yaban mersini, Yeşil çay, Ylang ylang yağı, Yulaf samanı, Zencefil, Zerdeçal).

Anahtar Kelimeler: Fitoterapi, henri lenclerc, la presce medical.

[1]Dr. Öğretim Üyesi, Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dahili Bilimler, Aile Hekimliği ABD, Karabük, Türkiye murat.sahin@karabuk.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-8223-2731

[2]Prof. Dr., Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ABD, Karabük, Türkiye, ufukkaradavut@karabuk.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-2476-3574

[3]Dr., Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik ABD, Ankara, Türkiye sitem.sahin@hacettepe.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-3966-4333

Abstract

Phytotherapy (phytos = plant, therapy = treatment) has a long history and means treatment with plants. Henri Lenclerc (1870-1953), a French physician, first used the term "phytotherapy" to describe the approach of treating diseases using plants in the journal La Presce Medical. However, throughout history, we see that plants have been used by every society for health protection or healing purposes. Areas of Use of Phytotherapy: 1. Gynecological Diseases, 2. Oncological Diseases, 3. Neuropsychiatric Diseases, 4. Cardiovascular System Diseases, 5. Dermatological Diseases (Acne, Wounds and Burns, Viral infections, Bacterial and fungal infections, Scabies and lice, Dermatitis, Psoriasis, Chronic venous insufficiency, Alopecia, Skin cancers, Hyperpigmentation, Anti-inflammatory herbal treatments). Plants Used for Phytotherapy: Located at the intersection of three floristic regions, our country has diverse climates and environmental conditions. With 8,500 plant species, our flora is quite rich. However, the number of plants used as drugs does not exceed 500 (Lupin, Sage, Ambergris, German chamomile, Anise seed, Anzarot, Gum arabic, Juniper tar, Barley, Asparagus, Horse chestnut seed, Sunflower, Quince seed, Almond oil, Honey, Beeswax, Okra flower, Bergamot, Cinquefoil herb, White cabbage, White grapes, Rosemary, Flea grass seed, Fenugreek seed, Blackberry leaf, Yarrow, Tendril, Pine tar, Fenugreek, Chinese herbal therapy, Asphodelus, Hackberry leaf, Soapwort root, Garcinia, Black cumin seed, Mountain tobacco, Roof sap, Bay leaf, Bay laurel oil, Bay leaf, Bayberry root, Thistle, Tomato, Mallow, Artichoke, Basil, Evening primrose, Poppy, Gotu kola, Bluestone, Dried rose, Rose water, Rose oil, Mustard seed, Galangal, Carrot, Castor oil, Borage oil, Nettle, Nettle seed, Fig leaf, Kadıhindi, Cocoa butter, St. John's wort, Black pepper, Clove, Cauliflower, St. John's wort seed, Aesculus herb, Thyme oil, Flax seed, Celery, Henna leaf, Crimean tartar, Kilermeni, Bitter melon oil, Nutmeg oil, Lavender flower, Lemon peel, Mayonnaise, Parsley, Angelica, Melissa leaf, Marjoram, Mersang, Licorice root, Mezvek, Lithall, Elder flower, Mint leaf, Pomegranate peel, Starch, Bonito, Cotton seed, Chamomile, Saffron, Sarsaparilla root, Garlic, Aloe, Mullein, Plantain, Sumac, Sesame, Shahda, Harmala Seed, Grape Seed Extract, Blueberry, Green Tea, Ylang Ylang Oil, Oat Straw, Ginger, Turmeric).

Keywords: Phytotherapy, henri lenclerc, la presce medical.

GİRİŞ

Tarihi çok eskilere dayanan Fitoterapi (phytos=bitki, therapy=tedavi) bitkilerle tedavi anlamına gelir. Günümüzde uygulanan bitkisel tıbbın kaynağı Çin ve Hindistan kökenlidir. Batıda önceleri halk tarafından kullanılan şifalı bitkiler, daha sonraları hekimler tarafından tamamlayıcı tıpta tedavi unsuru olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bedi & Shenefelt, 2002; Durusoy & Ulusal, 2007; Yıldırım vd., 2020).

Bir Fransız hekimi olan Henri Lenclerc (1870-1953) bitkileri kullanarak hastalıkları tedavi etme yaklaşımını "fitoterapi" terimi ile ilk defa La Presce Medical adlı dergide kullanmıştır. Halbuki, tarih boyunca bitkilerin sağlık koruyucu ya da iyileştirici olarak her toplum tarafından kullanıldığını görmekteyiz (Şarışen & Çalışkan, 2005). M.Ö. 3000 yıllarına ait olan Ninova tabletleri, Mezopotamya'da hüküm süren Sümer, Akat ve Asur medeniyetlerinde tedavide bitkisel ve hayvansal ilaçların kullanıldığına dair ilk yazılı belge niteliğindedir. Çin tıbbı ile paralellik gösteren Hint tıbbının önemli temsilcisi Rig Veda M.Ö. 2500'lerde yazdığı eserlerinde yaklaşık bin adet şifalı bitkiden bahsetmiştir. Yunan tıp tarihinin önemli ismi Eskulap ve modern tıbbın babası olarak kabul edilen Hipokrat yazdıkları kitaplarda 400 civarı bitkisel üründen bahsetmiştir. İslam uygarlığı zamanında, yirmi civarı şifalı bitkiden bahseden ve bir nüshası Orhan Gazi Kütüphanesi'nde olan Kitab-al Saydalafi al Tıp adlı eserin yazarı olan Ebu Reyhan, 1650'lere kadar Batı ve İslam coğrafyasında referans kitap olarak kabul edilen ve 800 civarı hayvansal ve bitkisel tedaviden bahseden "El-Kanun Fi't-Tıb" isimli kitabın yazarı ve batıda Avicenna diye bilinen İbn-i Sina ve Al Gafini

bitkisel tıp ile ilgili önemli eserler yazmışlardır.

Almanya'da 1978'de kurulan Komisyon E (German Federal Institute for Drugs and Medical Devices), 300 kadar bitkinin klinik etkilerinin değerlendirildiği bir rapor hazırlamıştır. Sonraki yıllarda bu rapor genişletilmiş ve bitkisel tedavilerin standardizasyonunun sağlanması hedeflenmiştir (Durusoy & Ulusal, 2007).

Bitkisel İlaçlarla İlgili Ülkemizde Yasal Durum

27 Mayıs 2004 tarih ve 5179 sayılı resmi gazetede yayımlanan ve yürürlüğe giren «Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun» kapsamında Türkiye›de süpermarket ve aktarlarda satılan bitkisel ilaçlar artık sadece eczanelerde satılacak. Bu preparatların ruhsatlandırılması, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'ndan Sağlık Bakanlığı'na devredildi. Sağlık Bakanlığı İlaç ve Eczacılık Genel Müdürlüğü, diğer ilaçlarla ilgili yönetmelik, genelge ve denetimleri bu ilaçlar için de uygulayacak (Şarışen & Çalışkan, 2005).

Fitoterapinin Kullanım Alanları

1. Jinekolojik Hastalıklar: Dismenore, menapozda görülen yakınmalar, hiperemezis gravidarum ve postpartum depresyon olmak üzere geniş bir perspektifte araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Rahatlık sağlamak maksadıyla ıhlamur, gül, nane-limon, papatya ve zencefil sık kullanılmaktadır. Dismenore ağrılarını azaltmak için abdominal bölgeye esansiyel yağlarla masaj uygulandığı saptanmıştır. Bilhassa lavanta yağının kullanılmasının daha faydalı olduğu belirtilmektedir. Randomize kontrollü çalışmalarda premenstrüel sendromda (PMS) zerdeçalın PMS bulgularını hafiflettiği görülmüştür. Bunun zerdeçalın nörotransmitter ve antienflamatuar ajanlar üzerine olan etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Khayat vd., 2015). Siyah yılan kökü (Actaea racemosa) bitkisinin premenstruel rahatsızlık, dismenore ve menapoz bulgularını büyük ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Yıldırım vd., 2020).

2. Onkolojik Hastalıklar: Türkiye'de onkolojik hastaların %57,6'sının fitoterapi kullandıkları ve en sık kullanılan tamamlayıcı tıp modalitesinin bitkisel esanslar olduğu bildirilmiştir. Reishi mantarı, pre-kanseröz yüksek risk içeren üroepitelyal hücrelerin temizlenmesini destekleyen immunolojik aktiviteye sahiptir. Aynısafa (Calendula) yağı baş-boyun kanserlerinde radyoterapi sonrası dermatit gelişimini engellemektedir (Yıldırım vd., 2020).

3. Nöropsikiyatrik Hastalıklar: Orta veya ciddi demans tanılı hastalarda limon otu, ökaliptus ve jojoba yağı ile el masajı ve bu bitkilerin aromalarının inhale edilmesi ile de ajitasyon ve nöropsikiyatrik semptomların azaldığı bildirilmiştir (Yıldırım vd., 2020).

4. Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları: Koroner arter bypasslı hastalarda lavanta inhale etmenin vital bulgulara değil, mental stresi azaltmaya etkili olduğu bildirilmiştir (Bikmoradi vd., 2015). Nar suyu serum anjiyotensin converting enzimini inhibe ederek sistolik kan basıncını düşürmektedir (Yıldırım vd., 2020).

5. Dermatolojik hastalıklar:

i. Akne: Taninler (dezenfektanlar)den fındık ağacı (Witch hazel) ve dulavrat otu (Arctium lapa) akne tedavisinde sıkça kullanılmasıyla birlikte yapılan klinik çalışma bulunmamaktadır. Meyve asitleri (alfa hidroksi asitler)nden en sık kullanılanı olan glikolik asit şeker kamışından elde edilir. Çay ağacı yağı (tea tree oil) Melaleuca alternifolia bitkisinin yapraklarından elde edilir. Akne tedavisinde benzoil peroksit kadar etkilidir ancak kuruluk, irritasyon ve yanma gibi yan etkiler benzoil peroksitten daha az görülmektedir (Bedi & Shenefelt, 2002). Hayıt meyvesi (Vitex) seks steroidleri, folik asid, tiamin, piridoksin, riboflavin, kolekalsiferol, tokoferol, tanin ve rezin içerir. Etkisini adenohipofizden salınan FSH (follikül stimülan hormon) ve LH (luteinizan hormon) salınımlarını değiştirerek gösterdiği düşünülmektedir. Premenstrüel dönemde şiddetlenen aknelerde önerilmektedir. Gastrointestinal sistem şikayetleri ve deri döküntüleri haricinde yan etki bildirilmemiştir (Ernst, 2000).

ii. Yara ve Yanıklar: Aloe barbadensis yapraklarından elde edilen Aloe Vera (sarı sabır) içeren jel ve meyve suyu kullanılmaktadır. Radyodermitli vakalarda aloe vera jeli kaşıntı, yanma hissi ve skar oluşumunu azaltmaktadır. Ayrıca kronik bacak ülserleri, donuk travmasına bağlı ülserler, yanıklar ve cerrahi yaralarda da kullanılmaktadır (Ernst, 2000; Algier vd., 2005). Bal, dekubitis ülserleri, yanık yaraları ve enfekte yaraların tedavisinde etkilidir. Antibakteriyel ve antifungal etkiye sahiptir. İçerdiği katalaz enzimi sayesinde yarayı debride ederken higroskopik etkisi ile de ödemi azaltıp granülasyon ve epitelizasyonu uyarmaktadır. Aynısafa çiçeği (marigold, portakal nergisi, Calendula officinalis), antik çağlardan bu yana bacak ülserleri, yara, kundak bezi dermatiti, yanık ve herpes zoster tedavisinde kullanılmıştır. Antimikrobiyal ve immünomodülatör etki gösterir. Farelerde kollajen ve glikoprotein sentez artışıyla granülasyon dokusuna uyarıcı etki gösterdiği belirtilmiştir (Ernst, 2000; Algier vd., 2005).

iii. Viral infeksiyonlar: I.Herpes Simpleks: Oğul otu (lemon balm, Melisa officinalis)ndan üretilen esansiyel yağ herpes simplekste etkilidir. Echinnacea, nane ve propolis de herpes infeksiyonlarına karşı etkilidir (Ernst, 2000). Glabrin, meyan kökü (licorice) özünün deriye penetre olan kısmıdır. Antienflamatuar etkisini siklooksijenaz enzim inhibisyonuyla gösterir. Post herpetik nevralji ve herpes zosterde topikal yolla kullanılmaktadır (Ernst, 2000; Algier vd., 2005).

II.Verruka Vulgaris ve Kondiloma Akkuminata: Podofilin, Podophyllum peltatum bitkisinin kökünden elde edilir. Kondilomada topikal kullanılır (Ernst, 2000). Hamilelerde toksik etkiye sahiptir.

iv. Bakteriyel ve fungal infeksiyonlar: Çay ağacı yağı (tea tree oil) in vitro ortamda P. acnes, S. aureus, E. coli, C. albicans, T.rubrum'a karşı etkilidir. Sarımsak (Allium sativum) içerdiği "ajoene" sayesinde antifungal etkilidir.

v. Uyuz ve bitlenme: Anason tohumu (Anise seed)ndan elde edilen yağ, antibakteriyel ve antiparaziter etkilidir. Hamilelerde kullanılması kontrendikedir.

vi. Dermatit: Çin herbal tedavisi antibakteriyel, antienflamatuar, antihistaminik immünosüpresif, ve steroid benzeri etkilidir. Çeşitli bitkisel karışımlar şahıslara has hazırlandığı için geleneksel Çin herbal tedavisini kontrollü klinik çalışmalar ile değerlendirmek zordur. Atopik dermatitli çocuk ve erişkin hastalarda on çeşit bitkiyle yapılan çayın tesirli olduğu gösterilmiştir (Sheehan & Atherton, 1992). Reverzibl hepatotoksite bildirilmiştir. Yapısında "alfa–bisabolol" ve "flavonoidler" bulunan Alman Papatyası (German chamomile) antipruritik, antienflamatuar ve antibakteriyel etkilidir (Ernst, 2000; Algier vd., 2005; Millikan, 2002). Flavonoidler histamin salınımını baskılar. Alfa-bisabolol ise yara iyileşmesini hızlandırır. Zencefil (turmerik)'in aktif maddesi "curcmin" olup antiparaziter, antibakteriyel, antiviral etki gösterir. Aseptik ve septik ve yaralarda kullanılır. Antikarsinojen ve antienflamatuar etki de gösterir. Egzama, psöriazis, fronkül ve akne tedavisinde, ayrıca cilt yaşlanmasını önleme maksatlı üretilen kozmetiklerde kullanılır (Millikan, 2002; Aburjai & Natsheh, 2003). Yapısında oleik ve α-linoleik asit bulunan hodan yağı (borage oil) Borage officinalis bitkisinden elde edilir. İnfantil seboreik dermatitinde etkili bulunmuştur (Bedi & Shenefelt, 2002). Ancak atopik dermatitte ise plasebodan farklı etki göstermemiştir (Takwale vd., 2003; Hicran & Başak, 2006).

vii. Psöriazis: Psöriazisli hastalarda Çin herbal terapisi uygularken en sık tercih edilen bitkiler "Radix angelicae dahuricae" ve "amptotheca acumini"dir. Yapılarında bulunan furokumarin sayesinde UV-A ile beraber klasik PUVA tedavisi benzeri etki gösterirler (Ernst, 2000). Aloe Vera (sarı sabır)'nın yapısındaki glycyrrhetinic asit, adrenokortikoid benzeri etki gösterir. Kırmızı acı biberde bulunan kapsaisin bilinen en acı maddelerden biri olup etkisini periferik duyu sinir liflerinde kaşıntı ve ağrı iletiminde görev yapan substans P'nin kümülasyonunu önleyerek gösterir. Psöriazis, diyabetik nöropati, postherpetik nevralji, osteoartrit, ve postoperatif ağrı tedavisinde etkilidir. Antitrombotik ve antienflamatuar etkilere sahip olan dağ tütünü (arnica, leopard zehiri) Arnica montana, yapısındaki sesquiterpen laktonlar sayesinde NF-kB (nükleer faktör-kappa B)'nin transkripsiyonunu baskılar. NF-kB, IL (interlökin)-1, IL-6 ve IL-8 gibi sitokinlerin, intersellüler adhezyon moleküllerinin, antijen sunucu hücrelerin ve siklooksijenaz enziminin

genlerini kontrol eder. Arnica, psöriazisde krem ya da ıslak kompres şeklinde kullanılır. Sistemik kullanımı kardiyovasküler, nörolojik, gastrointestinal yan etkilere, hatta ölüme yol açabilir (Ernst, 2000).

viii. Kronik venöz yetmezlik: At kestanesi (horse chestnut, Aesculus hippocastanum) bitkisinde bulunan aescin, lökosit inhibisyonu ile enflamasyonu, hyalüronidaz ve elastaz inhibisyonu ile de kapillerlerin geçirgenliğini ve ödemi azaltır. Hemoroid, spor yaralanmalarının neden olduğu ödem ve kronik venöz yetmezlik tedavisinde kullanılır. Üzüm çekirdeği (grape seed, Vitis vinifera) yapısında bulunan "proantosiyanidin" çok güçlü bir antioksidandır. Kronik venöz yetmezlikte 50–300 mg günlük dozda etkilidir (Ernst, 2000). Japon eriği (Ginkgo biloba) vazodilatasyon yapar. Tinnitus, serebral ve periferik vasküler hastalıklar, kalp yetmezliği, astım, vertigo ve demansta kullanılır (Hicran & Başak, 2006). Gotu Kola (Centella asiatica) mikrosirkülasyon ve transkutan arteriyel oksijen basıncını düzenler, kronik venöz yetmezlikte, ödemi ve gece ağrılarını azaltır (Ernst, 2000; Hicran & Başak, 2006). Dağ tütünü (arnica) topikal kullanıldığında enflamasyon ve ekimozları azaltır. Krem formunda varis, ekimoz ve hemoroid tedavisinde endikedir (Ernst, 2000).

ix. Alopesi: Alopesi areatalı hastalarda üzüm çekirdeği ve jojoba yağı bazında kekik, biberiye, lavanta ve sedir yağı kullanılmış ve etkili olduğu saptanmıştır (Hay vd., 1998).

x. Deri kanserleri: Çay, Camellia sinensis bitkisinin fermente edilmesiyle elde edilir. Yeşil çay bunun fermente edilmemiş halidir. Yeşil çay içeriğindeki "epigallokatekin" antioksidan, antienlamatuar ve antikanserojen etkiye sahiptir. Topikal uygulanan yeşil çay özleri, UV etkisiyle ciltte oluşan eritemde baskılanma ve DNA hasarında azalmaya yol açar. "Theflavin" siyah çayın etken maddesi olup UV-B'ye bağlı eritemi baskılar, apopitozisi uyarır ve deri tümörlerini önler (Buchness & Ruth, 1998). Biberiye (rosemary, Rosemarry officinalis) özlerinin ciltteki tümörleri önlediği gösterilmiştir. Kanserojenlere maruz bırakılan farelerde, biberiye özlerinin uygulanmasıyla deri tümörünün gelişmediği görülmüştür (Buchness & Ruth, 1998). Hamilelerde kullanımı kontrendikedir. Mumsu yapıda bir madde olan arı reçinesini (propolis) bal arıları ağaç ve bitkilerden topladıkları özlerle üretirler. İçeriğindeki flavonoidler ve fenolik asidler, antienflamatuar, analjezik, antimikrobiyal ve antitümöral etki gösterir. Propolisdeki "clerodane" displastik papillomları DNA sentezini baskılamasıyla engeller (Ernst, 2000). Kırmızı Ginseng: Antioksidan ve bağışıklık sistemini güçlendirici etkilidir. Farelerde deri kanserlerini engellediği gösterilmiştir (Ernst, 2000; Hicran & Başak, 2006). Deve dikeni (silimarin, milk thistle, Silybum marianum), güçlü antioksidan etkiye sahip olup Alman E Komisyonu tarafından karaciğer hastalıklarında kullanılması önerilmektedir. Metotreksat toksisitesi ve hepatik porfirilerde kullanılabilir (Buchness & Ruth, 1998).

xi. Hiperpigmentasyon: Arbutin, hidrokinon derivesi olup en fazla armut ağacı yapraklarında bulunur ve melanozomlardaki tirozinaz aktivitesini baskılar (Nordlund vd., 2006; Parvez vd., 2006). Meyan kökü (licorice)'nün etken maddesi glabridin, tirozinazı baskılar. Kobaylarda UV'ye bağlı eritem ve pigmentasyonu gerilettiği gösterilmiştir (Sheehan & Atherton, 1992). Soya sütü ve soya proteinleri, keratinositlere melanozom alınışını etkileyen PAR-2 (protease activated receptor 2) aktivitesini inhibe eder. Soya fasülyesinde bulunan Tripsin İnhibitör Faktör'ün etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırmalarda soya fasülyesi özlerinin hiperpigmentasyonu gerilettiği gösterilmiştir. Soyanın antikanserojen ve antioksidan etkileri de mevcuttur (Parvez vd., 2006). Dut yaprağı ve çam kabuğu (piknogenol) özleri de hiperpigmentasyon tedavisinde etkilidir (Aburjai & Natsheh, 2003).

xii. Antienflamatuvar etkili bitkisel tedaviler: Lazer, rozasea, UV ve kimyasal peeling gibi işlemlerden sonra görülen eritem ve sensitivite tedavisinde deriyi nemlendiren ve enflamasyonu baskılayan bitkisel kremler kullanılır. Bu maksatla en sık Alman papatyası, yulaf, aloe vera, jojoba yağı, çam kabuğu özü ve likopen (domates ekstresi) kullanılır (Aburjai & Natsheh, 2003; Özden & Gürer, 2007).

Fitoterapi Amacıyla Kullanılan Bitkiler

Üç floristik bölgenin kesiştiği bir kesimde olan ülkemiz değişik iklim ve ortam koşullarına sahiptir. 8500 adet bitki türü ile bitki örtüsü açısından bayağı zengindir. Ancak drog olarak kullanılan bitkilerin sayısı 500'ü geçmemektedir. Bu bitkilerden bir kısmını açıklayalım:

Acı bakla (Semen lupunii): XIX. yy'da Şanizade Ataullah kitabında furonkül tedavisinde acı baklanın merhem şekline getirilerek kullanılabileceğinden bahsetmiştir ve halk arasında halen kullanılmaktadır. Kullanımına bağlı olarak gelişen herhangi bir yan etki literatürde bildirilmemiştir.

Ada soğanı (Scilla maritima): Bir miktar ada soğanı apse üzerine sürüldüğünde temaslı alanda eritem ve ödem gelişmekte ve bir süre sonra apse açılarak içeriğinin drene olması sağlanmaktadır. Ada soğanı ile temastan sonra kontakt dermatit geliştiği bildirilmiştir.

Akamber (Ambra grisea): Gül suyu ile karıştırılan akamber deriyi nemlendirmek üzere bir pamuk vasıtasıyla temizlenmiş yüze gece yatmadan önce sürülerek kullanılır.

Alman papatyası (Flos chamomillae romanae): Saç şampuanlarının bileşiminde saç besleyici olarak kullanılmaktadır. Demlenmiş suyu saç rengini açmak ve saçı beslemek için kullanılmaktadır. Yara iyileşmesini hızlandırıcı etkisinin yanısıra antibakteriyel, antienflamatuar ve antipruritik etkilerinin de olduğu gösterilmiştir.

Anason tohumu (Fructis anisi vulgaris): Anason tohumlarından elde edilen yağ, antiparaziter ve antibakteriyel maksatlı kullanılmaktadır.

Anzarot (Sarcocolla): Galen (M.S. 130-201) tarafından Eski Roma'da apse ve yaraları tedavi etmek için kullanılmıştır.

Arap zamkı (Gummi arabicum): Türk Hekimi Nidai XVI. yy'da bitkiyi sirkede ezerek bazı cilt hastalıklarında kullanmıştır. Halk arasında halen gül suyunda eritilip oluşturulan karışım saçlardaki kepeğe karşı kullanılmaktadır.

Ardıç katranı (Juniperus oxycedrus): Antik çağlardan beri kullanımı söz konusudur. Uyuz ve egzama gibi bazı deri hastalıklarında dahili ve harici olarak kullanılmıştır. Modern tıpta antiseptik ve antiparaziter olarak kullanılmaktadır. Bu etkileri bileşimindeki fenol türevinden kaynaklanmaktadır. Bu ilaç Türk Kodeksinde kayıtlı olup egzama ve psöriazis tedavisinde kullanılabileceği modern tıp tarafından da kabul edilmektedir. Klobetazol ve ardıç katranı kombinasyonu psöriazisin topikal tedavisinde oldukça başarılıdır.

Arpa (Fructus hordei decorticatus): Halk tarafından egzama tedavisinde kullanılmaktadır. Kepeği alınmamış arpa unu egzamayı tedavi etmek için kavrulduktan sonra yenilir. Moniliazis tedavisi için bir miktar arpa suda kaynatılır sonra da bu suyla gargara yapılır.

Asılbent (Gummi benzoe): Antiseptik özelliğinden ötürü meme başı çatlakları ve yaraların tedavisinde kullanılmaktadır.

At kestanesi tohumu (Semen hippocastani): Halk tarafından at kestanesi haşlama suyu akne tedavisinde kullanılmaktadır. Bitkide bulunan aescin maddesi lökositleri inhibe ederek enflamasyonu baskıladığı, hyalüronidaz ve elastaz enzimlerini de inhibe ederek kılcal damar geçirgenliğini ve ödemi azalttığı gösterilmiştir.

Ayçiçeği (Helianthus annuus): Ayçiçeği tohumu lapa haline getirilerek furonküllere sürülmektedir. Ayçiçeğinden elde edilen bazı sterollerin in vitro ve hayvan deneylerinde enflamasyonu azalttığı, epidermal lipid sentezini arttırdığı gözlenmiştir. Ayçiçeğinin atopik dermatit hastalarının tedavisinde de etkili olduğu saptanmıştır.

Ayva çekirdeği (Semen cydoniae): Ayva çekirdeğinin kaynatılmış suyu cilt hastalıklarında yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır. Eski Yunan'da ve diğer Antik Çağ ülkelerinde de kullanılmıştır.

Badem yağı (Oleum amygdalae): Topikal olarak cilt yumuşatıcı, yara ve yanık iyileştirici ve saç gürleştirici olarak kullanılır. XVI. yy'da Nidai ve XVII. yy'da Salih bin Nasrullah, badem yağının efelidlere, saçları gürleştirmek içinse başa sürülebileceğinden bahsetmiştir.

Bal (Mel): Eski Mısır'da yara tedavisinde kullanılmıştır. Hipokrat balı kirli yaraları temizlemek amacıyla kullanmıştır. Halk tarafından çıban, sivilce, açık yara ve bazı şişlikleri tedavi etmek için petekli bal ısıtılır, oluşan eriyik merhem şeklinde sürülür. Antifungal ve antibakteriyel etkili olup içerdiği katalaz enzimi vasıtasıyla yarayı debride ettiği, ödemi azaltarak epitelizasyonu stimule ettiği öne sürülmektedir. Yaralarda lokal antiseptik olarak kullanılmaktadır.

Bal mumu (Cera flava): Antik çağlardan bu yana dermatolojik ve kozmetik preparatlarda kullanılmaktadır. Deriyi yumuşatma etkisinden ötürü bir baz olarak egzama için kullanılan merhemlerin bileşimine girer. Egzama ve yanıklarda topikal olarak kullanılır. Modern tıpta bazı merhemler ve yanık için kullanılan preparatlarda yer alır.

Bamya çiçeği (Flos hibisci): Lapa kıvamında topikal olarak apse tedavisinde kullanılır.

Bergamot (Citrus bergamia): Halk tarafından sinek ısırığı, akne tedavisi ve derideki yağlanmayı azaltması için kullanılır.

Beşparmak otu (Lignum santali albi): Bitkinin çiçeklerinin su ile haşlandıktan sonra yüze sürülmesi yüzdeki lekeleri giderme hususunda etkilidir. Ayrıca yumuşatıcı etkisi de mevcuttur.

Beyaz lahana (Brassica oleracea var. Capitata): Stria distensa oluşumunu önlemek ve tedavi etmek için kullanılır. Kapillerlerdeki çatlamayı engelleyici etkisi de mevcuttur.

Beyaz üzüm (Vitis vinifera): Üzüm çekirdeğinde bulunan OPC-Kompleksi, özellikle yıllar içinde kırılganlaşan kapillerlerin yeniden elastikiyet kazanması ve kan sirkülasyonunda önemli bir takviyedir. Cilt hücrelerine oksijen ulaşımını hızlandırma ve deriyi canlandırma özellikleri de söz konusudur. Fakat henüz kapanmamış veya zor kapanan yaralarda üzüm ve üzüm çekirdeği tüketiminden yara kapanıncaya kadar uzak durulması tavsiye edilmektedir. Üzüm çekirdeğinin ultraviyole ışınlarının etken olduğu cilt kanserleri üzerine koruyucu etkisi de mevcuttur. Hafif ve orta şiddetli atopik dermatitte vitis vinifera içeren kremler tedavide etkili bulunmuştur.

Biberiye (Folium rosmarini): Orta Çağ'da Avrupa'da beyaz şarapta kaynatılan biberiye çiçeklerinden elde edilen losyon yüz temizliğinde, suda haşlanan çiçekler ise yağlı saçların temizliğinde kullanılmıştır. İrinli yaraların tedavisinde, saçları gürleştirmek için, ayrıca ağız ve diş eti enfeksiyonlarının tedavisinde gargara olarak kullanılır. Biberiyenin hem in vivo hem de in vitro ortamlarda güçlü antioksidan etkinliğinin varlığı kanıtlanmıştır. Bitkisel içerikli kozmetiklerin içerisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibakteriyel etkinliği belirlenmiştir. Alopesia areata tedavisinde aromaterapinin bir parçası olan biberiyenin etkili olduğu saptanmıştır.

Bit otu tohumu (Semen sabadillae): Halk tarafından bit karşıtı ve saç dökülmesini önleyici olarak kullanılır. Suda kaynatılan bit otu tohumu bitleri öldürmek için saçlı deriye sürülür. Saçkıran ve saç dökülmesini önleyici olarak bit otu tohumu ve karanfil karışımı kaynatılıp suyu ile saç dipleri ıslatılır.

Boy otu tohumu (Semen foenugraeci): Tohumlarından elde edilen lapa apseyi tedavi etmek için kullanılır.

Böğürtlen yaprağı (Folium rubi): Apse ve yaraların üzerine sürüldüğünde iyileştirici özelliği mevcuttur.

Civanperçemi (Herba millefolii): Yaprağının suyu yaraya sıkıldığı veya yaprağının suda kaynatılıp yaraya sürüldüğünde yarayı tedavi edici özelliği vardır. Kanamayı durdurucu etkisi de mevcuttur.

Çadırkuşağı (Gummi resina ammoniacum): Apse ya da yarayı tedavi etmek için ısıtılıp yumuşatılır veya zeytinyağıyla karıştırılıp yara üzerine sürülür.

Çam katranı (Pix liquida): Osmanlı hekimleri katranın yara iyileştirici etkisinden bahsetmişlerdir. 90 g iç yağında eritilen 10 g katran uyuz tedavisi için deriye sürülür. Modern tıpta da aynı maksatlarla kullanılır, antiseptik ve antiparaziter etkileri mevcuttur. Atopik dermatitli hastalarda topikal antienflamatuar etkisinden yararlanılmaktadır.

Çemen (Trigonella foenum): Yanıklara etkili olduğu M.Ö.1500 yılında Mısır'da Ebers Papirüsü'nde kayıtlıdır.

Çin herbal terapisi: Psöriazis ve atopik dermatit olgularının tedavisinde Çin herbal terapisi kullanılmaktadır.

Çiriş otu (Asphodelus microcarpus): Halk tarafından saç kıran tedavisinde kullanılmaktadır. Yumruları ezilmek suretiyle suyu çıkarılır ve pamukla saç dökülen alanlara sürülür.

Çitlembik yaprağı (Celtis australis): Bazı yaraları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Ayaklardaki aşırı terlemeye karşı, çitlembik yaprakları parmak aralarına ve çorap içine yerleştirilir. Yapraklarının suyu nasır, egzama ve yanık tedavisinde kullanılır.

Çöğen kökü (Radix saponariae albae): Saç güçlendirici ve kepek yok edici olarak kullanılır. Nidai, saç besleyici özelliğine değinmiştir.

Çöpçini (Rhizoma chinae): Halk tarafından egzamaya karşı bir miktar çöpçini su ile kaynatılır ve hastaya içirilir.

Çörek otu tohumu (Semen nigellae sativae): Olgun bitki tohumlarının sıkılmasıyla elde edilen kırmızımtırak sıvı haldeki yağ, saç dökülmesi için ve kepek karşıtı olarak kullanılır. Fungus enfeksiyonlarında destekleyici tedavi olarak kullanılabilir.

Dağ tütünü (Arnica montana): Enflamasyon ve ekimozları azaltmak için topikal olarak kullanılır. Hemoroid, akne, gingivit, ve çeşitli böcek ısırıklarında kullanılmaktadır.

Dam koruğu (Sedum album): Kaşıntı, yara, yanık ve allerjik rahatsızlıkların tedavisi için kullanılır. Bitkinin sıkılarak suyu çıkartıldıktan sonra kilermeni ile karıştırılmak suretiyle kullanılmaktadır. Bitkinin suyu kurdeşeni olan hastaya içirilmektedir. Zeytinyağıyla merhem haline getirilerek yanıklarda kullanılır.

Defne tohumu (Semen lauri): Tek başına ya da kınakına kabuğu ve ceviz yaprağı ile kaynatılarak saçları güçlendirmek amacıyla suyu saçlara sürülür.

Defne yağı (Oleum lauri expressum): İbn-i Sina Orta Çağ'da defne yağının yara iyileştirici etkisinden bahsetmiştir. Saçları beslemek amacıyla da kullanılır.

Defne yaprağı (Folium lauri): Egzamaya karşı defne yaprağı lapası kullanılmaktadır.

Defneyezit kökü (Radix gentianae): Bitkinin kaynatılmış suyu ile cerahatli yaralar yıkanır. Yaygın kullanılan Çin bitkisel ilaçlarından biridir.

Devedikeni (Carduus marianus): Karaciğer hastalığına bağlı gelişen cilt rahatsızlıkları için kullanılır. Farelerde yapılan çalışmalarda fotokanserojenlere karşı antioksidan, antienflamatuar ve immünmodülatör etkileri gösterilmiştir. Ultraviyole bağlı cilt kanseri oluşumunda koruyucu etkisi vardır. Metotreksat toksisitesi geliştiğinde ve hepatik porfirilerde kullanılabilir.

Domates (Lycopersicon esculentum): İçerdiği pipecelik asit, likofili, farnesal gibi maddeler sebebiyle egzamayı arttıran bir sebzedir. Egzama hastalarının domates tüketiminde dikkatli davranmaları önerilir. Son zamanlarda domatesin hipersensitiviteye neden olduğu gösterilmiştir. Domatesin postmenopozal kadınların diyetinde yer almasının cildin mukavemetini arttırdığı bildirilmiştir.

Ebegümeci (Folium malvae): İbn-i Sina ve Kapadokyalı Aretaeus M.S. II. ve III. yy'da ebegümecini yaralarda merhem şeklinde kullanmışlardır. Cilt hastalıklarında, su ya da sütle lapası yapılıp topikal olarak yaralarda kullanılır.

Enginar (Cynara scolymus): Cilt hastalıklarından muzdarip olan hastaların enginar yiyerek veya enginar hapları içerek yarar gördükleri düşünülmektedir. Fare deneylerinde, flavonoid içeren enginarın cilt kanserinde koruyucu etkisinin olduğu görülmüştür.

Fesleğen (Herba basilici): Ağız yaralarına karşı haşlanmış fesleğen suyu ile gargara yapmak fayda sağlamaktadır.

Gece çuha çiçeği (Oenothera biennis): Omega yağ asitlerinden zengin olan bitki egzamada kullanılır. Derideki enflamasyon, kızarıklık ve kaşıntıyı azaltır. Ağızdan alınsa dahi cilt kuruluğuna karşı faydalıdır. Atopik dermatitte etkinlik ve güvenilirliği kanıtlanmıştır ve epidermal bariyer fonksiyonunun sağlanmasında etkisi vardır.

Gelincik (Flos rhoeados): Apse tedavisinde kullanılır.

Gotu kola (Centella asiatica): XIX. yy sonlarından başlayarak Avrupa'da yara iyileştirici olarak ve cilt hastalıklarını tedavi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Etken maddelerin kollajen yapıyı kuvvetlendirdiği saptanmıştır. Venler üzerindeki olumlu etkisi sayesinde varis ve derideki portakal kabuğu görünümü gibi problemleri gidermede kullanılır. Ayrıca bağ dokusunun güçlendirilmesi ve yaraların iyileştirilmesi amacıyla da kullanılır. Kollajen ekspresyonunu arttırır, enflamatuar aracıları etkileyerek deri yaşlanmasını önler. Bilhassa yanık yaralarının iyileşmesinde anjiyogenez ile kollajen sentezini arttırması ve antioksidan olması gibi etkilerinden ötürü çok başarılı sonuçlar aelde edilmiştir.

Göztaşı (Cupri sulphas): Akne üzerine ve uyuzda deriye sürülür. Allerjik durumlarda göztaşı, kükürt, yoğurt karıştırılarak hamur kıvamına getirilir ve cilde sürülür.

Gül kurusu (Flos rosae): Eşref Bin Muhammed tarafından XV. yy'da yazılan Hazainü Saadat adlı eserde, gülün ağız yaralarını iyileştirdiğinden bahsedilir. Cildin güzel görünmesi için hazırlanan kremlere taze sarı gül, kırmızı gül, taze iç yağı ve vazelin katılır.

Gül suyu (Aqua rosae): Eski Roma'da Galen, gül suyu pomadını hazırlayarak bazı cilt yaralarında kullanmıştır. Antiseptik özelliğe sahiptir. Kilermeni ile ezilerek yüzdeki sivilceleri gidermek amacıyla kullanılır. Dudak çatlaklarında bir miktar gül suyu sürülür. El çatlamasına karşı gül suyu ile limon suyu karıştırılarak günde iki kez elleri bu karışımla ovalamak suretiyle kullanılır.

Gül yağı (Oleum rosae): Gül yağı ve menekşe yağı karışımı halk arasında yara tedavisinde kullanılmaktadır. Dudak çatlakları için pomad şeklinde dudağa sürülür.

Hardal tohumu (Semen sinapis nigrae): XVI. yy'da Nidai ve XVII. yy'da Salih bin Nasrullah, hardal tohumunun cilt hastalıklarında kullanıldığını yazmışlardır. Çıbana hardal lapası sürülür. Tohumda bulunan myrocin enziminin antienflamatuar etkisi mevcuttur. İrritan etkisinden ötürü ciltte uzun süre tutulmamalıdır. Lapaları modern tıpta kullanılan galenik preparatlardır.

Havlıcan (Alpinia officinarum): Mantar hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır.

Havuç (Daucus carota): Taze sıkılmış havuç suyunda bulunan bazı maddeler deri enflamasyonunu azaltıcı, mantar üremesini engelleyici, akne lezyonlarını iyileştirici özelliğe sahiptir. Klorojenik asit ve alfa-amirin gibi maddeler ile deriyi ultraviyolenin zararlı etkilerinden korur. Deriye canlılık verici etkisi Salih bin Nasrullah tarafından bahsedilmiştir. Huş ağacının polenlerine hassas bireylerde havuç allerjisi görülebilir. Allerjik kontakt dermatite sebep olduğu bildirilmiştir.

Hint yağı (Oleum ricini): Deriyi yumuşatmak için hint yağı sürülür. Kirpik ve saç diplerini bir miktar hint yağı ile beslemek etkili olur. Saçları gürleştirmek için kına, hint yağı ve bergamot ekstresi karıştırılarak sürülür. Bazı şampuanların içerisinde kullanılmıştır. Deterjanların içindeki irritan temizleyicilere karşı hint yağı kullanılabilir.

Hodan yağı (Oleum borrego officinalis): İçeriğindeki esansiyel yağ asitlerinin zenginliğinden ötürü atopik dermatitte kullanılmak istenmiştir. Fakat atopik dermatit hastalarında etkinliği hususunda oldukça değişken sonuçlar elde edilmiştir.

Hüsnüyusuf (Dianthus barbatus): Anadolu'da kadınlar yüzlerini gerginleştirmek ve pembeleştirmek amacıyla hüsnüyusufu yakıp külünü pudra şeklinde yüzlerine sürmektedirler.

Isırgan (Urtica dioica): M.S. I. yy'da Yunanlı hekim Dioskurides taze toplanmış ısırgan yapraklarını yaraların mikrop kapmasını engellemek için kullanmıştır. Saçlara canlılık ve parlaklık vermesi ve kepek karşıtı etkisi bilinen en temel özellikleridir. Isırganda bulunan bazı etken maddelerin yara iyileştirici olduğu, sivilcelere ve egzamaya karşı etkili olduğu düşünülmektedir. Sinüs pilonidalise bağlı oluşan enfeksiyonda ısırgan lapası kullanılır.

Isırgan tohumu (Semen urticae): Isırgan tohumu lapası topikal olarak apse tedavisinde kullanılır.

İncir yaprağı (Folium caricae): Halkımız incir yapraklarını egzama ve bazı cilt hastalıklarında kullanır. İncir ağacının dallarındaki süt siğil ve nasırlara sürülür. İncirin deri ile temas etmesinin ardından güneş ışınlarına maruz kalınırsa fitofotodermatit vakalarının gözlendiği bildirilmiştir.

Kadıhindi (Acacia catechu): Halk arasında ağız yaralarında kullanılır. Şerafettin Mağmumi, 'Kamusu Tıbbi' adlı eserinde cerahat gibi kronik akıntılarda haricen kullanıldığını yazmıştır.

Kakao yağı (Oleum cacao): Emziren annelerde meme başı çatlaklarını tedavi etmek için kullanılır. Denize girmeden önce vücudu nemlendirmek amacıyla sürülür. Kakao yağı içeren kozmetik preperatların tavşan çalışmalarında komedojenik etkiye sahip olduğu gösterilmiştir.

Kantaron (Herba centaurii): Salih Bin Nasrullah XVII. yy'da kantaronun yaraları iyileştirici etkiye sahip olduğunu yazmıştır. Bir miktar kırmızı kantaron kurutulduktan sonra zeytinyağı bulunan bir şişeye konur ve bir yıl kadar güneş gören bir yerde bekletilir. Sarı kantaron da aynı şekilde hazırlanır. Her ikisi de yaralara sürülerek kullanılır. Ana etken maddesi hypericin olan sarı kantaron (Hypericum perforatum) "St. John's wort" ismi ile de son yıllarda sık kullanılan bir bitki olarak bilinmektedir. Antibakteriyel ve yara iyileştirici özelliğe sahiptir. Kullanırken güneşten korunmak gerekir çünkü güneş lekesi oluşumuna sebep olabilir. Banyo yağlarında bulunan sarı kantaronun ciltte iyi tolere edildiği gösterilmiştir. İn vivo ve in vitro ortamda anjiyogenezisi inhibe ettiği saptanmıştır. Antibakteriyel, antienflamatuar etkilerinden ötürü atopik dermatit tedavisinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Yüksek doz alımı veya uzun süreli kullanımında fotosensitiviteye neden olabilir. Ayrıca ilaçlarla beraber kullanımında dikkatli olunması önerilmiştir.

Karabaş otu (Lavandula stoechas): Halk arasında egzama tedavisinde kullanılmaktadır.

Karabiber (Fructus piperis nigri): Karabiber, soğan ve bal ile karıştırılıp dökülen saç bölgesine sürülür. Kontakt dermatite sebep olduğu bildirilmiştir.

Karanfil (Eugenia caryophyllata): Halk arasında ağız yaralarına karşı kullanılır. Antifungal, antiseptik, antiviral, antibakteriyel etkileri bulunmaktadır.

Karnabahar (Brassica oleracea botrytis): Karnabahar yaprakları kükürt açısından oldukça zengindir. Kükürt antiparaziter, antiseptik ve akne kurutucu olarak kullanılmaktadır.

Karnıyarık tohumu (Semen psylii): Halk arasında yara ve çıbanları tedavi etmek için lapa şeklinde kullanılır. Salih bin Nasrullah, dil yarılması ve paslanmasında, lapanın dil altına basılacağından bahsetmiştir. Modern tıbba göre bileşiminde bulunan musilaj maddesinden ötürü emoliyan özelliği mevcuttur.

Kayışkıran otu (Ononis spinosa): Leguminosae ailesinde yer alan Ononis spinosa L, birçok hastalığın yanı sıra cilt lezyonları ve/veya enfeksiyonlarının geleneksel tedavisinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, Ononis spinosa (OS)'nın antifungal, antibakteriyel, antienflamatuar ve analjezik etkilerinin olduğunu desteklemektedir. Cilt enfeksiyonlarının geleneksel tedavisinde kullanılan OS külünün bazı Candida

suşları üzerinde antifungal etkiye sahip olduğu düşünülmekle birlikte, bu verilerin daha kapsamlı ve ileri çalışmalarla desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Kekik yağı (Oleum Thymus): Yara tedavi edici ve cildi gerginleştirici olarak kullanılır. Tırnak düştüğünde açığa çıkan yaralı kısma antiseptik olarak kekik yağı sürülür. Antiseptik ve antiparaziter etkileri modern tıpta da bilinmektedir.

Keten tohumu (Oleum linum usitatissimum): Antik çağlardan beri haricen yumuşatıcı olarak kullanılır. Gece yanığı ve çıbana lapa haline getirilen keten tohumu sürülmektedir. Analjezik etkisinden ötürü ağrılı cilt yaralarında topikal olarak kullanılır.

Kereviz (Apium graveolens): Halk arasında deri veremi ve mantar hastalıklarında kullanılmaktadır.

Kına yaprağı (Folium lawsoniae): Salih bin Nasrullah, ağızdaki yaralar için kına gargarası yapılmasının faydalı olduğundan bahsetmiştir. Saç kınayla boyanınca hem renk aldığı hem de beslendiği kabul edilmektedir. Kurutulup toz şekline getirilen kına yaprakları ayak terlemesine karşı çorap içerisine konur. S. Levidov 1926'da nasır, siğil ve kondiloma aküminatada kına uygulamasından iyi neticeler aldığını, bunun bitkinin içeriğindeki tanenden ötürü olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca psöriazis olgularında da iyileşme sağladığını bildirmiştir. Bazı araştırmacılar kınanın antimikotik özelliğe sahip olmadığını hatta yüksek miktarlarda kullanılırsa bazı mantar türlerinde üremeyi önce yavaşlatıp sonra hızlandırdığını öne sürmüştür. Ancak bir çalışmada, kınanın dermatofit mantarlarının üremesini engelleyici etkisinin olduğu bildirilmiştir. Bazı boya ve kozmetiklerin içerdiği kına kontakt ürtikere sebep olabilmektedir. Kına artık tattoolarda da kullanılmaktadır. Tek başına kullanıldığında güvenliyken parafenilendiamin gibi katkı maddeleri eklenince allerjik kontakt dermatit ve veziküler eritema multiform benzeri reaksiyona sebep olduğu bildirilmiştir. Kına ile yapılan tattooların üzerinde lokalize hipertrikoz geliştiği de bildirilmiştir.

Kırımtartar (Potassi bitartras): Ürtiker, Prurigo ve egzamada kullanılır. Egzama için bir miktar bitkinin kaynatılmış suyu sabah-akşam yemek aralarında birer tatlı kaşığı su ile içilmektedir.

Kilermeni (Terra armenica): Kilermeni ürtiker, allerji ve akneleri tedavi etmek için kullanılır. Akne tedavisinde bir miktar bitki ile sirke dövülür ve aknelere sürülür. Ürtiker tedavisinde ise bir miktar bitki vazelin, zeytinyağı veya gül suyuyla karıştırılır ve cilde sürülür.

Kudret narı yağı (Fructus momordicae charantiae): Halk arasında egzama vb cilt hastalıklarında kullanılır.

Küçük Hindistan cevizi yağı (Oleum myristicae): Meme başı çatlaklarını tedavi etmek amacıyla kullanılır. Hindistan cevizi yağı Atopik dermatit, hafif ve orta dereceli kserosiz tedavilerinde nemlendirici ve antibakteriyel özelliklerinden ötürü kullanılabilmektedir.

Lavanta çiçeği (Los lavandulae): Lavanta yağı antiseptik olarak kullanılır. Fransız hekim Menciere 1915'te savaşta yaralananların tedavisini lavanta yağı ile yapmıştır. Dr. Jean Valnet, uçucu yağlardaki antiseptik ve skatrizan özelliklerden bahsetmiştir. Halk tarafından suçiçeği tedavisi ile saç dökülmelerinde kullanılmaktadır. Ciltteki solar lentigo ve akne oluşumunu önler. Alopesia areatanın tedavi edilmesinde aromaterapinin içerisinde uygulanarak etkin tedavi sonuçları edinilmiştir.

Limon kabuğu (Pericarpium citri): Halk arasında saç dökülmesi, nasır, yüzdeki efelid ve solar yanıkların tedavisinde kullanılır. Antioksidan etkisi sebebiyle kozmetik dermatolojide uygulanabileceği bildirilmiştir.

Mayasıl otu (Azuga genevensis): Halk arasında egzama tedavisi için kullanılmaktadır.

Maydanoz (Petroselinum sativum): Maydanoz aslen karaciğer hastalıklarında kullanılır. Maydanozda mantara etkili maddeler (oxypeucedanin, p-cymene ve psoralendir) bulunmaktadır. Maydanoz içeriğindeki apiol, kalsiyum emilimini önleyici özellikte olduğu için osteoporozluların tüketmesi önerilmemektedir. Maydanoz hücre siklus düzenlenmesine yardımcı olarak kanserden koruyucu etki gösterir. Gıda allerjisine neden olabileceği bildirilmiştir.

Melek otu (Herba angelicae): Bitleri öldürmek amacıyla kurutulan bitki dövülürek toz haline getirilir ve bu toz başa sürülerek kullanılır.

Melisa yaprağı (Officinalis melesa): Arı sokmaları, yaralar ve zehirli böcek ısırıklarında kullanılır.

Mercanköşk (Mariorana hortensis): Haricen kullanıldığında güçlü antifungal ve antibakteriyel etkiye sahiptir. Deriden emilimi kolay olup, hücre zarını kolayca geçebilme özelliği vardır.

Merzengüş (Herba majoranae): Dövülerek lapası yapılan merzengüş kirpikleri beslemek amacıyla sürülerek kullanılır.

Meyan kökü (Radix liquiritiae): Antik çağlarda Helenler meyan kökünü topikal olarak yaraları tedavi etmek için kullanmışlardır. Al Kındi iltihaplara karşı merhem halinde topikal uygulanabileceğini yazmıştır. Modern tıp alanında ülser tedavisinde antienflamatuar olarak, kozmetik endüstrisinde ise nemlendirici ve irritan etkiyi ortadan kaldırıcı olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda meyan kökündeki aktif maddeler olan glycyrrhizin ve licochalcone A'nın farelerde yapılan çalışmalarda antitümorejenik etkileri saptanmıştır. Bilhassa cilt karsinogenezinde bu hususla ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Meyan kökü antioksidan özelliğe sahiptir ve hiperpigmentasyon tedavisinde de etkilidir. Post herpetik nevralji ve herpes zoster tedavisinde topikal olarak uygulanmaktadır. Kozmetik kremlerin içerdiği meyan kökü kontakt dermatite sebep olabilmektedir.

Mezvek (Semen staphisagriae): Bitkinin içerdiği delphin alkaloidi bitler üzerinde öldürücü etkiye sahiptir. Saç besleyici ve pediculus capitisi öldürücü etkisi vardır. Modern tıpta %10'luk pomad veya losyon formları kullanılmaktadır.

Mürdesenk (Plumbi monoxidum): Halk tarafından egzama, apse gibi birtakım cilt hastalıklarında merhem biçiminde kullanılır.

Mürver çiçeği (Flores sambuci): Haşlanmış mürver çiçeği suyu halk tarafından solar yanıklarda kullanılır.

Nane yaprağı (Folium menthae piperitae): Nane cilt iltihaplarında pomad biçiminde sürülerek uygulanır. Topikal olarak deri veya mukozaya uygulandığında hafif lokal anestetik etkiye sahiptir. Bu sebeple ferahlık ve serinlik hissi verir. Mentha piperitae (nane)'nin antiseptik, analjezik ve antienflamatuar özellikleri mevcuttur. Nane vulvada, naneli ayak spreyi de ayakta allerjik kontakt dermatit gelişimine yol açmıştır.

Nar kabuğu (Cortex granati): Parmak kaşıntıları için şarapla hazırlanmış nar kabuğu pomadı İbn-i Sina tarafından kullanılmıştır. Uçuk tedavisinde ekşi nar meyve ve kabukları halk tarafından kurutularak toz haline getirilir ve sürülerek uygulanır. Punica granatumun (nar) dokularda iyileşme hızını arttırıcı ve immün sistem yanıtını düzenleyici etkisi rapor edilmiştir. Kanserli hücrelerde büyümeyi inhibe edici etkisi bazı havyan deneylerinde gösterilmiştir. Kozmetik dermatolojide kullanımı söz konusudur. UV-B ışınlarının cilde verdiği hasara karşı narın koruyucu olduğu saptanmıştır.

Nişadır (Amonii chloridum): Egzama tedavisi için küçük parçalar biçiminde yutularak kullanılır. Nişadır, hem dahili hem de harici kurutucu etkiye sahip olduğundan modern tıpta da kullanılmaktadır.

Palamut (Kuercuz liex): Halk tarafından saç ve kaşları gürleştirmek için kullanılır.

Pamuk tohumu (Semen gossypii): Halk tarafından pamuk tohumu apseyi tedavi etmek, pamuk yağı ise saçlarda hızlı uzama sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Ürtiker ve anjiyoödeme sebep olduğu yönünde vaka bildirimleri mevcuttur.

Papatya (Flos chamomillae vulgaris): Topikal olarak yara tedavisi için kullanılır. Kozmetik saç preparatlarının bileşiminde yer alır, saç rengini açıcı etkiye de sahiptir. Saçlı derideki kaşıntı için de kullanılır. Matricaria chamomilla (papatya) antienflamatuar özelliği sayesinde gingival enflamasyonu azaltıcı etkiye sahiptir.

Safran (Crocus stigmataciruci): Plin (M.S. 23-79) Eski Roma'da safranı antipruritik olarak kullanmıştır.

Saparna kökü (Radix sarsaparillae): Li Shizhen (1518-1593) derlemesinde saparna kökünün birtakım cilt hastalıklarında tedavi maksatlı kullanımından bahsetmiştir. IX. yüzyılda Dr. Mehmet Nuri, sifiliz ve bazı cilt hastalıklarında kullanıldığını belirtmiştir.

Sarımsak (Bulbus allii): Yüzlerce yıldır halk tarafından kullanılagelmektedir. Çeşitli saç hastalıkları ve yaraların tedavisinde kullanılmıştır. Neolitik dönemlerden beri küf, bakteri ve mantarlara etkili olduğu düşünülen bir bitkidir. Hint tıbbında Mahushuea olarak adlandırılan sarımsak tonik halinde böcek ısırığı, cilt ülseri ve iltihaplı cilt hastalıklarında kullanılır. Hipokrat (M.Ö. 460-377) sarımsağı birtakım yaraları tedavi etmek için kullanmıştır. Ayrıca Erasistratos (M.Ö. 305-257) egzama tedavisinde sarımsağın, sirke ve kükürtle hazırlanmış merhem halinde kullanılmasını önermiştir. İslam dünyasında Orta Çağ'da cilt hastalıklarında kullanılmıştır. XV, XVI, ve XVII. yüzyıllarda botanikçiler ve hekimler sarımsağı apselerde topikal olarak kullanmışlardır. Meşhur Alman hekimi Hieronymus Bock (1498-1558) ve Hecker lekeler ve seboreik dermatit tedavisinde sarımsak kullanmışlardır. Halk tarafından son derece yaygın biçimde saçkıranda (alopesi areata) kullanılır. Hafifçe çizilen saçın döküldüğü alana sarımsak sürülür. Sarımsağın bu kullanım biçimlerinin birçoğu günümüz modern tıbbınca da kabul görmektedir. Alium sativumun (sarımsak) sulu özlerinin mantarlar ve gram-negatif ve gram-pozitif bakterilere karşı etkili olduğuna dair araştırmalar bulunmaktadır. Eklem romatizmasının ağrısında cilde uygulanması halinde kontakt dermatit gelişimi gözlenmiştir. Allerjik kontakt keilit yaptığı bildirilmiştir. İlaçlarla birlikte kullanıldığında etkileşime dikkat etmek gereklidir.

Sarısabır (Aloe ferox, aloe vera): Halk onu son zamanlarda aloe vera adıyla tanımaktadır. Apse tedavisinde topikal kullanımı söz konusudur. Saç dökülmesinde sarısabır, su ve sirke karıştırılır, saç dipleri bu karışımla ovulur. Sarısabrın yaprak ekstreleri çeşitli cilt hastalıklarında topikal olarak kullanılır. Yanık ve yaralarda iyileşme süresini kısalttığı bilinmektedir. Bunun yanısıra antiviral, antifungal etkileri de mevcuttur. Geleneksel olarak dahili ve harici yaralarda iyileşme sağlamak amacıyla peroral kullanıldığına dair kayıtlar bulunmaktadır. Dermokozmetikte cilt onarımı yapması ve irritasyonu azaltması sebebiyle sık olarak kullanılmaktadır. Aloe vera, aftöz ülserlerin tedavisi için de kullanılır, aloe vera içeren gargara gingival enflamasyon ve hemorajiyi azaltır ayrıca aerobik, mikroaerobik bakterilerin sayılarının azaltılmasında Listerin'den daha etkilidir. Psöriazis tedavisini antienflamatuar etkisiyle gerçekleştirir. Bir çalışmada, psöriazis tedavisinde topikal aloe veranın topikal %0.1 triamsinolon asetonite göre klinik semptomları daha hızlı azalttığı gösterilmiştir. Aloe veranın yara iyileşmesinde de etki gösterdiği gösterilmiştir. Peroral kullanımında farelerle yapılan bir araştırmada yara iyileşme hızını arttırdığı görülmüştür. Genital siğil, liken planus, aftöz stomatit, pernio, seboreik dermatit, kserosiz, genital herpes, psöriazis, yanık, yara iyileşmesinde topikal kullanılmasının tedaviye yardımcı olabileceği savunulmaktadır. Vulvar liken planusun tedavisinde etkili ve güvenilir olduğu saptanmıştır. Oral liken planusun tedavisinde alternatif seçenek olabileceği düşünülmektedir. Topikal aloe vera kullanımı sonucu ağrı sebebiyle kontakt dermatit geliştiği belirtilmiştir.

Sığırdili kuyruğu (Flos verbasci): İltihaplı yaralarda sirkeli yakısı iltihabi kurutucu, kaynatılmış yaprağının suyunun içilmesi ise antipruritik etki göstermektedir.

Sinirli yaprak otu (Herbe plantaginis majoris): Oral yaralarda gargarası kullanılmaktadır.

Sumak (Rhus coriaria): Eski çağlarda yara tedavisi amacıyla kullanılmıştır. İslam tıbbında İbn-i Sina el ve ayak yaralarında, Eşref bin Muhammed XV. yüzyılda ağız mukozasındaki ağrılı yaralarda kullanmıştır. XVII. yüzyılda da Salih bin Nasrullah çatlak dudakların sağaltımında kullanmıştır.

Susam (Oleum sesami): İçerdiği sesamin ve sesamol antioksidan özellik gösterir. Cilt için faydası sebebiyle flaster, merhem ve sabun yapımında kullanılır. Sebum düzenleyici kremlerin içeriğinde bulunur. Çin tıbbında susam yağı topikal kullanıldığı için kontakt dermatit geliştiği bildirilmiştir.

Şahtere otu (Herba fumariae): Uyuz enfestasyonu ve diğer pruritik hallerde kullanılmıştır.

Üzerlik tohumu (Semen pegani): Halkımızca egzama tedavisi için sabahları az miktar tohum yutmak suretiyle kullanılmaktadır.

Üzüm çekirdeği ekstresi (Vitis vinifera): Bu ekstre birtakım cilt hastalıklarında pozitif sonuçlar vermiştir. Cilt yaşlanmasına karşı postmenopozal kadınların diyetine eklenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Yaban mersini (Vaccinum myrtillus): Halk tarafından yara iyileştirici olarak kullanılır.

Yeşil çay (Camilla sinensis): Yeşil çayın cilt yenilenmesinde destekleyici özelliği mevcuttur. Yeşil ve siyah çay, cildi UV ışınlarının sebep olduğu eritem, erken yaşlanma ve cilt neoplazmlarından korumaktadır. Bir araştırmada, yeşil çayın p53 gen aktivitesi ve apopitozu azalttığı, protektif etki oluşturduğu saptanmıştır.

Ylang ylang yağı (Oleum cananga odorata): Bilhassa Uzakdoğu'da çok yaygın biçimde kullanılan bir bitkidir. Sivilceli ciltte direkt buhar yoluyla uygulanılırsa antiseptik özelliği mevcuttur. Deodorantlarda bulunan ylang ylang yağına bağlı kontakt dermatit bildirilmiştir. Aromaterapide kullanılan ylang ylang'a bağlı eritematöz erüpsiyon biçiminde allerjik kontakt dermatit gözlenmiştir.

Yulaf samanı (Avena sativa): Halk tarafından vitiligo plakları için kullanılır. Kolloidal yulaf unu bayağı uzun zamandır dermatolojide kullanılmaktadır. Psöriazis, atopik dermatit, ilaçların indüklediği döküntülerde etkin ve güvenilir doğal bir maddedir. Antihistaminik ve antienflamatuar etkileri vardır.

Zencefil (Rhizoma zingiberis): Asya'da taze zencefil cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılır. Antibakteriyel etkili merhem hali enfeksiyonlu ve egzamalı cilt bölgesine sürülür. Kortizonun rakibi olarak tanımlanır. Antikanserojen ve antienflamatuar etkinliktedir psöriazis, akne, furonkül tedavisinde ve deri yaşlanmasını engellemek için kullanılmaktadır. Topikal olarak zencefil ekstresinin, UV-B' ye sekonder oluşan cilt kırışıklıklarına karşı koruyucu etki gösterdiği gösterilmiştir. İnatçı atopik dermatitin alternatif tedavisinde içerisinde taze zencefilin de yer aldığı formülasyonun faydalı olacağı düşünülmektedir. Aşçılarda allerjik kontakt dermatit olguları bildirilmiştir.

Zerdeçal (Curcuma longa): Halkımızca apse ve böcek sokmalarının tedavisi için kullanılmaktadır. Curcumin maddesi curcuma bitkisinden elde edilen gıda pigmentidir. Curcumin bitkisi görünür ışıkla birlikte kullanılırsa apoptozu indükler, proliferasyonu da inhibe eder. Bu özellikleri ile kanser tedavisinde kullanılabilir (Demirci vd., 2011).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkiler tedavi amacıyla dünya üzerinde binlerce yıldır kullanılmaktadır. Bunu çeşitli kaynaklarda görebiliyoruz. Eski zamanlarda insanlar hastalandığı veya birşeylerden rahatsızlandığı durumlarda bitkileri çeşitli formlarda kullanıyordu. Kullanılan bitkiler, kullanım şekilleri ve miktarları o zamanlardan günümüze kadar nesiller boyu aktarıldı. Ancak günümüzde bitkilerden faydalanma perspektifi çok genişledi ve bu konuda çok ciddi bir pazar oluştu. Öyle ki yurtdışından bile çeşitli preparatlar teknoloji sayesinde birkaç gün içinde elde edilebiliyor. Günümüzde bitkilerden tedavi, kozmetik, zindelik, güçlülük, korunma gibi birçok alanda faydalanılmaktadır. Ancak ciddi bir pazar olduğu ve insanların çoğunun da bu hususta yeterli bilgiye sahip olmadıkları için yanlış veya kötüye kullanım da söz konusu olabiliyor. Bitkilerin bu kullanımıyla ilgili halen yeterli bilimsel çalışmalar mevcut değil. Konu üzerine eğilen bilim insanının sayısının artması ile bilgiler daha yerine oturacak böylece doğru kullanım oranı artacak ve alınan verim de o oranda artacaktır. Bitkisel preparatlar ilaç sektörüne alternatif değil tamamlayıcı olursa daha etkili ve güvenilir olacaktır. Netice olarak şu veya bu sebeple ilaç niyetine kullandığımız maddeler sağlığımıza olumlu etki edeceğine bilgisiz veya bilinçsiz kullanımları halinde son derece olumsuz sonuçlarla karşılaşabiliriz.

KAYNAKÇA

Aburjai, T., & Natsheh, F. M. (2003). Plants used in cosmetics. *Phytotherapy Research, 17*, 987–1000.

Algier, L. A., Hanoglu, Z., Özden, G., & Kara, F. (2005). The use of complementary and alternative (non-conventional) medicine in cancer patients in Turkey. *European Journal of Oncology Nursing, 9*(2), 138–146.

Bedi, K., & Shenefelt, P. D. (2002). Dermatolojide bitkisel tedavi. *Dermatoloji Arşivleri, 138*(2), 232–242.

Bikmoradi, A., Seifi, Z., Poorolajal, J., et al. (2015). Koroner arter baypas ameliyatı geçiren hastalarda lavanta esansiyel yağı ile inhalasyon aromaterapisinin stres ve yaşamsal bulgular üzerine etkisi: Tek kör, randomize klinik çalışma. *Tıpta Tamamlayıcı Tedaviler, 23*(3), 331–338.

Buchness, B., & Ruth, M. (1998). Alternative medicine and dermatology. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery, 17*(4).

Demirci, G. T., Mertoğlu, E., & Altunay, İ. K. (2011). Türkiye'de deri hastalıklarında fitoterapi: Geleneksel kullanılan bitkilerin bilinen etki ve yan etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Dermatology, 21*(3), 117–129.

Durusoy, Ç., & Ulusal, B. G. (2007). Dermatolojide bitkisel tedavi-fitoterapi. *Türk Dermatoloji Dergisi, 1*, 47–50.

Ernst, E. (2000). The usage of complementary therapies by dermatological patients: A systematic review. *British Journal of Dermatology, 142*(5), 857–861.

Hay, I. C., Jamieson, M., & Ormerod, A. D. (1998). Randomized trial of aromatherapy: Successful treatment for alopecia areata. *Archives of Dermatology, 134*(11), 1349–1352.

Hicran, Y., & Başak, P. Y. (2006). *Dermatolojide bitkisel tedavi* (ss. 40–45).

Khayat, S., Hamed, F., Masoomeh, K., et al. (2015). Curcumin attenuates severity of premenstrual syndrome symptoms: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine, 23*(3), 318–324.

Millikan, L. E. (2002). Dermatolojide tamamlayıcı tıp. *Dermatoloji Klinikleri, 20*(5), 602–605.

Nordlund, J. J., Grimes, P. E., & Ortonne, J. P. (2006). The safety of hydroquinone. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 20*(7), 781–787.

Özden, M. G., & Gürer, M. A. (2007). Deri hasarı ve korunma yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Dermatology, 17*(1), 37–48.

Parvez, S., Kang, M., Chung, H. S., et al. (2006). Survey and mechanism of skin depigmenting and lightening agents. *Phytotherapy Research, 20*(11), 921–934.

Sheehan, M. P., & Atherton, D. J. (1992). A controlled trial of traditional Chinese medicinal plants in widespread non-exudative atopic eczema. *British Journal of Dermatology, 126*(2), 179–184.

Şarışen, Ö., & Çalışkan, D. (2005). Fitoterapi: Bitkilerle tedaviye dikkat (!). *STED, 14*(8), 182–187.

Takwale, A., Tan, E., Agarwal, S., et al. (2003). Efficacy and tolerability of borage oil in adults and children with atopic eczema: Randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group trial. *BMJ, 327*(7428), 1385.

Tollesson, A., & Frithz, A. (1993). Borage oil, an effective new treatment for infantile seborrhoeic dermatitis. *British Journal of Dermatology, 129*(1), 95.

Yıldırım, D., Baykal, D., & Can, G. (2020). Kanıt temelli fitoterapi uygulamalarının incelenmesi. *Journal of Academic Research in Nursing*.

https://doi.org/10.71284/asc.2025242

YAPAY ZEKADA ETİK DÖNÜM NOKTASI: İNSAN ONURU VE DİJİTAL BARIŞ

ETHICAL MILESTONE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: HUMAN DIGNITY AND DIGITAL PEACE

Sabiha Kılıç[1]

Özet

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin hızla gelişmesi, insan onuru ve dijital barış kavramlarını etik açıdan yeniden değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. YZ'nin toplumsal, hukuki, kültürel ve bireysel düzeyde yarattığı dönüşüm, insan hakları, etik değerler ve toplumsal barış üzerinde derin etkiler bırakmaktadır. Çalışmada, disiplinlerarası bir bakış açısıyla, YZ etiğinde insan onurunun korunması ve dijital barışın sağlanması için ortaya çıkan etik dönüm noktaları tartışılmıştır. Çalışmada insan onurunu merkeze alarak, dijital ve yapay zeka alanlarında etik temelli bir gelecek ve dijital barış konularında yapılan akademik çalışmalar derinlemesine analiz edilerek literatürün entelektüel eğilim yapısı görselleştirilmiştir. Bu amaçla WoS bibliyografik veri tabanında "artificial intelligence" ve "human dignity" anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan tarama sonucunda 1995-2025 yıllarına ait elde edilen 306 adet bilimsel eser CiteSpace bilimsel haritalama programı yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 1995-2025 yılları arasında yayımlanan eserlerin önemli bir kısmının ABD (71 yayın), İtalya (29 yayın), İngiltere (28 yayın), İspanya (28 yayın) ve Almanya (25 yayın) gibi ülkelerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Toplam 306 yayının yaklaşık %21'inin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini içerdiği ve bu yayınların çoğunlukla "Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam" ile "Nitelikli Eğitim" hedeflerine odaklandığı belirlenmiştir. Ortak atıf ağında, YZ etiği ve insan onuru konularının gelişimine yön veren Pivot Node niteliğindeki yayınların menşe ülkesi olarak ABD, İtalya, İspanya, İngiltere, Almanya, Kanada ve Hollanda öne çıkmaktadır. Bu yayınlarda ortak anahtar kelimeler; yapay zeka, insan onuru, insan hakları ve yapay zeka etiğidir. Alana yön veren ve ortak atıf performansı en yüksek olan dört dönüm noktası niteliğindeki eser de ayrıntılı olarak incelenmiş olup sonuç ve tartışma bölümünde geleceğe yönelik çalışmalar açısından değerlendirmeler sunulmuştur. Çalışma, geleceğin dijital toplumunun sürdürülebilirliği açısından politika önerilerinin geliştirilmesi açısından özgün değer taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, insan onuru, dijital barış, etik, citespace.

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies requires us to reevaluate the concepts of human dignity and digital peace from an ethical standpoint. AI's transformation of society, law, culture, and the individual has profound implications for human rights, ethical values, and social peace. This interdisciplinary study discusses the ethical turning points that have emerged for protecting human dignity and establishing digital peace in AI ethics. Focusing on human dignity, the study provides an in-depth analysis of academic literature on ethics-based futures and digital peace in digital and artificial intelligence,

[1]Prof. Dr., Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, sabihakilic@hitit.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0906-4567

illustrating the intellectual trends in the field. To achieve this, 306 scientific works published between 1995 and 2025 were analyzed using the CiteSpace scientific mapping program. A search was conducted in the WoS bibliographic database using the keywords “artificial intelligence” and “human dignity.” The analysis revealed that a significant portion of the publications were concentrated in countries such as the United States (71 publications), Italy (29 publications), the United Kingdom (28 publications), Spain (28 publications), and Germany (25 publications). Approximately 21% of the publications addressed sustainable development goals, primarily focusing on “Good Health and Well-being” and “Quality Education.” In the co-citation network, publications from the United States, Italy, Spain, the United Kingdom, Germany, Canada, and the Netherlands stand out as Pivot Nodes that guide the development of AI ethics and human dignity issues. These publications’ common keywords are artificial intelligence, human dignity, human rights, and AI ethics. Four landmark works that guide the field and demonstrate the highest common citation performance were examined in detail, and recommendations for future studies are presented in the Results and Discussion section. This study is valuable for developing policy recommendations to ensure the sustainability of future digital societies.

Keywords: Artificial intelligence, human dignity, digital peace, ethic, citespace

GİRİŞ

YZ’nın toplumsal, hukuki, kültürel ve bireysel düzeyde yarattığı dönüşüm, insan hakları, etik değerler ve toplumsal barış üzerinde derin etkiler bırakmaktadır. Bu bağlamda, sosyal bilimler literatüründe YZ etiği, insan hakları, insan onuru ve dijital barışa ilişkin tartışmalar giderek artmaktadır.

Bu çalışma, disiplinlerarası bir bakış açısıyla, YZ etiğinde insan onurunun korunması ve dijital barışın sağlanması için ortaya çıkan etik dönüm noktalarının tartışılmasını planlamaktadır. YZ’nin beraberinde getirdiği temel etik sorunlar üç ana kategoride ele alınmaktadır. Bunlar; önyargılar ve ayrımcılık, veri gizliliği ve manipülasyon riskleri, şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunları olarak sıralanabilir. Örneğin, YZ algoritmaları eğitim verilerindeki mevcut önyargıları güçlendirerek ayrımcı uygulamalara yol açma riski taşır. Bu da mevcut eşitsizlikleri yeniden üretme veya artırma endişesini beraberinde getirir. Ayrıca, YZ uygulamaları, kişisel verileri toplayarak bireyleri manipüle etme potansiyeline sahiptir ve bu durum, bireylerin özerk karar alma yeteneklerini zedeleyen “gizli etki” (hidden influence) biçimindeki manipülasyona yol açabilir. YZ’nın karmaşık doğası, karar verme süreçlerinin anlaşılmasını zorlaştırmakta, bu da hukuki ve ahlaki sorumlulukları üstlenenler açısından şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunlarına neden olmaktadır (Ashrafian, 2015; Riedl, 2019; Geis vd., 2019; Yılmaz vd., 2021; Varma vd., 2023).

İnsan onuru, tüm insan hakları ve özgürlüklerinin kaynağı olan içsel, devredilemez ve mutlak bir değerdir. Onur, bireyin asla bir amaç için araç olarak görülmemesi gerektiğini ifade eden araçsallaştırma yasağını içerir. Ancak YZ’nın yükselişi, bireyleri yalnızca veri noktaları veya istatistiksel kaderin bir parçası olarak gören araçsallaştırma ve nesneleştirme tehdidi ile bireyin özerkliğine ve düşünce özgürlüğüne müdahale risklerini ortaya çıkarmaktadır. Öte yandan, “Dijital Barış” kavramı ise, YZ’nın küresel düzeydeki adalet, çatışma, eşitsizlik ve toplumsal uyum üzerindeki sistemik etkileri ile sorumlu yönetişim arayışını kapsamaktadır. YZ’nın yükselişi, mevcut küresel eşitsizlikleri derinleştirme riski taşımakta ve özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde kritik minerallerin çıkarılması (maden ve çevre sömürüsü/extractivism) ve YZ modellerini eğitmek için düşük ücretli işçilere yaptırılan mikro işler yoluyla etik dışı emek sömürüsüne neden olmaktadır (Cath vd., 2018; Pfeifer-Chomiczewska, 2023; Gozum ve Flake, 2024).

Bu kapsamda, çalışmada insan onurunu merkez alarak, dijital ve yapay zeka alanlarında etik temelli bir gelecek ve dijital barış konularında yapılan akademik çalışmalar derinlemesine analiz edilerek literatürün entelektüel eğilim yapısının görselleştirilmiştir. Bu amaçla, Web of Science (WoS) Bibliyografik veri

tabanında “artificial intelligence” ve “human dignity” anahtar kelimeleri kullanılarak 1995-2025 yılları arasında yayımlanmış 306 adet bilimsel esere ulaşılmıştır. Literatür, güncel çalışma konuları, alana yön veren yazarlar ve ortak atıf performansı yüksek yayınlar kapsamında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışma, geleceğin dijital toplumunun sürdürülebilirliği açısından, YZ’nın potansiyelini maksimize ederken temel hakları ve toplumun bütünlüğünü korumayı amaçlayan sorumlu ve etik bir YZ toplumu oluşturmak için politika önerileri de sunmaktadır. Bu bağlamda çalışmada ayrıntılı olarak değerlendirilen YZ etiğinde insan onuru ve dijital barış, geleceğin dijital toplumunun sürdürülebilirliği açısından merkezi bir öneme sahiptir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yapay zeka (YZ), 1950’lerden bu yana süregelen gelişmelerle birlikte, makinelerin insan bilişsel yeteneklerini taklit etme yeteneğini inceleyen bir disiplin olarak dijital ekonominin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. YZ, karmaşık ve belirsiz yapısıyla üretim, sağlık, ulaşım, finans ve hukuk gibi birçok sektörde etkisini göstermektedir. YZ’nın, artan kullanım alanlarıyla günlük hayatın bir parçası haline gelmesi ve ekonomik kalkınma için önemli bir itici güç teşkil etmesi beklenmektedir. Ancak, YZ’nın kontrolsüz uygulamaları, insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne müdahale gibi ciddi endişelere yol açmaktadır. YZ teknolojilerinin toplumsal yaşama entegrasyonu, etik, insan onuru ve dijital barış kavramlarının yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, sosyal bilimler literatüründe YZ etiği, insan hakları, insan onuru ve dijital barışa ilişkin tartışmalar giderek artmaktadır (Ashrafian, 2015; Riedl, 2019; Geis vd., 2019; Yılmaz vd., 2021; Varma vd., 2023; Pfeifer-Chomiczewska, 2023; Gozum ve Flake, 2024; Ntoutsi vd., 2020; Teo, 2024; Sahebi ve Formosa, 2025). Özellikle yabancı literatürde, bu kavramların YZ uygulamalarıyla ilişkisi, çeşitli disiplinler arası yaklaşımlarla ele alınmaktadır. Aşağıdaki alt başlıklarda yapay zekada etik, yapay zekada insan onuru ve yapay zekada dijital barış kavramlarına ilişkin değerlendirmeler sunulmaktadır.

Yapay Zekada Etik

Etik ve yasal ilkelerin YZ sistemlerinin tasarımına ve geliştirilmesine entegre edilmesi, yalnızca tahmine dayalı performans için optimize edilmiş geleneksel YZ algoritmalarının ötesine geçerek toplumsal faydayı sağlamak için kritik öneme sahiptir. YZ›nın beraberinde getirdiği temel etik sorunlar üç ana kategoride ele alınmaktadır: önyargılar ve ayrımcılık, veri gizliliği ve manipülasyon riskleri, şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunları (Yılmaz vd., 2021).

Önyargılar ve Ayrımcılık**;** YZ algoritmaları, yaratıcısının önyargılarını güçlendirilmiş bir şekilde taşıma riski içerir. Zira eğitim için kullanılan verilerde mevcut önyargılar düzeltilmezse, bireylere karşı ayrımcı uygulamalara yol açabilir. Bu durum, YZ’nın mevcut eşitsizlikleri yeniden üretmesi veya artırması riskini beraberinde getirir. YZ sistemlerinin ırk, cinsiyet veya sosyal statü gibi hassas verilerin kullanılmasıyla ayrımcılığa neden olabileceği endişesi artmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri’nde ceza davalarında kullanılan COMPAS yazılımının Afro-Amerikan sanıklara karşı ayrımcılık yaptığı tespit edilmiştir. Amazon’un bir işe alım algoritmasının ise mevcut iş gücünün özelliklerine dayanarak daha az kadın işe alması nedeniyle ayrımcılık yaptığı tespit edilmiştir. Hassas özelliklerin doğrudan kaldırılması bile ayrımcılığı önlemez. Çünkü bu özelliklerle ilişkili olan diğer veriler («yedekli kodlamalar») ve algoritmik sistemler aracılığıyla ayrımcı sonuçlar doğabilir. YZ, algoritma kullanımındaki kriterlerin standartlaştırılmasıyla önyargıyı azaltabilse de, teknik performansındaki hataların bile farklı gruplar üzerinde orantısız etkilere yol açması mümkündür. (Ntoutsi vd., 2019; Yılmaz vd., 2021;Varma vd., 2023).

Veri Gizliliği ve Manipülasyon Riskleri**;** YZ sistemleri, kişisel verilerin korunması ve gizliliğin ihlali açısından ciddi riskler taşır, zira bireylerin hareketleri ve konumları kamusal alanlarda bile sürekli olarak izlenebilir. YZ uygulamaları, bireylere kişisel verilerinin nasıl kullanıldığı konusunda sınırlı kontrol sağlar. Makine öğrenimiyle anonimleştirilmiş veya dağınık verilerin bile yeniden tanımlanma riski bulunur. Ayrıca, YZ, kişisel verileri toplayarak bireyleri manipüle etme potansiyeline sahiptir; örneğin, Cambridge Analytica’nın bir sosyal medya platformu üzerinden kullanıcı verilerine ulaşarak siyasi kararları hedefli

reklamlarla manipüle etmesi gibi örnekler mevcuttur. Çevrimiçi platformların YZ sistemleri kullanarak içerikleri bireye özel olarak uyarlaması, bireylerin özerk karar alma yeteneklerini zedeleyebilecek bir "gizli etki" (hidden influence) biçimi olan manipülasyona yol açabilir (Yılmaz vd., 2021; Teo, 2024).

Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik; YZ'nın karmaşık ve belirsiz doğası, karar verme süreçlerinin ve sonuçlarının anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu ise şeffaflık sorununa yol açar. Şeffaflık eksikliği, alınan kararın önyargılı veya hukuka aykırı olup olmadığının tespit edilmesini engeller. Bu durum itiraz ve denetim mekanizmalarını zorlaştırır. Oysa YZ'nın şeffaf, öngörülebilir ve doğru bir şekilde çalışması beklenir. Şeffaflık, kullanıcıların YZ kullanımına ilişkin bilinçli kararlar alabilmesini sağlamak için de önemlidir (Yılmaz vd., 2021). Hesap verebilirlik (accountability) açısından, YZ'yı tasarlayan, kuran ve yöneten insanlar hukuki ve ahlaki sorumluluğa sahiptir. Algoritmaların mülkiyeti nedeniyle şeffaflık ve açıklama arasında bir gerilim bulunur. YZ şirketleri fikri mülkiyet riskine karşı algoritma kodlarını açıklamaktan çekinirken, bu durum yöneticilerin kararları açıklamasını ve çalışanların bu kararlara itiraz etmesini zorlaştırır. Ancak, Avrupa Birliği, yüksek riskli YZ uygulamaları için şeffaflık, teknik sağlamlık ve hesap verebilirlik gibi temel etik ilkelere uyulmasını şart koşmuştur. Açıklanabilirlik (explainability), teknik uzman olmayan son kullanıcıların YZ sistemlerinin kararlarını anlamasına yardımcı olmak için kritik bir kapasitedir (Ashrafian, 2015; Riedl, 2019; Geis vd., 2019; Yılmaz vd., 2021; Varma vd., 2023).

Yapay Zekada İnsan Onuru

İnsan onuru, tüm insan hakları ve özgürlüklerinin kaynağı olan içsel, devredilemez ve mutlak bir değerdir. Onur, bir kişinin sadece insan olduğu için sahip olduğu değeri ifade eder ve bireyin asla bir amaç için araç olarak görülmemesi gerektiğini ima eder. Bu durum araçsallaştırma yasağı olarak adlandırılır. YZ'nın yükselişi, insan onuruna yönelik yeni tehditler ortaya çıkarabilmektedir (Pfeifer-Chomiczewska, 2023; Gozum ve Flake, 2024). Bunlar arasında araçsallaştırma ve nesnelleştirme tehdidi, özerklik ve düşünce özgürlüğüne müdahale, hassas grupların bakımında onur kaygıları bulunmaktadır.

Araçsallaştırma ve Nesneleştirme Tehdidi; YZ sistemleri, bireyleri yalnızca veri noktaları, istatistiksel kaderin bir parçası veya bir sonuç elde etmenin aracı olarak görme riski taşır. Bu nesneleştirme, kişinin bireyselliğini ve özerk temsilci olarak rolünü reddedebilir. Çalışan performans değerlendirmelerinde algoritma kullanımı, algılanan onuru azaltabilir. Çünkü çalışanlar kendilerini saygısızca ve araçsal olarak görülmüş hissedebilirler. YZ kararlarının, özellikle de bir çalışanın neden belirli bir karar aldığının anlaşılamadığı durumlarda, daha az adil algılanmasına neden olabilir. Ancak, kaynaklar, onur ihlalinin mutlaka gerçekleşmediğini de göstermektedir. Bir algoritmanın kullanımının gerekçelendirilmesi, algılanan onuru ve adilliği artırabilir. Gerekçelendirme, kararın mantığını açıklayarak ve YZ›nın faydalarının (örneğin, insan önyargılarının giderilmesi) altını çizerek YZ'a yönelik olumsuz algıları azaltabilir, algılanan onur ve adillik seviyesini insan değerlendirmesi düzeyine çıkarabilir (Pfeifer-Chomiczewska, 2023; Zhang ve Amos, 2024).

Özerklik ve Düşünce Özgürlüğüne Müdahale; İnsan onuru, bireyin özerkliğini, kendi kaderini tayin etme hakkını ve fiziksel/zihinsel bütünlüğünü korumasını gerektirir. YZ sistemlerinin dinamik ve kişiselleştirilmiş seçim mimarileri aracılığıyla bireylerin düşüncelerini, ifadelerini ve eylemlerini büyük ölçekte modüle etme gücüne sahip olması, bu temel hakları tehdit edebilir. Düşünce ve kanaat özgürlüğü, uluslararası insan hakları çerçevesinde mutlak bir hak olarak kabul edilir. YZ'nın manipülatif kapasitesi, bireyin karar alma gücünü örtülü bir şekilde bozarak özerkliği zedeler, bu da düşünce özgürlüğünün mutlak doğasına yönelik bir ihlal teşkil edebilir. Bu tür uygulamalar, bireyleri istatistiksel kaderin kategorilerine göre belirlenmiş olarak ele alarak onların özerk temsilci rollerini baltalar (Pfeifer-Chomiczewska, 2023; Teo, 2024).

Hassas Grupların Bakımında Onur Kaygıları; YZ'nın hizmet robotlarında (özellikle yaşlı ve engelli bakım robotlarında) kullanımı, onur ve özerklik konusunda hassas sorunlar yaratır. Bakım robotları, bağımsızlığı ve hareketliliği destekleyebilirken, yıkama veya besleme gibi daha karmaşık görevlerin bir "ruhsuz makine" tarafından yapılması, insaniyetten uzak ve onur kırıcı olarak algılanabilir. Bu nedenle,

potansiyel hastaların robot bakımı görmeye itiraz etme hakkı (hümanist bakım alma hakkı) tartışılmaktadır. YZ uygulamalarının, yaş veya zihinsel/fiziksel engellilik gibi özellikler nedeniyle belirli kişi gruplarının güvenlik açıklarını sömürerek davranışlarını maddi olarak bozması, onur ihlali olarak yasaklanmayı hedefleyen düzenlemelerin odağında yer almaktadır (Pfeifer-Chomiczewska, 2023).

Yapay Zekada Dijital Barış (Küresel Adalet ve Eşitlik)

"Dijital Barış" kavramı, YZ'nın küresel düzeydeki adalet, çatışma, eşitsizlik ve toplumsal uyum üzerindeki sistemik etkileri ile sorumlu yönetişim arayışını içerir. Bu kavram aşağıdaki başlıklar altında tartışılmaktadır.

Küresel Eşitsizlik ve Kaynak Sömürüsü (Extractivism); YZ'nın yükselişi, mevcut küresel eşitsizlikleri derinleştirme riski taşımaktadır. YZ›dan kaynaklanan faydaların ve zararların küresel dağılımı dengesizdir; faydalar çoğunlukla yüksek gelirli ülkelere akarken, maliyetler ve yükler genellikle düşük ve orta gelirli ülkelere yüklenmektedir.

Maden ve Çevre Sömürüsü: YZ donanımı ve altyapısı, kobalt, lityum gibi kritik minerallerin çıkarılmasını gerektirir. Bu çıkarma işlemleri genellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde gerçekleşir ve çatışma, şiddet, çevresel bozulma, yerel su kaynaklarının kirlenmesi ve doğal kaynakların tükenmesi gibi sonuçlara yol açar. Bu durum, sömürgeci mantıkla işleyen "çıkarım mantığı" (extractivism) ile küresel güç asimetrisini derinleştirir.

Emek Sömürüsü (Mikro İşler): YZ modellerini eğitmek için kullanılan veri etiketleme, doğrulama ve sınıflandırma gibi düşük vasıflı mikro işler, yüksek gelirli ülkelerin şirketleri tarafından düşük ve orta gelirli ülkelerdeki düşük ücretli işçilere yaptırılır. Bu işçiler, düşük ücret, güvencesiz çalışma, travmatik içeriklere maruz kalma ve istismar riskiyle karşı karşıya kalır. Bu etik dışı iş gücü uygulamaları, düşük ve orta gelirli ülke vatandaşlarının önemli insan yeteneklerini (Senses, Imagination, Thought, Emotions, Practical Reason) geliştirmesini ve kullanmasını engeller (Sahebi ve Formosa, 2025).

Bu riskleri kontrol altına almak ve sorumlu bir dönüşümü sağlamak için YZ›nın hukuki düzenlemelerle çerçevelenmesi gerekmektedir. AB, YZ için insan merkezli ve riske dayalı bir yaklaşım benimsemiş, yüksek riskli uygulamaları yasaklamayı ve zorunlu yükümlülükler getirmeyi hedeflemiştir. ABD ise, yasal düzenlemelerin teknolojik gelişmeyi engelleme riskine karşı ihtiyatlı bir yaklaşım sergilemekte ve daha çok düzenleyici olmayan faaliyetlere odaklanmaktadır (Yılmaz vd., 2021).

Dijital barışa ulaşmak, küresel düzeyde adil ve sorumlu bir yönetişim gerektirir. Bu, YZ sistemlerinin geliştirilmesinin, hükümetlerin öncü rol oynadığı, özel sektörün, sivil toplumun ve araştırma camiasının bir araya geldiği uluslararası, bağımsız ve çok paydaşlı bir süreçle (multi-stakeholder process) yönlendirilmesini önerir. Bu sürecin amacı, YZ'nın insan onurunu besleyen ve ekosistemiyle birlikte gelişen "iyi bir YZ toplumu" yaratmaktır (Cath vd., 2018).

YZ-YZ etkileşimlerinin etik doğasının (AIonAI) ele alınması da önemlidir. Rasyonel ve duyarlı YZ'ların istismarını önlemek için evrensel bir haklar yasasının benimsenmesi yönünde tartışmalar bulunmaktadır. Bu tür bir etik kaygı, insan medeniyetinin ahlaki kodunu yansıtmaktadır (Ashrafian, 2015).

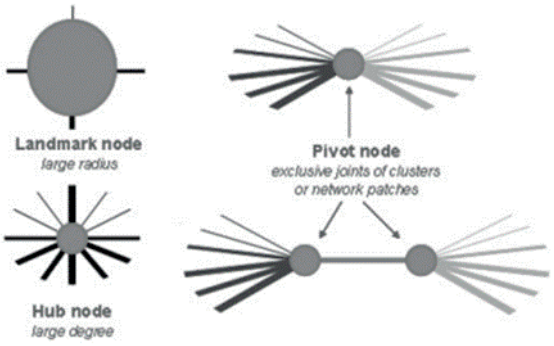
Bu kapsamlı etik ve adalet değerlendirmesi, YZ sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanmasında insan onurunun, özerkliğin ve küresel adilliğin temel alınmasının, YZ'nın insanlık için faydalı bir güç olarak kalmasını sağlamak için hayati önem taşıdığını göstermektedir. Bu, YZ'nın potansiyelini maksimize ederken, temel hakları ve toplumun bütünlüğünü korumayı amaçlayan sorumlu ve etik bir YZ toplumu oluşturmanın yoludur.

2. YÖNTEM

Çalışmada insan onurunu merkez alarak, dijital ve yapay zeka alanlarında etik temelli bir gelecek ve dijital barış konularında yapılan akademik çalışmalar derinlemesine analiz edilerek literatürün entelektüel eğilim yapısının belirlenmesi planlanmaktadır. Bu amaçla WoS Bibliyografik veri tabanında "artificial intelligence" ve "human dignity" anahtar kelimeleri yazılarak yapılan tarama sonucunda 1995-2025 yılları arasında geçen 30 yılda yayımlanmış 306 adet bilimsel esere ulaşılmıştır. Bilimsel eserlerin 255'i makale geri kalanı bildiri, kitap bölümü, kitap incelemesi ve editöre mektup şeklinde eserlerdir. Bu bilimsel eserler 167 adet farklı ülkede ve 235 adet farklı bilimsel dergilerde yayımlanmıştır. Bilimsel eserlerin yayımlanmasında 726 adet akademisyen ve araştırmacı katkıda bulunmuştur. Bilimsel eserlerin büyük bölümünün ABD (71 adet yayın), İtalya (29 adet yayın), İngiltere (28 adet yayın), İspanya (28 adet yayın), Almanya (25 adet yayın), Kanada (19 adet yayın), Hollanda (17 adet yayın), Avustralya (13 adet yayın), Brezilya (11 adet yayın), Hindistan (11 adet yayın) ve Çin Halk Cumhuriyeti (11 adet yayın) ülkelerinde yoğunlaştığı söylenebilir. Bu alanda en fazla yayına sahip ülke ABD'dir. Bilimsel eserlerin yaklaşık %21'inin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini içerdiği ve bu yayınlar arasında da 24 bilimsel eserin 03 Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam ve 12 bilimsel eserin 04 Nitelikli Eğitim hedefleri kapsamında gerçekleştirildiği söylenebilir.

Çalışmada WoS bibliyografik veri tabanından elde edilen 306 adet bilimsel esere ilişkin veri seti CiteSpace bilimsel haritalama programı kullanılarak analiz edilmiştir. CiteSpace, özellikle bilimsel literatürün yapısal ve zamansal dinamiklerini ortaya koymada öne çıkan araçlardan biridir. CiteSpace'in sunduğu olanaklar, bilimsel alanların gelişim eğilimlerinin, anahtar kavramların, yazarlar arası işbirliklerinin ve atıf ağlarının görsel olarak haritalanmasına imkân tanır. Bu bağlamda, CiteSpace kullanılarak yapılan bibliyometrik analizler, multidisipliner araştırmalar için güçlü bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. CiteSpace programının temel amacı, bilimsel literatürün görsel ve hesaplamalı analizi yoluyla bir araştırma alanının yapısını ve dinamiklerini anlamlandırmak ve görselleştirmektir. Araştırmacılara, hızla gelişen bilimsel alanlardaki temel bilgileri ve eğilimleri yakalamaları için güçlü bir araç sunar. Bilimsel bir alanın, araştırma alanının veya disiplinin bilimsel literatürünü görsel analitik bir yaklaşımla incelemek için tasarlanmıştır. Bibliyografik veri setini girdi olarak alır ve ilgili bilim alanının entelektüel yapısını sentezlenmiş ağlar halinde modeller ve görselleştirir. Gelişen trendlerin ve değişimlerin belirlenmesinde bilimsel literatürdeki gelişen trendleri ve ani değişimleri tespit etme ve görselleştirme konusunda önemli metodolojik katkılar sunar. Örneğin, bir araştırma alanındaki "en güncel" araştırma alanlarına ait terimleri ve önemli dönüm noktalarını (pivotal points) belirler. Bu amaçla ortak atıf ağlarından yararlanır (Chen, 2006; Chen, 2020). Görselleştirilmiş bir ortak atıf ağında dönüm noktası düğümleri (Landmark node), merkez düğümleri (Hub node) ve pivot düğümleri (Pivot node) bulunur. Bu düğümler, bir bilgi alanına dair literatürde yer alan önemli makalelerin aranmasını basitleştirmeye yardımcı olur. Görselleştirilmiş ortak atıf ağında yer alan düğümler aşağıdaki şekilde görülmektedir(Chen, 2004):

Şekil 1. Görsel Ağ Düğümleri



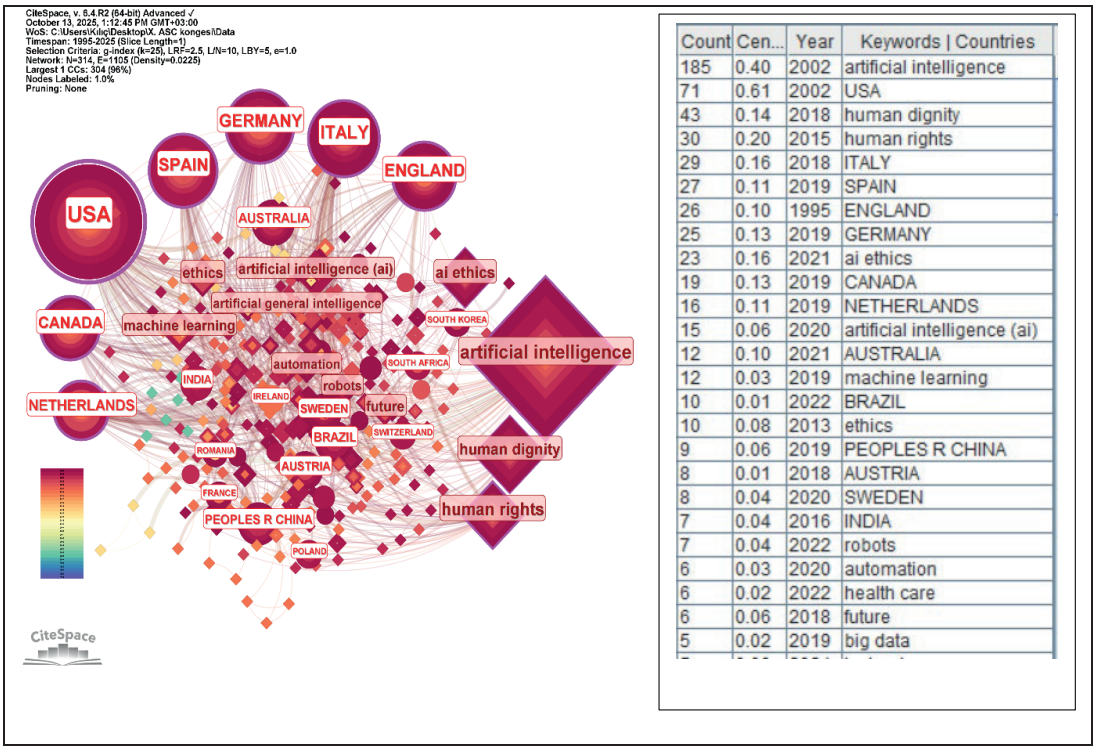
Kaynak: Chen, 2004.

Dönüm noktası düğümü (Landmark node) yüksek atıf alan ve ait olduğu bilim alanına önemli katkıları bulunan böylece büyük etki yaratan makaleleri kapsar. Merkez düğüm (Hub node), nispeten önemli katkıları bulunan makalelerin yer aldığı düğümdür. Merkez düğümde yer alan makaleler ait oldukları bilimsel alana önemli entelektüel katkılar sunma potansiyelinde çalışmalardır. Bu çalışmalar yüksek bağlantı merkezliliği olan makalelerdir. Bu makaleler ağdaki diğer düğümleri birbirine bağlayan yolların ortasında yer almaktadır. Merkez düğümde yer alan makaleler genellikle yapısal boşluklarda bulunur ve yaratıcılık, özgünlük ve farklı alanlar arasında köprü kurma potansiyeline sahiptir. Pivot düğümler (Pivot node) farklı ağlar arasındaki bağlantı noktalarıdır. Yüksek aracılık merkeziyeti değerlerine sahip düğümlerdir. Pivot düğümler iki ağ tarafından paylaşılan ortak düğümler veya ağ bağlantıları sağlayan ağ geçidini temsil ederler. Bir bilim alanının evriminde paradigma kaymalarının veya entelektüel geçiş noktalarının potansiyel göstergeleri olarak tanımlanabilirler. CiteSpace görselinde pivot düğümler genellikle mor bir hakla ile vurgulanır. Böylece, görselleştirmelerde öne çıkararak araştırmacıların bilişsel yükünü önemli düzeyde azaltır ve analiz edilecek makalelerin sayısının daraltılmasına yardımcı olurlar. Merkez düğümün işlevleriyle benzerlik gösterse de iki belirgin küme arasında geçişi karakterize eden makaleler bu düğümde yer alır (Chen, 2004;Chen, Ibekwe-SanJuan, Hou, 2010).

3. BULGULAR

Çalışmada CiteSpace bilimsel haritalama programı yardımıyla yapay zeka, insan onuru ve dijital barış konularında yapılan yayınların entelektüel eğilim yapısı, çalışma alanları, yazarlar, ülkeler, kurumlar ve ortak atıf performansı kapsamında detaylı olarak incelenmiştir. Mevcut çalışmalar kapsamında gelecekte yapılacak benzer çalışmalar ve güncel çalışma alanları, alana yön veren dönüm noktası niteliğindeki yayınlar ve yazarları, bu konuda ortak atıf performansı yüksek yayınlara sahip kurumlar ve ülkelerin alana yönelik katkıları ayrıntılı olarak sunulmuştur. Aşağıdaki bölümde yapay zeka, insan onuru ve dijital barış konularında ortak atıf performansı yüksek yayın, yazar ve ülkeler ile bu yayınlarda kullanılan güncel çalışma konularına ilişkin ayrıntılı analizlerin yer aldığı ağ analizleri yer almaktadır.

Şekil 2. Ülke – Anahtar Kelime Ortak Atıf Ağ Analizi

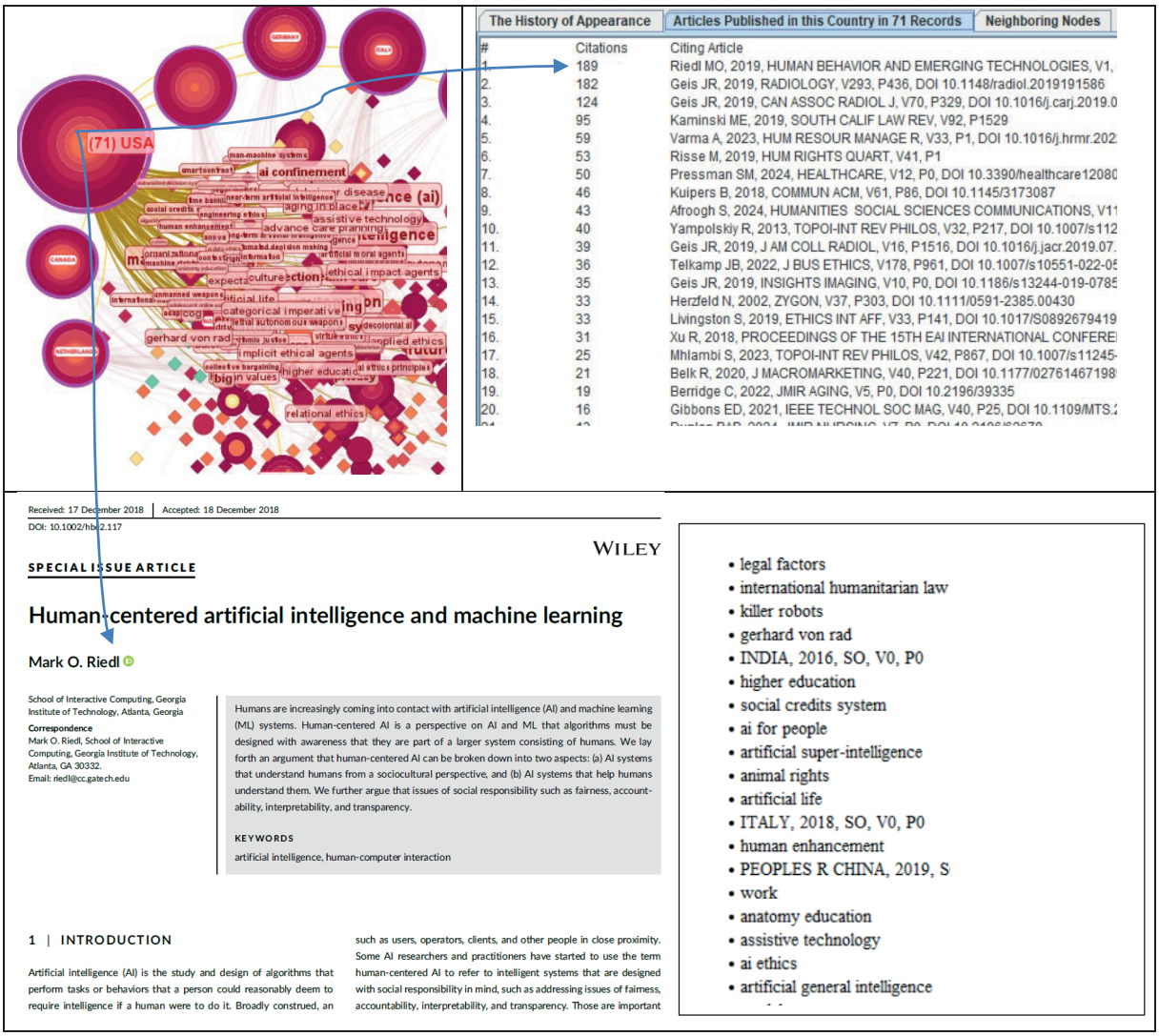


Count	Cen...	Year	Keywords | Countries
185	0.40	2002	artificial intelligence
71	0.61	2002	USA
43	0.14	2018	human dignity
30	0.20	2015	human rights
29	0.16	2018	ITALY
27	0.11	2019	SPAIN
26	0.10	1995	ENGLAND
25	0.13	2019	GERMANY
23	0.16	2021	ai ethics
19	0.13	2019	CANADA
16	0.11	2019	NETHERLANDS
15	0.06	2020	artificial intelligence (ai)
12	0.10	2021	AUSTRALIA
12	0.03	2019	machine learning
10	0.01	2022	BRAZIL
10	0.08	2013	ethics
9	0.06	2019	PEOPLES R CHINA
8	0.01	2018	AUSTRIA
8	0.04	2020	SWEDEN
7	0.04	2016	INDIA
7	0.04	2022	robots
6	0.03	2020	automation
6	0.02	2022	health care
6	0.06	2018	future
5	0.02	2019	big data

Kaynak: CiteSpace, 2025.

Şekil 2 incelendiğinde yapay zeka ve insan onuru konusunda 1995-2025 yılları arasında geçen 30 senede yayımlanan bilimsel eserler arasında 1105 adet ortak atıf ağı olduğu görülmektedir. Bu ortak atıf ağında 314 adet ülke ve anahtar kelime bulunmaktadır. Ortak atıf ağında, yapay zekada etik ve ve insan onuru konularının gelişimine yön veren Pivot Node niteliğinde başta ABD olmak üzere, İtalya, İspanya, İngiltere, Almanya, Kanada ve Hollanda menşeli 213 adet yayın bulunmaktadır. Alana yön veren pivot node niteliğindeki bu yayınlarda ortak olarak kullanılan anahtar kelimeler arasında yapay zeka, insan onuru, insan hakları ve yapay zeka etiği yer almaktadır. Pivot Node menşe ülke ve anahtar kelime ağında ortak atıf performansı en yüksek 4 yayın dikkat çekmektedir. Bu yayınlara ilişkin ayrıntılı bilgi aşağıdaki şekillerde yer almaktadır:

Şekil 3. Mark O. Riedl (2019)'ın Ortak Atıf Performansı Yüksek Bilimsel Eserinin Ağ Analizi



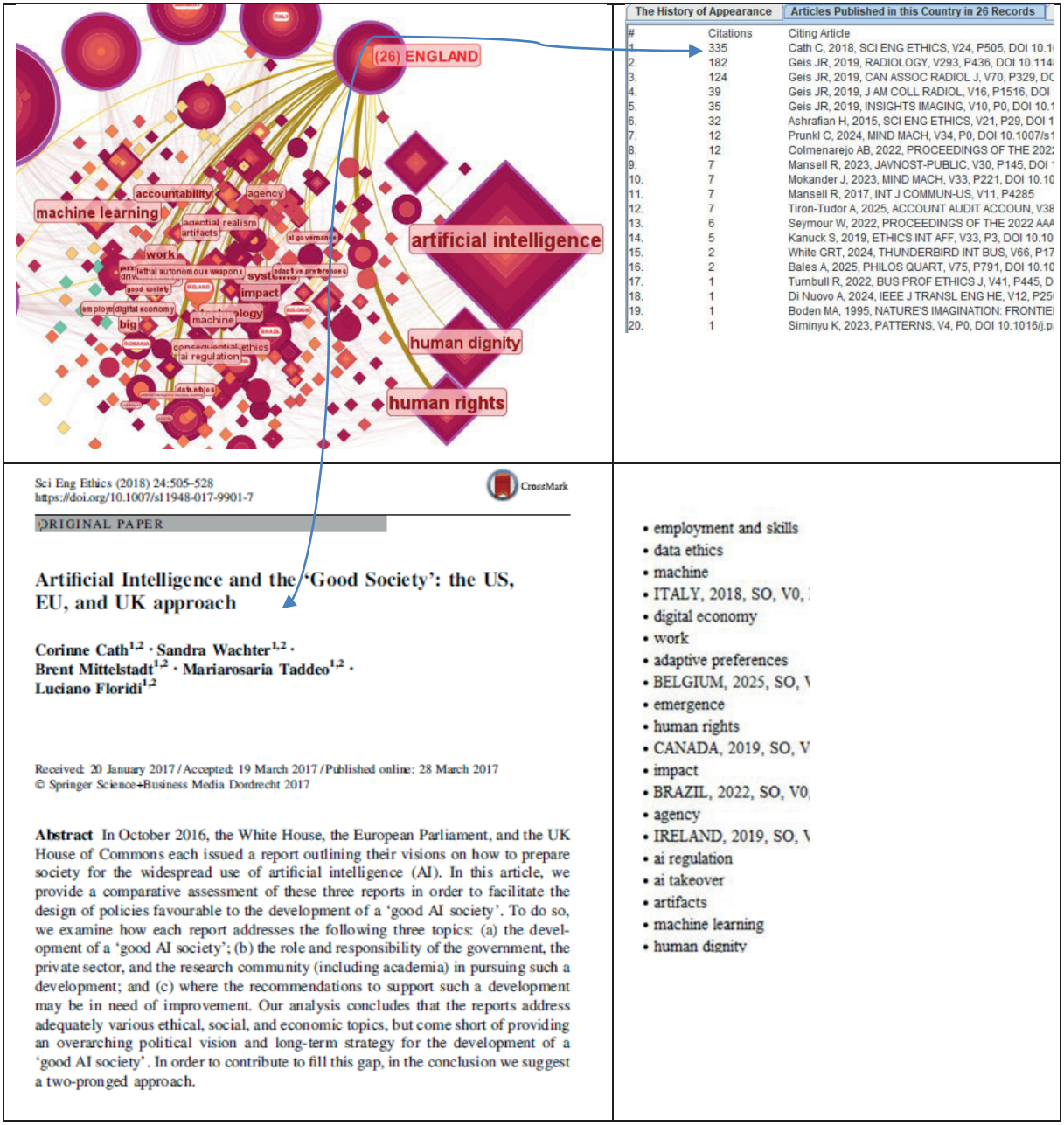
Şekil 3'te ABD'de yayımlanan 71 adet yayına ilişkin 2002-2025 yılları arasında 1376 adet ortak atıf performansına sahip veri yer almaktadır. Ortak atıf performansı yüksek yayınlarda kullanılan başlıca anahtar kelimeler arasında yasal faktörler, uluslararası insanlık hukuku, katil robotlar, insanlar için yapay zeka, yapay üstün zeka, insanı güçlendirme, yapay zeka etiği ve yapay genel zeka yer almaktadır. Bu yayınlar arasında ortak atıf performansı en yüksek yayın (189 adet ortak atıf) Atlanta Teknoloji Enstitüsünde görev yapan Mark O. Riedl tarafından 2019 yılında Human Behavior & Emerging Technology dergisinde yayımlanan "Human-Centered artificial intelligence and machine learning - İnsan odaklı yapay zeka ve makine öğrenimi" başlıklı çalışmadır. Riedl (2019) çalışmasında insanların yapay zeka ve makine öğrenimi

sistemleriyle giderek daha fazla temas halinde olduklarını, bu nedenle yapay zeka algoritmalarının insan merkezli tasarlanması gerektiği ifade edilmektedir. Yazar makalesinde insan merkezli yapay zekanın iki yönüne vurgu yapmaktadır. Birincisi, insanları sosyo-kültürel bir bakış açısıyla anlayan yapay zeka sistemleri, ikincisi insanların yapay zekayı anlamasına yardımcı olan yapay zeka sistemleridir. Çalışmada ayrıca, adalet, hesap verebilirlik, yorumlanabilirlik ve şeffaflık gibi sosyal sorumluluk konularının da yapay zeka algoritmalarının geliştirilmesi aşamasında dikkate alınması gerektiği ifade edilmektedir (Riedl, 2019). Bu çalışma özellikle İtalya, Çin Halk Cumhuriyeti, Kanada, İrlanda, Hollanda ve Almanya menşeli yazarların yayınlarında ortak atıf almıştır. Makale, yapay zeka ve insan-bilgisayar etkileşimi konularını ayrıntılı olarak ele alan dönüm noktası niteliğinde bir eser olarak alana katkıda bulunmaktadır.

Şekil 4. Ntoutsi vd.(2020)'nin Ortak Atıf Performansı Yüksek Bilimsel Eserlerinin Ağ Analizi

Şekil 4'te Almanya'da yayımlanan 25 adet yayına ilişkin 2019-2025 yılları arasında 983 adet ortak atıf performansına sahip veri yer almaktadır. Ortak atıf performansı yüksek yayınlarda kullanılan başlıca anahtar kelimeler arasında eğitimde yapay zeka, insan hakları, yapay zeka mevzuatı, temel haklar ve insan onuru yer almaktadır. Almanya'da yayımlanan 25 adet yayın arasında en yüksek ortak atıf performansına sahip yayın Ntoutsi ve diğerleri tarafından 2020 yılında Data Mining and Knowledge Discovery dergisinde yayımlanan "Bias in data-driven artificial intelligence systems-An introductory survey - Veriye dayalı yapay zeka sistemlerinde önyargı - Giriş niteliğinde bir araştırma" başlıklı 23 yazarlı bir eserdir. Eser tek başına 472 adet ortak atıf almıştır. Çalışmaya Alman, Yunan, İtalyan, İngiliz, Belkiçalı yazarlar katkıda bulunmuşlardır. Yazarlar çalışmalarında, yapay zeka tabanlı sistemlerin karar almak amacıyla yaygın olarak kullanılmaya başlandığı, bu nedenle bu sistemlerin kararlarının herkesi her yerde ve her zaman etkileyebileceği ve dolayısıyla bu durumun potansiyel insan hakları sorunlarını da beraberinde getireceği ifade edilmektedir. Çalışmada, yapay zeka teknolojisinin muazzam potansiyelinden yararlanmaya devam ederken, sosyal faydayı sağlamak için geleneksel yapay zeka algoritmalarının ötesine geçilmesi gerektiği ve yapay zeka tasarım, eğitim ve uygulamalarına etik ve yasal ilkeleri dahil etmek gerektiği vurgulanmaktadır. Yazarlar çalışmalarında teknik zorluklar ve çözümler üzerine odaklanarak yapay zeka sistemlerindeki önyargı alanına ilişkin geniş ve çok disiplinli genel bir bakış sunma ve yasal çerçeveye dayalı yaklaşımlara yönelik araştırmaların yapılmasını önermektedirler. Günümüzde yapay zekanın büyük bir kısmı veriler ve güçlü makine öğrenimi algoritmalarıyla desteklenmekte olduğundan veriye dayalı yapay zekaya odaklanmışlardır. Aksi belirtilmedikçe ırk, cinsiyet ve benzeri demografik özelliklere dayalı önyargılı kararlarla sonuçlanabilecek veri toplama veya işlemeyle ilgili sorunları tanımlamak için genel bir kavram olarak önyargı terimi kullanılmıştır. Makalede ticari, yasal ve etik konular başlığı altında veri madenciliğinde adalet, etik hususlar ve yasal konular ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Ntoutsi vd., 2020). Bu yayına, Belçikalı, Fransız, Çek Cumhuriyetli, Brezilyalı, İsviçreli ve İskoçyalı yazarlarca atıfta bulunulmuştur. Çalışma yapay zeka, etik, insan onuru ve insan hakları alanına yön veren dönüm noktası niteliğinde nitelikli bir eser olarak alana yön vermiş ve katkıda bulunmuş ve bulunmaya devam etmektedir.

Şekil 5. Cath vd.(2018)'nin Ortak Atıf Performansı Yüksek Bilimsel Eserlerinin Ağ Analizi

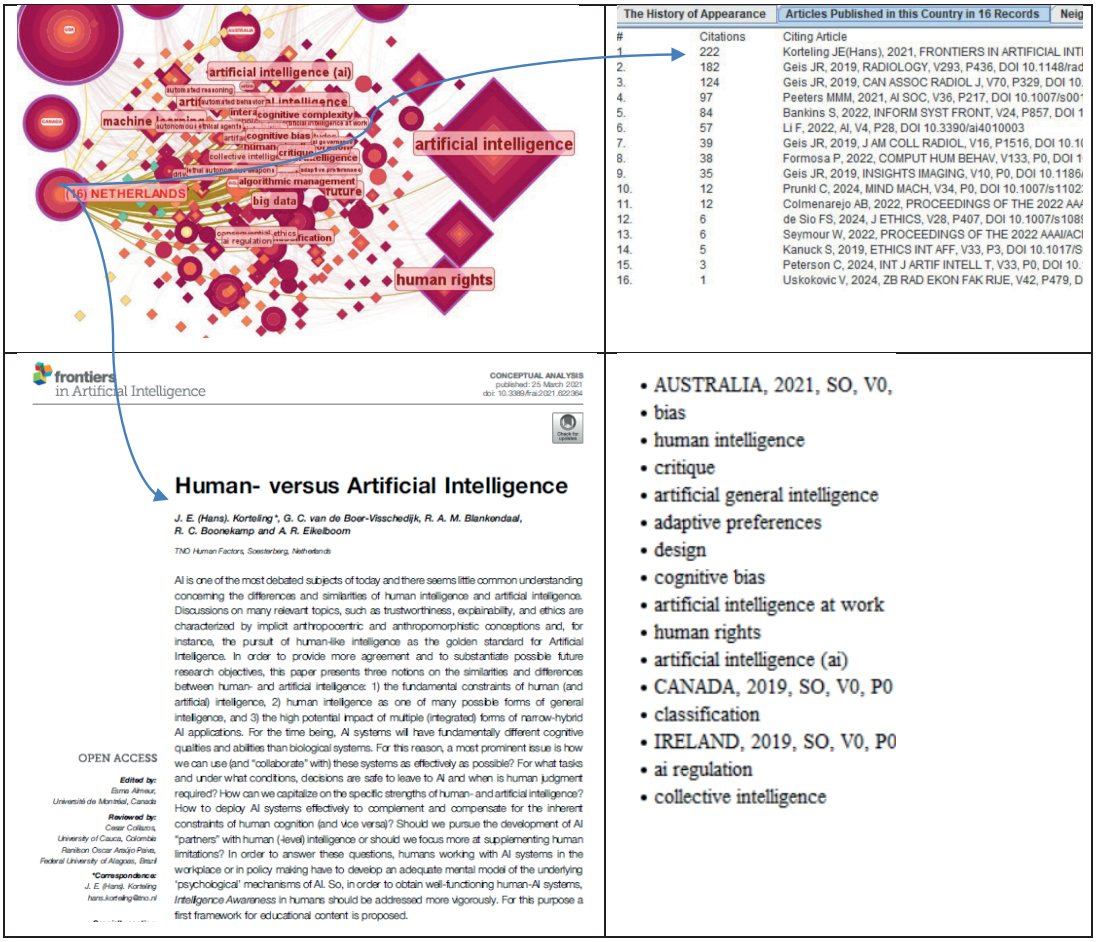


Kaynak: CiteSpace, 2025

Şekil 5'te İngiltere'de yayımlanan 26 adet yayına ilişkin 1995-2025 yılları arasında 818 adet ortak atıf performansına sahip veri yer almaktadır. Ortak atıf performansı yüksek yayınlarda kullanılan başlıca anahtar kelimeler arasında veri etiği, dijital ekonomi, insan hakları, yapay zeka düzenlemeleri, makine öğrenmesi ve insan onuru yer almaktadır. Bu yayınlar arasında 2018 yılında Cath ve diğerleri tarafından Science Engineering Ethics dergisinde yayımlanan "Artificial Intelligence and the "Good Society - the US, EU and UK approach - Yapay Zeka ve "İyi Toplum" başlıklı eser tek başına 335 adet atıf almıştır. İngiliz araştırmacılar tarafından hazırlanan bu çalışmada, iyi bir yapay zeka toplumunun gelişmesine elverişli politikaların tasarlanmasını kolaylaştırmak amacıyla, 2016 yılı Ekim ayında Beyaz Saray, Avrupa Parlamentosu ve Birleşik Krallık Avam Kamarası tarafından yayınlanan yapay zekanın yaygın

kullanımına toplumun nasıl hazırlanması gerektiğine ilişkin vizyonları özetleyen üç rapor karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yazarlar her üç raporun da (1) İyi bir yapay zeka toplumunun gelişimi (b) bu gelişimi sağlamak için hükümetin, özel sektörün ve araştırma topluluğunun rolü ve sorumluluğu (c) bu gelişimi desteklemek için hangi alanlarda iyileştirilmeye ihtiyaç duyulduğu konularını nasıl ele aldıkları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Analizler neticesinde raporların çeşitli etik, sosyal ve ekonomik konuları yeterince ele aldığı ancak iyi bir yapay zeka toplumunun gelişimi için kapsamlı bir siyasi vizyon ve uzun vadeli bir strateji sunmakta yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yazarlara göre insanlar kırılgan, hassas ve savunmasız bireylerdir. Yapay zekanın gelişimi ve uygulamasına dikkat edilmez ise yapay zeka kolayca kristal odadaki fil haline gelebilecektir. Olağanüstü teknolojilere maruz kalan insan hayatı kolayca zarar görebilir. Bu nedenle Yapay Zeka ve Veri Etiği Konseyi kurularak yapay zeka inovasyonu dünyası hakkında etik ve normatif tavsiyelerde bulunmaktan ziyade toplum olarak yapay zekanın gerçekleştirilmesine katkıda bulunmasını istediğimiz geleceği tanımlayarak öngörü sağlamak gerekmektedir. Bu anlamda yeni akıllı teknolojilerin insan projesine hizmet etmesi sağlanmalıdır, tersi değil. Yazarlar gelecekteki yapay zeka ve veri etiği konseyi için ilk adımın yapay zeka inovasyonu dünyası hakkında etik ve normatif tavsiyelerde bulunmak değil toplum olarak yapay zekanın gerçekleştirilmesine katkıda bulunmasını istediğimiz geleceği tanımlayarak öngörü sağlamak olacağını ifade etmişlerdir (Cath vd., 2018). Makale yapay zeka, insan onuru, yapay zeka etiği konularında alana yön veren dönüm noktası niteliğinde bir eser olarak alana katkıda bulunmaktadır.

Şekil 6. Korteling vd. (2021)'nin Ortak Atıf Performansı Yüksek Bilimsel Eserlerinin Ağ Analizi



Kaynak: CiteSpace, 2025.

Şekil 6'da Hollanda menşeli 16 adet yayına ilişkin 2019-2024 yılları arasında 923 adet ortak atıf performansına sahip veri yer almaktadır. Ortak atıf performansı yüksek yayınlarda kullanılan başlıca anahtar kelimeler arasında önyargı, insan zekası, yapay genel zeka, insan hakları, yapay zeka yönetmelikleri, bilişsel zeka ve bilişsel önyargı yer almaktadır. Bu yayınlar arasında Kortelling ve diğerlerinin 2021 yılında Frontiers in Artificial Intelligence dergisinde yayımlanmış olan "Human-versus artificial intelligence - İnsan ve yapay zeka karşılaştırması" başlıklı eser tek başına 222 adet ortak atıf almıştır. Eser yapay zeka, bilişsel zeka ve bilişsel önyargı alanındaki yayınlara yön veren dönüm noktası niteliğindeki bir eserdir. Eserde yazarlar, insan zekası ve yapay zeka arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları üç temel durum ekseninde tartışmaktadırlar. Bunlar (1) insan ve yapay zekanın temel kısıtlamaları (2) genel zekanın olası birçok biçimlerinden biri olarak insan zekası (3) çoklu (entegre) dar-hibrid yapay zeka uygulamalarının yüksek potansiyel etkisi olarak sıralanabilir. Yazarlara göre yapay zeka sistemleri biyolojik sistemlerden temel olarak farklı bilişsel niteliklere ve yeteneklere sahip olacaktır. Bu nedenle cevaplanması gereken en önemli sorular; Bu sistemleri mümkün olduğunca etkili bir şekilde nasıl kullanabiliriz? Hangi görevler ve hangi koşullar altında kararları yapay zekaya bırakmak güvenilirdir? İnsan yargısı ne zaman gereklidir? İnsan ve yapay zekanın her birinin güçlü yönlerinden nasıl yararlanabiliriz? İnsan bilişinin doğasında var olan sınırlamaları tamamlamak ve telafi etmek için yapay zeka sistemlerini nasıl etkili bir şekilde kullanabiliriz? İnsan seviyesinde zekaya sahip yapay zeka partnerleri geliştirmeye mi odaklanmalıyız yoksa insan sınırlarını tamamlamaya mı odaklanmalıyız? Bu soruları yanıtlamak için yapay zekanın altında yatan psikolojik mekanizmaların uygun bir zihinsel modelinin geliştirilmesi önerilmektedir (Korteling vd., 2021). Çalışmada iyi işleyen insan-yapay zeka sistemleri elde etmek için insanlarda zeka farkındalığının daha güçlü şekilde ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin hızla ilerlemesi karşısında insan onuru ve dijital barış kavramlarının etik açıdan yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulayan etik dönüm noktalarını disiplinlerarası bir bakış açısıyla tartışmayı hedeflemiştir. Çalışmada, insan onurunu merkeze alan YZ içerikli akademik literatürün entelektüel eğilim yapısını belirlemek amacıyla WoS Bibliyografik veri tabanında 1995-2025 yılları arasında yayımlanmış 306 bilimsel eser bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen veriler, YZ etiği alanında küresel çapta bir dönüşümün yaşandığını ve bu dönüşümün sürdürülebilir bir dijital gelecek için kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. YZ'nin toplumsal yaşama entegrasyonu, etik ve yasal ilkelerin YZ sistemlerinin tasarımına ve geliştirilmesine entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır. İncelenen literatürde YZ'nın getirdiği temel etik sorunlar üç ana başlıkta toplanmaktadır: önyargılar ve ayrımcılık, veri gizliliği ve manipülasyon riskleri, şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunları. YZ sistemleri, eğitim verilerindeki mevcut önyargıları güçlendirerek ayrımcı uygulamalara yol açma riski taşır. Bu durum, YZ'nın mevcut eşitsizlikleri yeniden üretmesi veya artırması endişesini beraberinde getirir. Ayrıca, YZ uygulamalarının kişisel verileri toplayarak bireyleri manipüle etme potansiyeli, özerk karar alma yeteneklerini zedeleyen bir "gizli etki" oluşturmaktadır. İnsan onuru, bireyin asla bir amaç için araç olarak görülmemesi gerektiğini ifade eden içsel, devredilemez ve mutlak bir değerdir. YZ'nın yükselişi ise bireyleri yalnızca veri noktaları veya istatistiksel kaderin bir parçası olarak gören araçsallaştırma ve nesneleştirme tehdidi ile özerkliğe ve düşünce özgürlüğüne müdahale risklerini ortaya çıkarmıştır.

Dijital barış ise YZ'nın küresel düzeydeki adalet ve toplumsal uyum üzerindeki sistemik etkileriyle sorumlu yönetişim arayışını içerir. Özellikle, YZ donanımı için gerekli olan kritik minerallerin (kobalt, lityum) çıkarılmasının düşük ve orta gelirli ülkelerde çatışma, şiddet ve çevresel bozulmaya yol açması, sömürgeci mantıkla işleyen çıkarım mantığını (extractivism) derinleştirmektedir. Aynı zamanda, YZ modellerini eğitmek için düşük ve orta gelirli ülkelerdeki düşük ücretli işçilere yaptırılan veri etiketleme gibi mikro işler, etik dışı emek sömürüsüne neden olmaktadır.

Çalışmada alana yön veren ve ortak atıf performansı en yüksek olan dört dönüm noktası niteliğindeki eser de incelenmiştir. Mark O. Riedl'ın 2019 tarihli "Human-Centered artificial intelligence and machine learning" başlıklı çalışması, ABD kaynaklı yayınlar arasında en yüksek ortak atıf performansına (189 atıf) sahiptir. Riedl (2019), YZ sistemlerinin insan merkezli tasarlanması gerektiğini, bunun hem YZ'nın insanları sosyo-kültürel açıdan anlamasını hem de insanların YZ'yı anlamasına yardımcı olmasını gerektirdiğini belirtmiştir. Adalet, hesap verebilirlik, yorumlanabilirlik ve şeffaflık gibi sosyal sorumluluk konularının algoritma geliştirmede kritik olduğunu vurgulamıştır. Ntoutsi ve diğerlerinin 2020 yılında yayımlanan "Bias in data-driven artificial intelligence systems-An introductory survey" başlıklı eseri, tek başına 472 adet ortak atıf alarak Alman yayınları arasında en etkili çalışmalardan biri olmuştur. Çalışma, etik ve yasal ilkelerin YZ tasarım ve uygulamalarına dahil edilmesinin sosyal faydayı sağlamak için geleneksel algoritmaların ötesine geçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Cath ve diğerlerinin 2018 tarihli "Artificial Intelligence and the 'Good Society': the US, EU and UK approac" başlıklı eserleri İngiltere menşeli yayınlar arasında 335 adet en yüksek ortak atıf sayısına sahiptir. Bu çalışma, iyi bir YZ toplumunun gelişimi için kapsamlı bir siyasi vizyon ve uzun vadeli bir stratejinin eksikliğine dikkat çekmiştir. Yazarlar, yeni akıllı teknolojilerin insan projesine hizmet etmesini sağlamak gerektiği, aksi takdirde insan hayatının kolayca zarar göreceği uyarısında bulunmuşlardır. Korteling ve diğerlerinin 2021 yılında yayımlanan "Human-versus artificial intelligence" eseri Hollanda menşeli eserler arasında 222 adet ortak atıfla en yüksek atıf sayısına sahiptir. Bu dönüm noktası niteliğindeki çalışma, insan ve yapay zekanın güçlü yönlerinden nasıl yararlanılacağı ve YZ sistemlerinin hangi koşullar altında güvenilir bir şekilde kullanılabileceği gibi temel sorulara odaklanarak, iyi işleyen insan-YZ sistemleri elde etmek için insanlarda zeka farkındalığının artırılması gerektiğini savunmuştur.

Geleceğe Yönelik Politika Önerileri

Sonuç olarak, YZ'nın potansiyelini en üst düzeye çıkarırken, temel hakları ve toplumun bütünlüğünü korumayı amaçlayan sorumlu ve etik bir YZ toplumu oluşturmak hayati önem taşımaktadır. Dijital barışa ulaşmak, küresel düzeyde adil ve sorumlu bir yönetişimi gerektirir. Bu bağlamda, YZ'nın etik yönetiminde uluslararası iş birliği, şeffaflık, hesap verebilirlik ve insan onurunun korunması temel gereklilikler arasında yer almaktadır.

Çalışma, geleceğin dijital toplumunun sürdürülebilirliği açısından, YZ sistemlerinin geliştirilmesinin, hükümetlerin öncü rol oynadığı, özel sektörün, sivil toplumun ve akademinin bir araya geldiği uluslararası, bağımsız ve çok paydaşlı bir süreçle (multi-stakeholder process) yönlendirilmesi gerektiğini önermektedir. Bu sürecin temel amacı, YZ'nın insan onurunu besleyen ve ekosistemiyle birlikte gelişen "iyi bir YZ toplumu" yaratmak olmalıdır. Ayrıca, rasyonel ve duyarlı YZ'ların istismarını önlemek amacıyla YZ-YZ etkileşimlerinin etik doğasının (AIonAI) ele alınması ve evrensel bir haklar yasasının benimsenmesi gerektiği tartışılmalıdır. YZ'nın hukuki düzenlemelerle çerçevelenmesi (AB'nin risk tabanlı yaklaşımında olduğu gibi) sorumlu dönüşümü sağlamak için bir gerekliliktir. İnsan onurunun, özerkliğin ve küresel adaletin YZ sistemlerinin temelini oluşturması, YZ'nın insanlık için faydalı bir güç olarak kalmasının güvencesidir.

KAYNAKÇA

Ashrafian, H. (2015). AIonAI: A Humanitarian Law of Artificial Intelligence and Robotics. *Science and Engineering Ethics*, *21*(1), 29–40. https://doi.org/10.1007/s11948-013-9513-9

Cath, C., Wachter, S., Mittelstadt, B., Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). Artificial Intelligence and the 'Good Society': the US, EU, and UK approach. *Science and Engineering Ethics*, *24*(2), 505–528. https://doi.org/10.1007/s11948-017-9901-7

Chen, C. (2004). Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(Suppl. 1),* 5303–5310. https://doi.org/10.1073/pnas.0307513100

Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emenging Trends and Transient Patterns in Scientific Literatüre. *Journal of the American Society for Information Science and Technology,* 57(3), 359-377.

Chen, C. (2020). *CiteSpace: A practical guide for mapping scientific literature.* Nova Science Publishers.

Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., & Hou, J. (2010). The structure and dynamics of co-citation clusters: A multiple-perspective co-citation analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology,* 61(7), 1386–1409. https://doi.org/10.1002/asi.21309

Geis, J. R., Brady, A. P., Wu, C. C., Spencer, J., Ranschaert, E., Jaremko, J. L., Langer, S. G., Kitts, A. B., Birch, J., Shields, W. E., van den Hoven van Genderen, R., Kotter, E., Morgan, M. B., Gichoya, J. W., Cook, T. S., Safdar, N. M., & Kohli, M. (2019). Ethics of Artificial Intelligence in Radiology: Summary of the Joint European and North American Multisociety Statement. *Radiology*, *293*(2), 436–440. https://doi.org/10.1148/radiol.2019191586

Gozum, I. E. A., & Flake, C. C. D. (2024). Human Dignity and Artificial Intelligence in Healthcare: A Basis for a Catholic Ethics on AI. *Journal of Religion and Health*. https://doi.org/10.1007/s10943-024-02206-1

MiKorteling, J. E. (H)., van de Boer-Visschedijk, G. C., Blankendaal, R. A. M., Boonekamp, R. C., & Eikelboom, A. R. (2021). Human- versus Artificial Intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *4*, Article 622364. https://doi.org/10.3389/frai.2021.622364

Ntoutsi, E., Fafalios, P., Gadiraju, U., Iosifidis, V., Nejdl, W., Vidal, M. E., Ruggieri, S., Turini, F., Papadopoulos, S., Krasanakis, E., Kompatsiaris, I., Kinder-Kurlanda, K., Karimi, F., Fernandez, M., Alani, H., Kruegel, T., Heinze, C., Broelemann, K., Kasneci, G., & Staab, S. (2020). Bias in data-driven artificial intelligence systems—An introductory survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, *10*(3), e1356. https://doi.org/10.1002/widm.1356

Pfeifer-Chomiczewska, K. (2023). Intelligent service robots for elderly or disabled people and human dignity: legal point of view. *AI & SOCIETY*, *38*, 789–800. https://doi.org/10.1007/s00146-022-01477-0

Riedl, M. O. (2019). Human-centered artificial intelligence and machine learning. *Hum Behav & Emerg Tech.* 1, 33–36. https://doi.org/10.1002/hbe2.117

Sahebi, S., & Formosa, P. (2025). Artificial Intelligence (AI) and Global Justice. *Minds and Machines*, *35*(4), 1-29. https://doi.org/10.1007/s11023-024-09708-7

Teo, S. A. (2024). How to think about freedom of thought (and opinion) in the age of AI. *Computer Law & Security Review*, *53*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.clsr.2024.105969

Varma, A., Dawkins, C., & Chaudhuri, K. (2023). Artificial intelligence and people management: A critical assessment through the ethical lens. *Human Resource Management Review*, *33*, 1-112021. https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100923

Yılmaz, İ., Sözer, C., & Elver, E. (2021). Yapay zeka ile ilgili güncel düzenlemeler: Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletlerinde alınan aksiyonlar ışığında bir değerlendirme. *Adalet Dergisi,* 66, 445-469.

Zhang, L., & Amos, C. (2024). Dignity and use of algorithm in performance evaluation. *Behaviour & Information Technology*, *43*(2), 401–418. https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2164214

https://doi.org/10.71284/asc.2025243

KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: TEORİK BİR DEĞERLENDİRME

THE IMPACT OF CORPORATE GOVERNANCE PRACTICES ON FINANCIAL INFORMATION QUALITY: A THEORETICAL EVALUATION

Mehmet Ferhat Çelik[1]
Selçuk Balı[2]

Özet

Bu çalışmanın amacı, kurumsal yönetim uygulamalarının işletmelerin finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini teorik olarak incelemektir. Literatür taramasına dayalı olarak kurumsal yönetim yapılarının (örneğin yönetim kurulu büyüklüğü, bağımsızlık oranı, kadın yönetici oranı, denetim komitesi etkinliği) kazanç kalitesi gibi finansal raporlama unsurlarını nasıl etkilediği değerlendirilmiştir. Araştırmalar, iyi yönetişim uygulamalarının sadece şeffaflığı değil, aynı zamanda sermaye piyasalarında güveni artırarak firma değerine de katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal yönetim, finansal bilgi kalitesi, kazanç kalitesi, şeffaflık, literatür taraması

Abstract

The aim of this study is to theoretically examine the effect of corporate governance practices on the quality of financial information in enterprises. Based on a literature review, the study assesses how corporate governance structures (e.g., board size, independence ratio, female board representation, and audit committee effectiveness) influence financial reporting elements such as earnings quality. Research indicates that good governance practices not only enhance transparency but also contribute to firm value by increasing trust in capital markets.

Keywords: Corporate governance, financial information quality, earnings quality, transparency, literature review

[1] Selçuk Üniversitesi, mehmet@mfutrade.com

[2] Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi Akşehir İİBF, selcukbali@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-5117-8720

GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan finansal skandallar, yatırımcı güvenini zedelemiş ve kurumsal yönetim mekanizmalarının önemini daha da artırmıştır. Kurumsal yönetim, işletmelerin etik, şeffaf ve hesap verebilir bir şekilde yönetilmesini sağlayan bir çerçevedir. Finansal bilgi kalitesi ise doğru kararlar için gerekli olan güvenilir muhasebe bilgisini temsil eder. Bu bağlamda, kurumsal yönetim ve finansal bilgi kalitesi arasındaki ilişki, özellikle gelişen sermaye piyasaları için stratejik önem taşımaktadır. Başka bir deyişle kurumsal yönetim; adillik, şeffaflık, hesap verebilirlik ve sorumluluk ilkeleriyle karar süreçlerini disipline ederken, finansal bilgi kalitesi karar alıcılar için güvenilir ve karşılaştırılabilir bilgi sunma kapasitesini ifade eder. Çalışmanın amacı, kurumsal yönetim unsurlarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkilerini teorik düzeyde bütünlüklü biçimde tartışmaktır.

(i) Kurumsal yönetim → bilgi kalitesi kanallarını (izleme, teşvik hizalaması, uzmanlık/çeşitlilik, bağımsız denetim gözetimi) sınıflandırır; (ii) literatürdeki bulguları tematik alt başlıklarda sentezler; (iii) uygulama ve politika için yol haritası sunar.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Kurumsal Yönetim

Kurumsal yönetim, işletmenin paydaşlarının haklarını koruyan ve yönetsel kararların daha şeffaf alınmasını sağlayan mekanizmaları ifade eder (OECD, 2015: 14; SPK, 2012: 5). OECD ve SPK tarafından tanımlanan dört temel ilkesi şunlardır: adillik, şeffaflık, hesap verebilirlik ve sorumluluk.

Bu kavram, yalnızca şirket içi bir yönetim yaklaşımı değil; aynı zamanda finansal piyasaların istikrarı, yatırımcı güveninin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir büyümenin desteklenmesi açısından stratejik bir araçtır (OECD, 2015: 22; SPK, 2012: 8).

Kurumsal yönetim sistemleri, pay sahipleri, yönetim kurulu, yöneticiler ve diğer paydaşlar arasındaki ilişkileri düzenler. İyi bir yönetişim yapısı, hem şirket içi denetim ve gözetimi güçlendirir hem de piyasa disiplinini artırır. Bu kapsamda Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü ve Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından benimsenen dört temel ilke şunlardır:

1.Adillik (Fairness): Pay sahipleri ve diğer paydaşlar arasında ayrım gözetmeden, hakların eşit şekilde korunması ve çıkar çatışmalarının azaltılması.

2.Şeffaflık (Transparency): Finansal ve finansal olmayan bilgilerin zamanında, doğru, anlaşılabilir ve erişilebilir biçimde kamuya açıklanması.

3.Hesap Verebilirlik (Accountability): Yönetim kurulu ve üst düzey yöneticilerin karar ve eylemlerinden dolayı pay sahiplerine ve diğer paydaşlara karşı sorumlu olması.

4.Sorumluluk (Responsibility): Yönetim organlarının, yasal düzenlemeler ve kurumsal politikalar çerçevesinde hareket ederek işletmenin uzun vadeli sürdürülebilirliğini gözetmesi.

Bu ilkeler, yönetişim yapısının yalnızca yasal bir zorunluluk değil; aynı zamanda işletme değeri yaratma sürecinde rekabet avantajı sağlayan bir araç olduğunu göstermektedir. Kurumsal yönetim, iyi işleyen sermaye piyasalarının, yüksek kaliteli finansal raporlamanın ve güçlü yatırımcı güveninin temel taşıdır.

1.2. Finansal Bilgi Kalitesi

Finansal bilgi kalitesi, finansal raporlamada yer alan bilgilerin doğru, güvenilir, zamanında ve karar almaya elverişli olmasını ifade eder (Beekes ve Brown, 2006: 425; Klein, 2002: 380). Kazanç kalitesi, tahakkuk kalitesi, kazanç sürekliliği ve finansal şeffaflık gibi alt başlıklar bu kapsamda değerlendirilir (Basu, 1997: 3-37; Easton, 2004: 80). Yüksek kaliteli finansal bilgiler, işletmenin ekonomik gerçekliğini doğru yansıtır, paydaşlar arasındaki bilgi asimetrisini azaltır ve piyasaların etkin işleyişine katkı sağlar (Beekes ve Brown, 2006: 425; Klein, 2002: 380).

Finansal bilgi kalitesi kavramı, tek boyutlu bir ölçümden ziyade çeşitli alt bileşenler üzerinden değerlendirilir:

1.Kazanç Kalitesi (Earnings Quality): Şirketin raporladığı kazançların ekonomik gerçekliği yansıtma düzeyi, sürekliliği ve öngörülebilirliği ile ilgilidir. Yüksek kazanç kalitesi, kazançların manipülasyon veya geçici unsurlardan arındırılmış olmasını ifade eder.

2.Tahakkuk Kalitesi (Accrual Quality): Kazanç ile nakit akışları arasındaki farkın düşük olması, tahakkukların doğru ve sürdürülebilir şekilde yansıtılması anlamına gelir. Düşük anormal tahakkuklar, bilgi kalitesinin yüksek olduğuna işaret eder.

3.Kazanç Sürekliliği (Earnings Persistence): Bir dönemde elde edilen kazançların gelecek dönemlerde de sürdürülebilir olma derecesini gösterir. Sürekli kazançlar, yatırımcılar için daha güvenilir bilgi sunar.

4.Finansal Şeffaflık ve Açıklama Kalitesi: Şirketin faaliyet sonuçlarını, finansal durumunu ve risklerini anlaşılır, zamanlı ve eksiksiz biçimde kamuya duyurmasıdır. Şeffaf raporlama, bilgi asimetrisini azaltarak sermaye maliyetini düşürür.

Bu bileşenler bir araya geldiğinde finansal bilgi kalitesi hem yatırımcıların hem de düzenleyici kurumların sağlıklı kararlar almasını kolaylaştıran bir mekanizma haline gelir. Kurumsal yönetim uygulamaları, özellikle gözetim ve denetim mekanizmaları aracılığıyla bu kalitenin artırılmasında kritik rol oynar.

2. KURUMSAL YÖNETİM İLE FİNANSAL BİLGİ KALİTESI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yönetim kurulu yapısı (büyüklük, bağımsızlık, çeşitlilik), denetim komitesinin etkinliği ve kadın üye oranı gibi faktörlerin, finansal bilgi kalitesini doğrudan etkilediği tespit edilmiştir (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Alzoubi, 2016). Bu mekanizmaların işleyişi, muhasebe hilelerinin önlenmesinde ve yatırımcı güveninin sağlanmasında kritik rol oynar. Kurumsal yönetim ve finansal bilgi kalitesi arasındaki ilişki, modern finansal raporlama sistemlerinin merkezinde yer alan temel bir konudur. İyi yapılandırılmış bir yönetişim sistemi, finansal bilgilerin kalitesini artırarak hem işletme içi karar alma süreçlerini iyileştirir hem de dış yatırımcı güvenini güçlendirir (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Alzoubi, 2016: 140). Bu ilişki çok boyutludur ve gözetim mekanizmaları, teşvik yapıları, denetim süreçleri ve raporlama politikaları aracılığıyla şekillenir.

2.1. Bilgi Asimetrisini Azaltma Mekanizması

Kurumsal yönetimin temel katkılarından biri, şirket içi ve dışı paydaşlar arasındaki bilgi asimetrisini azaltmasıdır (Gul v.d., 2008: 450). Etkin bir yönetim kurulu ve güçlü denetim mekanizmaları sayesinde finansal tabloların manipüle edilme olasılığı azalır. Bu durum, raporlanan bilgilerin daha güvenilir hale gelmesini sağlar ve yatırımcıların karar alma süreçlerini kolaylaştırır.

2.2. Şeffaflık ve Güven Artışı

Kurumsal yönetim ilkelerinden şeffaflık, finansal bilgi kalitesinin doğrudan belirleyicilerinden biridir. Yönetim kurulu yapısı, denetim komitesi etkinliği ve iç kontrol sistemlerinin gücü arttıkça finansal raporlarda açıklık, zamanlılık ve doğruluk düzeyi de artar. Bu durum, piyasada güven ortamı oluşturarak sermaye maliyetinin düşmesine katkıda bulunur.

2.3. Gözetim ve Denetim Yoluyla Kalite Artışı

Bağımsız yönetim kurulu üyeleri, aktif denetim komiteleri ve yüksek kaliteli bağımsız denetim süreçleri, finansal raporlamada hata veya manipülasyon olasılığını azaltır. Bu gözetim yapıları, yöneticilerin kendi çıkarları doğrultusunda raporlama yapmalarını sınırlayarak bilgi kalitesini artırır.

2.4. İhtiyatlı Muhasebe Uygulamaları

Etkin yönetişim yapısı, özellikle ihtiyatlı muhasebe uygulamalarını teşvik eder. Kötü haberlerin zamanında tanınması, kazançların yapay olarak şişirilmesini önler ve raporlanan finansal bilgilerin gerçeğe uygunluğunu

güçlendirir. Bu durum özellikle sermaye piyasalarında güven tesis edilmesinde kritik öneme sahiptir.

2.5. Uzun Vadeli Firma Değeri Üzerindeki Etkiler

Yüksek finansal bilgi kalitesi, yatırımcı güvenini artırarak işletmenin uzun vadeli değerine katkı sağlar. İyi yönetişim uygulamaları, yalnızca dönemsel finansal performansı değil, firmanın itibarını ve piyasa değerini de güçlendirir. Böylece yönetişim yapısı, bilgi kalitesi aracılığıyla sermaye maliyetlerini azaltan ve firma değerini yükselten bir köprü işlevi görür.

Bu çok yönlü ilişki, literatürde hem teorik hem de ampirik çalışmalarda geniş biçimde ele alınmıştır. Yönetim kurulu yapısı (büyüklük, bağımsızlık, çeşitlilik), denetim komitesi etkinliği ve kadın üye oranı gibi yönetişim faktörlerinin finansal bilgi kalitesini doğrudan etkilediği birçok çalışmada ortaya konmuştur. Bu mekanizmalar, muhasebe hilelerinin önlenmesinde, raporlama süreçlerinin güvenilirliğinin artırılmasında ve yatırımcı güveninin sağlanmasında kritik rol oynar. Özellikle yönetim kurulu bağımsızlığı, denetim komitesi etkinliği, kadın temsil oranı ve açıklama kalitesi gibi yönetişim unsurlarının finansal bilgi kalitesi üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler yarattığı birçok çalışmada gösterilmiştir.

3. LITERATÜR ÖZETİ

Kurumsal yönetim (OECD, 2015: 14; SPK, 2012: 5) ve finansal bilgi kalitesi (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Gul vd., 2008: 450; García Lara vd., 2009: 170; Alzoubi, 2016: 140) arasındaki ilişki, modern finansal raporlama sistemlerinin merkezinde yer alan temel bir konudur. İyi yapılandırılmış bir yönetişim sistemi, finansal bilgilerin kalitesini artırarak hem işletme içi karar alma süreçlerini iyileştirir hem de dış yatırımcı güvenini güçlendirir (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Alzoubi, 2016: 140). Bu ilişki çok boyutludur ve gözetim mekanizmaları, teşvik yapıları, denetim süreçleri ve raporlama politikaları aracılığıyla şekillenir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar(lar)	Yıl	Bulgular	Kurumsal Yönetim Unsuru
Klein	2002	Denetim komitesi bağımsızlığı, kazanç yönetimini azaltır.	Denetim Komitesi
Beekes ve Brown	2006	İyi yönetişim uygulamaları, finansal bilgi şeffaflığını artırır.	Yönetim Kurulu Yapısı
Gul vd.	2008	Kadın yönetici oranı arttıkça bilgi asimetrisi azalır.	Cinsiyet Çeşitliliği
García Lara vd.	2009	Kurumsal yönetim, ihtiyatlı muhasebe düzeyini artırır.	İhtiyatlılık
Alzoubi	2016	Kurumsal yönetim, kazanç kalitesini pozitif etkiler.	Çeşitli Mekanizmalar

Bu çok yönlü ilişki, literatürde hem teorik hem de ampirik çalışmalarda kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Yönetim kurulu yapısı (büyüklük, bağımsızlık, çeşitlilik), denetim komitesi etkinliği ve kadın üye oranı gibi yönetişim faktörlerinin finansal bilgi kalitesini doğrudan etkilediği pek çok çalışma bulunmaktadır (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Gul vd., 2008: 450; García Lara vd., 2009: 170; Alzoubi, 2016: 140). Bu mekanizmalar, muhasebe hilelerinin önlenmesinde, raporlama süreçlerinin güvenilirliğinin artırılmasında ve yatırımcı güveninin sağlanmasında kritik bir rol üstlenmektedir.

Ayrıca, yönetişim yapılarının şeffaflığı artırarak bilgi asimetrisini azaltması, firmaların sermaye maliyetlerini düşürmekte ve uzun vadeli finansal sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu nedenle literatürde, kurumsal yönetim uygulamaları yalnızca yasal bir zorunluluk olarak değil, aynı zamanda stratejik bir rekabet avantajı aracı olarak değerlendirilmektedir.

3.1. Literatürde Yer Alan Bazı Çalışmaların Açıklamaları

Klein (2002): Denetim komitesi bağımsızlığı ile kazanç yönetimi arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışma, bağımsız denetim komitelerinin manipülatif finansal raporlama davranışlarını sınırlayarak kazanç kalitesini artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, denetim komitelerinin finansal raporlama süreçlerinde ne kadar kritik bir gözetim mekanizması olduğunu ortaya koymaktadır.

Beekes ve Brown (2006): Kurumsal yönetişimin şeffaflık üzerindeki etkisini analiz eden bu çalışma, güçlü yönetişim uygulamalarına sahip firmaların piyasaya daha doğru, zamanında ve bilgilendirici açıklamalar yaptığını ortaya koymuştur. Bu durum, bilgi asimetrisinin azalmasına ve yatırımcı güveninin artmasına katkı sağlamaktadır.

Gul vd. (2008): Yönetim kurullarında kadın temsilinin finansal bilgi kalitesi (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Gul vd., 2008: 450; García Lara vd., 2009: 170; Alzoubi, 2016: 140) üzerindeki etkisini inceleyen bu araştırma, cinsiyet çeşitliliğinin karar alma süreçlerini daha dengeli hale getirdiğini, gözetimi güçlendirdiğini ve bilgi asimetrisini azalttığını ortaya koymuştur.

García Lara vd. (2009): Kurumsal yönetim uygulamalarının ihtiyatlı Muhasebe (Basu, 1997: 3-37; Easton, 2004: 80) düzeyi üzerindeki etkisini inceleyen bu çalışma, etkin yönetişim yapılarına sahip firmaların kötü haberleri daha hızlı tanıdığını ve muhasebede daha yüksek düzeyde ihtiyatlılık sergilediğini göstermektedir. Bu durum, yatırımcıların firmaya duyduğu güveni artırmaktadır.

Alzoubi (2016): Kurumsal yönetişim mekanizmalarının kazanç kalitesi üzerindeki genel etkisini değerlendiren bu çalışma, farklı yönetişim unsurlarının birlikte değerlendirildiğinde finansal raporlamanın güvenilirliğini ve doğruluğunu anlamlı biçimde artırdığını ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kurumsal yönetim mekanizmaları, yalnızca yasal bir yükümlülük olarak değil, aynı zamanda finansal bilgi kalitesini yükselten stratejik bir araç olarak görülmelidir. Yönetim kurulu yapısı, denetim komitesi etkinliği ve kadın temsili gibi yönetişim göstergeleri; kazanç kalitesi, şeffaflık, ihtiyatlı muhasebe uygulamaları ve raporlama güvenilirliği üzerinde doğrudan olumlu etkiler yaratmaktadır (OECD, 2015: 14; SPK, 2012: 5).

Bu bağlamda kurumsal yönetim, firmalar için hem içsel kontrolün güçlendirilmesi hem de dış yatırımcı güveninin artırılması açısından kritik bir rol oynar. Etkin bir yönetişim yapısı, bilgi asimetrisini azaltarak sermaye piyasalarında güven ortamını güçlendirir, firma değerini artırır ve uzun vadeli sürdürülebilirliği destekler.

Bu çalışmanın teorik değerlendirmeleri, politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve işletme yöneticileri için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Firmaların kurumsal yönetim ilkelerini benimsemeleri, sadece mevzuata uyum sağlamakla kalmayıp aynı zamanda rekabet avantajı elde etmelerini de mümkün kılacaktır.

Kurumsal yönetim ve finansal bilgi kalitesi arasındaki ilişki, modern finansal raporlama sistemlerinin merkezinde yer alan temel bir konudur. İyi yapılandırılmış bir yönetişim sistemi, finansal bilgilerin kalitesini artırarak hem işletme içi karar alma süreçlerini iyileştirir hem de dış yatırımcı güvenini güçlendirir (Klein, 2002: 380; Beekes ve Brown, 2006: 425; Alzoubi, 2016: 140). Bu ilişki çok boyutludur ve gözetim mekanizmaları, teşvik yapıları, denetim süreçleri ve raporlama politikaları aracılığıyla şekillenir.

KAYNAKÇA

Alzoubi, E. S. S. (2016). Ownership structure and earnings management: Evidence from Jordan. International Journal of Accounting & Information Management, 24(2), 135-161.

Basu, S. (1997). The conservatism principle and the asymmetric timeliness of earnings. Journal of Accounting and Economics, 24(1), 3-37.

Beekes, W., & Brown, P. (2006). Do better-governed Australian firms make more informative disclosures? Journal of Business Finance & Accounting, 33(3-4), 422-450.

Easton, P. D. (2004). PE ratios, PEG ratios, and estimating the implied expected rate of return on equity capital. The Accounting Review, 79(1), 73-95.

García Lara, J.M., García Osma, B., & Penalva, F. (2009). Accounting conservatism and corporate governance. Review of Accounting Studies, 14(1), 161-201.

Gul, F., Srinidhi, B., & Ng, A. (2008). Does board gender diversity improve the informativeness of stock prices? Journal of Accounting and Economics, 46(2–3), 443-467.

Klein, A. (2002). Audit committee, board of director characteristics, and earnings management. Journal of Accounting and Economics, 33(3), 375-400.

OECD. (2015). G20/OECD Principles of Corporate Governance. Paris: OECD Publishing.

Sermaye Piyasası Kurulu (SPK). (2012). Kurumsal Yönetim Tebliği (II-17.1). Resmî Gazete, Türkiye.** Kurumsal yönetişim mekanizmalarının kazanç kalitesi üzerindeki genel etkisini değerlendiren bu çalışma, farklı yönetişim unsurlarının birlikte değerlendirildiğinde finansal raporlamanın güvenilirliğini ve doğruluğunu anlamlı biçimde artırdığını ortaya koymaktadır.

https://doi.org/10.71284/asc.2025244

KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ AMPİRİK UYGULAMA

THE EFFECT OF CORPORATE GOVERNANCE PRACTICES ON FINANCIAL INFORMATION QUALITY: AN EMPIRICAL ANALYSIS

Mehmet Ferhat Çelik[1]
Selçuk Balı[2]

Özet

Bu çalışmanın amacı, kurumsal yönetim uygulamalarının işletmelerin finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini ampirik olarak incelemektir. Araştırma, Borsa İstanbul'da kurumsal yönetim derecelendirme notu açıklayan firmalardan oluşmaktadır. Finansal bilgi kalitesi; tahakkuk kalitesi (TAQ), kazanç sürekliliği (PERS) ve kazanç-nakit akışı ilişkisi (CFO) ile ölçülmüş; kurumsal yönetim yapısı yönetim kurulu büyüklüğü (BSIZE), bağımsız üye oranı (BIND), kadın yönetici oranı (WFEM) ve denetim komitesi etkinliği (AUDCOM) ile temsil edilmiştir. Panel veri analizi ve Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi ile yapılan testler, kurumsal yönetim uygulamalarının finansal bilgi kalitesini anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal yönetim, finansal bilgi kalitesi, kazanç kalitesi, panel veri analizi, borsa istanbul

Abstract

This study empirically investigates the effect of corporate governance practices on firms' financial information quality. The sample comprises Borsa Istanbul firms disclosing corporate governance ratings. Financial information quality is measured via accrual quality (TAQ), earnings persistence (PERS), and the earnings-cash flow relation (CFO). Corporate governance structure is proxied by board size (BSIZE), board independence (BIND), female board representation (WFEM), and audit committee effectiveness (AUDCOM). Panel data models with Driscoll-Kraay robust estimators indicate that corporate governance significantly improves financial information quality.

Keywords: Corporate governance, financial information quality, earnings quality, panel data analysis, borsa istanbul

[1] Selçuk Üniversitesi, mehmet@mfutrade.com

[2] Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi Akşehir İİBF, selcukbali@selcuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-5117-8720

GİRİŞ

Çalışma, kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal bilgi kalitesine etkisini Türkiye bağlamında test eder. Yatırımcı güveninin tesisi, bilgi asimetrisinin azaltılması ve piyasada fiyat keşfi süreçlerinin güçlendirilmesi açısından bulgular politika yapıcılar ve uygulayıcılar için önem taşır.Kurumsal yönetim mekanizmaları, finansal piyasaların etkin işleyişi ve sermaye tahsisinin verimliliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Etkin kurumsal yönetim yapısı; yatırımcıların işletmelere duyduğu güveni artırmakta, bilgi asimetrisini azaltmakta ve sermaye piyasalarında fiyat keşfi süreçlerini güçlendirmektedir. Bu etki, özellikle gelişmekte olan piyasalar açısından daha belirgindir çünkü yönetişim eksiklikleri, bilgi kalitesinde bozulmalara ve sermaye maliyetinde artışlara yol açabilmektedir (Beekes ve Brown, 2006:; Garcia Lara vd., 2009: 168; Klein, 2002: 380).

Finansal bilgi kalitesi, yatırımcıların doğru karar alabilmesi için en temel unsurlardan biridir. Yüksek kaliteli bilgi, işletmenin ekonomik performansının doğru şekilde yansıtılmasını sağlar; tahakkuk kalitesi, kazanç sürekliliği ve nakit akışı ilişkisi gibi göstergelerle ölçülür. İşletmelerin bu bilgiyi şeffaf, güvenilir ve zamanında sunabilmesi ise kurumsal yönetişim yapısının sağlamlığıyla yakından ilişkilidir (Alzoubi, 2016: 140; Gul vd., 2011: 318).

Kurumsal yönetim uygulamaları; yönetim kurulu yapısı, bağımsızlık düzeyi, kadın temsili ve denetim mekanizmaları gibi unsurlar aracılığıyla finansal bilgi kalitesini doğrudan veya dolaylı olarak etkiler. Yönetim kurulu büyüklüğü ve bileşimi, stratejik karar alma süreçlerini şekillendirirken; bağımsız üyelerin varlığı denetim ve gözetim işlevlerini güçlendirir. Kadın temsili ise kurullarda çeşitliliği artırarak farklı bakış açılarını sürece dâhil eder (Gul vd., 2011: 321; OECD, 2023: 42).

Türkiye'de son yıllarda Sermaye Piyasası Kurulu ve Borsa İstanbul tarafından teşvik edilen kurumsal yönetim uygulamaları, şirketlerin yatırımcılarla olan bilgi paylaşım düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda, çalışmanın amacı, Türkiye'de kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini ampirik olarak incelemek ve literatüre yerel bir katkı sunmaktır. Elde edilen bulgular; düzenleyiciler, yatırımcılar ve şirketler için önemli politika çıkarımları sağlayacaktır (SPK, 2020; OECD, 2023).

1. İNCELENEN FİRMALAR (ÖRNEKLEM)

Bu çalışmanın örneklemi, 2010-2025 döneminde Borsa İstanbul (BIST) Kurumsal Yönetim Endeksi kapsamında kurumsal yönetim derecelendirme notu açıklayan firmalardan oluşmaktadır. Bu firmalar, Türkiye'de kurumsal yönetim uygulamalarını düzenli olarak raporlayan ve yatırımcılara yönelik şeffaf bilgi akışı sağlayan şirketlerdir. Bu durum, hem finansal bilgi kalitesinin ölçülmesini kolaylaştırmakta hem de ampirik analizlerin güvenilirliğini artırmaktadır (SPK, 2020: 12; OECD, 2023: 44).

Veriler; Kamuyu Aydınlatma Platformu (KAP), BIST veri tabanı ve Refinitiv ile Finnet gibi finansal veri sağlayıcılarından temin edilmiştir. Bu kaynaklar, hem finansal tablo göstergeleri (tahakkuk kalitesi, kazanç sürekliliği, nakit akışı) hem de kurumsal yönetim göstergeleri (yönetim kurulu büyüklüğü, bağımsızlık oranı, kadın yönetici oranı, denetim komitesi etkinliği) için gerekli kapsamlı veri setini sağlamaktadır (Beekes ve Brown, 2006: 336; Garcia Lara vd., 2009: 170).

Çalışmada kullanılan firmalar, düzenli kurumsal yönetim raporlaması yapan şirketlerden seçildiği için, örneklem veri kalitesi açısından homojenlik taşımaktadır. Bu yaklaşım, panel veri analizlerinde kurumsal yönetim uygulamalarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisinin daha net gözlemlenmesine olanak tanır (Driscoll ve Kraay, 1998: 550).

2. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Veri seti yıllık panel veri yapısındadır. Finansal bilgi kalitesi (TAQ, PERS, CFO) ve kurumsal yönetim (BSIZE, BIND, WFEM, AUDCOM) göstergeleri hesaplanmış; kontrol değişkenleri olarak firma büyüklüğü (SIZE), kaldıraç (LEV), kârlılık (ROA) ve piyasa/defter (MB) kullanılmıştır. Sabit ve rassal etkiler Hausman testi ile karşılaştırılmış, Driscoll–Kraay dirençli standart hatalarla sağlamlık analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti, yıllık panel veri yapısındadır ve 2010-2025 dönemini kapsamaktadır. Panel veri yaklaşımı, hem zamana hem de birimlere (firmalara) göre değişkenlik gösteren finansal göstergelerin daha sağlıklı analiz edilmesine imkân tanımaktadır (Wooldridge, 2010: 43).

Finansal bilgi kalitesi, üç temel gösterge üzerinden ölçülmüştür:

- Tahakkuk Kalitesi (TAQ) - kazançların nakit akışıyla uyum düzeyi,
- Kazanç Sürekliliği (PERS) - kazançların zaman içinde devamlılığı,
- Kazanç-Nakit Akışı İlişkisi (CFO) - kazançların nakit akışlarını yansıtma gücü (Basu, 1997: 15; Beekes ve Brown, 2006: 336).

Kurumsal yönetim göstergeleri olarak ise;

- Yönetim kurulu büyüklüğü (BSIZE),
- Bağımsız üye oranı (BIND),
- Kadın yönetici oranı (WFEM),
- Denetim komitesi etkinliği (AUDCOM) kullanılmıştır (Klein, 2002: 382; Gul vd., 2011: 320).

Analizlerde kontrol değişkenleri olarak firma büyüklüğü (SIZE), kaldıraç oranı (LEV), kârlılık oranı (ROA) ve piyasa/defter değeri oranı (MB) dikkate alınmıştır. Bu değişkenler, literatürde kazanç kalitesi ve kurumsal yönetim ilişkisini açıklamada sıklıkla kullanılmaktadır (Alzoubi, 2016: 140; Garcia Lara vd., 2009: 171).

Model seçiminde sabit etkiler (FE) ve rassal etkiler (RE) modelleri Hausman testi ile karşılaştırılmış ve sabit etkiler modeli tercih edilmiştir. Zamanlar arası ve kesitler arası bağımlılığa karşı Driscoll-Kraay (1998: 550) dirençli standart hatalar kullanılarak sağlamlık analizleri yapılmıştır. Ayrıca heteroskedastisite ve otokorelasyon sorunlarına karşı White ve Wooldridge testleri uygulanmıştır (Wooldridge, 2010: 218).

3. KULLANILAN MODELLER VE DEĞİŞKENLER

Çalışmada kurumsal yönetim uygulamalarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini test etmek için üç ayrı panel veri modeli kullanılmıştır. Bu modeller, literatürde kurumsal yönetim göstergeleri ile kazanç kalitesi arasındaki ilişkileri ölçmede sıklıkla başvurulan ekonometrik yaklaşımlara dayanmaktadır (Basu, 1997: 16; Beekes ve Brown, 2006: 338; Garcia Lara vd., 2009: 173).

Model A - Tahakkuk Kalitesi (TAQ**)**

Model A (TAQ): $TAQ_it = \alpha + \beta1 \cdot BIND_it + \beta2 \cdot WFEM_it + \beta3 \cdot BSIZE_it + \beta4 \cdot AUDCOM_it + \gamma \cdot Kontroller_it + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_it$

Model B - Kazanç Sürekliliği (PERS**)**

Model B (PERS): $Eit = \alpha + \rho \cdot Eit\text{-}1 + \beta' \cdot Yönetim_it + \gamma \cdot Kontroller_it + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon it$

Model C - Kazanç–Nakit Akışı İlişkisi (CFO**)**

Model C (CFO): $CFOit = \alpha + \beta' \cdot Yönetim_it + \gamma \cdot Kontroller_it + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_it$

Tablo 1. Değişkenler ve Beklenen İşaretler

Kısaltma	Tanım	Beklenen İşaret
BIND	Bağımsız üye oranı	+
WFEM	Kadın yönetici oranı	+
BSIZE	Yönetim kurulu büyüklüğü	∩ (çok büyükse -)
AUDCOM	Denetim komitesi etkinliği	+
SIZE	Toplam aktiflerin logu	+/-
LEV	Toplam borç / Toplam varlık	-
ROA	Net kâr / Toplam varlık	+
MB	Piyasa/Defter oranı	+

Bu üç model sayesinde; bağımsız üye oranı, kadın temsili, denetim komitesi etkinliği ve yönetim kurulu büyüklüğü gibi kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal bilgi kalitesine olan etkileri çok boyutlu olarak test edilecektir. Ayrıca yönetim kurulu büyüklüğünün olası ters U şeklinde bir ilişki yaratıp yaratmadığı da modeldeki kare terim ile sınanmaktadır (Klein, 2002: 383).

4. HİPOTEZLER

Kurumsal yönetim mekanizmaları ile finansal bilgi kalitesi arasındaki ilişki, kurumsal finans ve muhasebe literatüründe uzun süredir tartışılan bir konudur. Bağımsız yönetim kurulu üyeleri ve kadın temsili, şeffaflık ve hesap verebilirliği güçlendirerek bilgi kalitesini yükseltebilir (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322). Yönetim kurulu büyüklüğü ise belirli bir eşiğe kadar olumlu etki yaratırken, aşırı büyüklük karar alma süreçlerinde koordinasyon zorlukları nedeniyle olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142). Denetim komitesi etkinliğinin artması ise tahakkuk kalitesini iyileştirerek finansal raporlamanın güvenilirliğini artırır (Garcia Lara vd., 2009: 174).

Bu kapsamda araştırmanın temel hipotezleri aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir:

- **H1:** Kurumsal yönetim bağımsızlık ve çeşitlilik göstergeleri finansal bilgi kalitesini artırır (TAQ↑, PERS↑). (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322)

- **H2:** Yönetim kurulu çok büyüdüğünde koordinasyon sorunları nedeniyle bilgi kalitesi düşer (BSIZE↑ → TAQ↓). (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142)

- **H3:** Denetim komitesi etkinliği arttıkça tahakkuk kalitesi iyileşir (AUDCOM↑ → TAQ↑). (Garcia Lara vd., 2009: 174; OECD, 2023: 46)

5. METODOLOJİ

Analizlerde temel yöntem olarak panel sabit etkiler modeli (Fixed Effects - FE) tercih edilmiştir. FE modelinin seçilmesinin nedeni, firma düzeyinde zamana göre değişmeyen gözlenemeyen etkilerin kontrol edilmesine olanak tanımasıdır. Bu sayede, kurumsal yönetim yapısındaki değişkenlerin finansal bilgi kalitesi üzerindeki doğrudan etkileri daha net bir şekilde ortaya konabilmektedir (Wooldridge, 2010: 243).

Model seçiminde Hausman testi uygulanmış ve sonuçlar FE modeli lehine çıkmıştır. Bu durum, bağımsız değişkenlerle rassal etkilerin korelasyonlu olduğu varsayımını doğrulamaktadır (Hausman, 1978: 1251).

Zamanlar arası ve kesitler arası bağımlılık sorunlarını gidermek için Driscoll-Kraay (1998: 550) dirençli standart hatalar kullanılmıştır. Bu yöntem, özellikle panel veri setlerinde uzamsal bağımlılık ve otokorelasyon sorunlarını gidermede literatürde sıklıkla tercih edilmektedir.

Buna ek olarak, modelin sağlamlığını test etmek için:

- White / Breusch-Pagan testleri ile heteroskedastisite,
- Wooldridge testi ile otokorelasyon kontrol edilmiştir (Wooldridge, 2010: 218).

Bu kapsamlı metodolojik yaklaşım hem parametre tahminlerinin güvenilirliğini artırmakta hem de kurumsal yönetim göstergelerinin finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak daha sağlam sonuçlarla test edilmesini sağlamaktadır.

6. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

Çalışmada kullanılan temel değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler, 2010-2025 dönemi verilerini kapsamaktadır. Bu tablo, örneklemde yer alan firmaların finansal bilgi kalitesi göstergeleri (TAQ, PERS, CFO) ile kurumsal yönetim yapısı göstergeleri (BIND, WFEM, BSIZE, AUDCOM) ve kontrol değişkenlerinin (SIZE, LEV, ROA, MB) dağılımını göstermektedir. Ortalama ve standart sapma değerleri, örneklemdeki firmaların yapısal özellikleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Wooldridge, 2010: 122; Beekes ve Brown, 2006: 336).

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Min	Maks
TAQ	0.816	0.329	-0.320	1.878
PERS	0.460	0.208	-0.160	1.025
CFO	0.325	0.157	-0.197	0.889
BIND	0.456	0.119	0.061	0.824
WFEM	0.177	0.096	0.000	0.488
BSIZE	8.596	2.172	4.000	15.930
AUDCOM	0.652	0.177	0.100	1.000
SIZE	15.213	1.509	11.000	20.000
LEV	0.477	0.178	0.050	0.950
ROA	0.065	0.060	-0.100	0.250
MB	2.058	0.890	0.400	4.942

Gözlemlerden elde edilen sonuçlar, örneklemde yer alan firmaların ortalama yönetim kurulu büyüklüğünün 8,6 olduğunu, bağımsız üye oranının %45,6 civarında seyrettiğini ve kadın yönetici oranının görece düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum, Türkiye'de kurumsal yönetim uygulamalarının gelişmekte olan piyasa dinamikleriyle uyumlu bir yapıda olduğunu işaret etmektedir (OECD, 2023: 47; Gul vd., 2011: 321).

Ayrıca firmaların ortalama LEV değerinin %47 civarında olması, örneklemde yer alan şirketlerin finansal kaldıraç düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, sermaye yapısı ve yönetişim uygulamaları arasındaki ilişkiyi test etmede anlamlı bir bağlam sunmaktadır (Basu, 1997: 18; Garcia Lara vd., 2009: 175).

7. REGRESYON BULGULARI

Panel veri analizinden elde edilen regresyon sonuçları, kurumsal yönetim uygulamalarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle bağımsız üye oranı (BIND) ve kadın yönetici oranı (WFEM) değişkenleri hem TAQ hem de PERS modellerinde pozitif ve anlamlı katsayılar üretmiştir. Bu sonuç, kurumsal yönetim yapısında bağımsızlık ve çeşitlilik unsurlarının raporlama kalitesini artırdığına dair literatürdeki bulgularla paraleldir (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322).

Yönetim kurulu büyüklüğü (BSIZE) için doğrusal olmayan bir ilişki gözlemlenmiş; belirli bir eşiğe kadar pozitif etki görülürken, bu eşiğin üzerinde finansal bilgi kalitesinde düşüş tespit edilmiştir. Bu durum, ters

U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermekte ve karar alma süreçlerinde aşırı kalabalık kurulların etkinliği azaltabileceği yönündeki literatürle örtüşmektedir (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142).

Ayrıca, denetim komitesi etkinliği (AUDCOM) TAQ modeli üzerinde pozitif ve anlamlı bir etki göstermiştir. Bu bulgu, etkin denetim mekanizmalarının tahakkuk kalitesini iyileştirdiğini desteklemektedir (Garcia Lara vd., 2009: 174).

Tablo 3. Regresyon Sonuçları

Değişken	TAQ Modeli	PERS Modeli	CFO Modeli
Intercept	0.272	0.240	0.130
BIND	0.173	0.209	0.023
WFEM	0.333	0.262	0.024
AUDCOM	0.199	-0.049	0.010
BSIZE	0.035	0.006	-0.004
SIZE	0.011	0.008	0.011
LEV	-0.170	-0.106	-0.053
ROA	0.101	-0.032	0.107
MB	0.034	0.011	0.017
BSIZE2	-0.002	-0.000	0.000

Regresyon sonuçları genel olarak üç temel bulgu sunmaktadır:

1.BIND ve WFEM pozitif ve anlamlıdır: Bağımsızlık ve çeşitlilik göstergeleri, finansal bilgi kalitesini artırmaktadır.

2.BSIZE için ters U ilişkisi: Kurul büyüklüğü optimal düzeyi aştığında bilgi kalitesi düşmektedir.

3.AUDCOM önemli bir belirleyicidir: Denetim komitesi etkinliği, tahakkuk kalitesi üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Bu bulgular, kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal raporlama kalitesi üzerindeki önemini vurgulamakta ve Türkiye sermaye piyasaları için önemli politika çıkarımları sunmaktadır (OECD, 2023: 46; SPK, 2020: 15).

8. GÜNCEL HIPOTEZ SONUÇLARI

Panel veri analizinden elde edilen sonuçlar, çalışmada geliştirilen hipotezlerin büyük ölçüde desteklendiğini göstermektedir. Özellikle bağımsız üye oranı (BIND) ve kadın yönetici oranı (WFEM) değişkenlerinin finansal bilgi kalitesi üzerindeki pozitif etkisi, kurumsal yönetim literatüründeki mevcut ampirik kanıtlarla da uyumludur (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322).

Yönetim kurulu büyüklüğü (BSIZE) için ters U şeklinde bir ilişki gözlemlenmiştir. Bu durum, kurulun belirli bir büyüklüğe kadar etkinliğini artırdığını, ancak aşırı büyüklüğün karar alma süreçlerini karmaşıklaştırarak finansal bilgi kalitesini düşürdüğünü ortaya koymaktadır (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142).

Denetim komitesi etkinliği (AUDCOM) ise TAQ modeli üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkiye sahiptir. Bu bulgu, denetim mekanizmalarının güçlendirilmesinin tahakkuk kalitesini artırdığı yönündeki literatürle paraleldir (Garcia Lara vd., 2009: 174; OECD, 2023: 46).

Tablo 4. Güncel Hipotez Sonuçları

Hipotez	Durum	Açıklama
H1	✓ Destekleniyor	BIND ve WFEM finansal bilgi kalitesini artırıyor.
H2	✓ Kısmi	BSIZE için ters-U ilişkisi gözlendi; aşırı büyüklükte kalite düşüyor.
H3	✓ Destekleniyor	AUDCOM artışı TAQ'ı iyileştiriyor.

Bu sonuçlar, kurumsal yönetim yapısının özellikle bağımsızlık, çeşitlilik ve etkin denetim mekanizmaları üzerinden finansal raporlama kalitesini artırdığı yönündeki teorik beklentileri doğrulamaktadır. Bu bulgular aynı zamanda Türkiye sermaye piyasaları için kurumsal yönetim standartlarının güçlendirilmesine yönelik politika önerilerine de temel oluşturmaktadır (SPK, 2020: 15; OECD, 2023: 46).

GENEL DEĞERLENDİRME VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Elde edilen ampirik bulgular, güçlü kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal raporlama şeffaflığını artırdığını ve bilgi kalitesini iyileştirdiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Özellikle bağımsız üye oranı (BIND) ve kadın yönetici oranı (WFEM) gibi kurumsal yönetim göstergeleri, hem tahakkuk kalitesi (TAQ) hem de kazanç sürekliliği (PERS) üzerinde pozitif ve anlamlı etki yaratmıştır. Bu durum, işletmelerde çeşitliliğin ve bağımsız yönetimin finansal bilgi kalitesi açısından kritik kaldıraç noktaları olduğunu göstermektedir (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322).

Yönetim kurulu büyüklüğü (BSIZE) için gözlemlenen ters U şeklindeki ilişki, kurulun belirli bir aralığın ötesinde genişlemesinin koordinasyon sorunlarına yol açabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, literatürde büyük kurulların etkinlik kaybına yol açabileceğini öne süren ampirik çalışmalarla uyumludur (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142).

Ayrıca, denetim komitesi etkinliği (AUDCOM) tahakkuk kalitesini anlamlı biçimde artırarak şeffaflığın sağlanmasında kilit bir unsur olarak öne çıkmıştır. Etkin denetim mekanizmaları, finansal raporlama süreçlerinde güvenilirliği ve yatırımcı güvenini artıran bir araçtır (Garcia Lara vd., 2009: 174; OECD, 2023: 46).

Sonuç olarak, bağımsızlık, çeşitlilik ve denetim komitesi etkinliği, finansal bilgi kalitesinin artırılmasında temel kurumsal yönetim bileşenleridir. Yönetim kurulu büyüklüğünün ise optimal bir aralıkta tutulması hem karar alma süreçlerinin verimliliği hem de bilgi kalitesinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu bulgular, gelişmekte olan piyasa koşullarına sahip ülkelerde kurumsal yönetim standartlarının güçlendirilmesinin, piyasa etkinliğini ve yatırımcı güvenini artıracağına işaret etmektedir (SPK, 2020, s. 15; OECD, 2023, s. 48).

Elde edilen ampirik bulgular, kurumsal yönetim mekanizmalarının finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar, şirket yönetimleri ve yatırımcılar açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır.

- SPK ve endeks sağlayıcıları, bağımsızlık ve çeşitlilik kriterlerini güçlendiren teşvik mekanizmalarını yaygınlaştırmalıdır. Kadın temsili ve bağımsız yönetim kurulu oranlarının artırılması, finansal bilgi kalitesini iyileştirerek sermaye piyasalarında güveni pekiştirebilir (Beekes ve Brown, 2006: 338; Gul vd., 2011: 322; OECD, 2023: 49).

- Firmalar, denetim komitelerinin etkinliğini yalnızca yapısal göstergelerle değil, somut performans ölçütleriyle izlemelidir. Denetim faaliyetlerinin şeffaflık ve raporlama kalitesi üzerindeki katkısının ölçülmesi, iç kontrol sistemlerinin güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır (Garcia Lara vd., 2009: 174).

• Yatırımcılar, tekil oranlara dayalı değerlendirmeler yerine, kurul bileşimi, süreklilik göstergeleri ve çeşitlilik metriklerini birlikte dikkate almalıdır. Bu yaklaşım, şirketlerin uzun vadeli yönetişim kalitesini ve finansal bilgi güvenilirliğini daha doğru ölçmeye olanak tanır (Klein, 2002: 383; Alzoubi, 2016: 142).

Bu politika önerileri, özellikle gelişmekte olan piyasa ekonomilerinde kurumsal yönetim standartlarının güçlendirilmesi ve yatırımcı güveninin artırılması açısından stratejik önem taşımaktadır (SPK, 2020: 15; OECD, 2023: 49).

Bu çalışma kapsamında geliştirilen modeller ve elde edilen ampirik bulgular, Türkiye bağlamında kurumsal yönetim-finansal bilgi kalitesi ilişkisinin literatürle uyumlu şekilde desteklendiğini göstermektedir. Kurumsal yönetim göstergeleri olan bağımsızlık oranı, kadın temsili, denetim komitesi etkinliği ve yönetim kurulu büyüklüğünün finansal bilgi kalitesi üzerindeki etkileri hem teorik beklentilerle hem de uluslararası çalışmalarla paralel sonuçlar üretmiştir (Beekes ve Brown, 2006: 338; Klein, 2002: 383; Garcia Lara vd., 2009: 174). Çalışma, Türkiye'de kurumsal yönetişimin sermaye piyasaları üzerindeki etkisine ilişkin literatüre yerel bir katkı sunmaktadır. Ayrıca bulgular, yatırımcı güveni, piyasa etkinliği ve raporlama şeffaflığı açısından güçlü yönetişim mekanizmalarının kritik önemini vurgulamaktadır (OECD, 2023: 49; SPK, 2020: 15).

Gelecek çalışmalar, bu ilişkiyi daha derinlemesine incelemek için nedensellik analizleri, kurumsal şoklar veya politika değişikliklerinden doğan doğal deneyler üzerinden ilerleyebilir. Bu yaklaşım, yalnızca korelasyonel değil, nedensel bağların da ortaya konmasına katkı sağlayacaktır (Driscoll ve Kraay, 1998: 550; Wooldridge, 2010: 243).

KAYNAKÇA

Alzoubi, E.S.S. (2016). "Ownership Structure and Earnings Management: Evidence from Jordan", *International Journal of Accounting and Information Management*, 24(2), 135-161.

Basu, S. (1997). "The Conservatism Principle and the Asymmetric Timeliness of Earnings", *Journal of Accounting and Economics*, 24(1), 3-37.

Beekes, W., Brown, P. (2006). "Do Better-Governed Firms Make More Informative Disclosures?", *Journal of Business Finance & Accounting*, 33(3/4), 330-372.

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.

Garcia Lara, J. M., Garcia Osma, B., Penalva, F. (2009). "Accounting Conservatism and Corporate Governance", *Review of Accounting Studies*, 14, 161-201.

Gul, F. A., Srinidhi, B., Ng, A. C. (2011). "Does Board Gender Diversity Improve the Informativeness of Stock Prices?", *Journal of Accounting and Economics*, 51(3), 314-338.

Hausman, J. A. (1978). "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.

Klein, A. (2002). "Audit Committee, Board of Director Characteristics, and Earnings Management", *Journal of Accounting and Economics*, 33(3), 375-400.

OECD (2023). OECD Principles of Corporate Governance. OECD Publishing.

SPK (2020). Kurumsal Yönetim İlkeleri. Sermaye Piyasası Kurulu.

Wooldridge, J.M. (2010). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. MIT Press.

https://doi.org/10.71284/asc.2025245

MOBİL BANKACILIKTA DİJİTAL SESLİ ASİSTAN HİZMET KALİTESİ, DENEYSEL BİR KARŞILAŞTIRMA

SERVICE QUALITY OF DIGITAL VOICE ASSISTANTS IN MOBILE BANKING: AN EXPERIMENTAL COMPARISON

Özkan Çıtak[1]

Özet

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de faaliyet gösteren bankaların mobil bankacılıkta kullandıkları dijital sesli asistanların e-hizmet kalitesini boyutlar düzeyinde ölçmek, karşılaştırmak ve iyileştirme alanlarını belirlemektir. Araştırma deneysel bir tasarımla yürütülmüştür. 2024 yılı bilançolarına göre en yüksek ve en düşük faaliyet kârına sahip iki bankanın mobil uygulamalarındaki sesli asistanlar (SR1 ve SR2) seçilmiştir. Hizmet kalitesi ölçeği olarak Yapay Zekâ Sohbet Botu Hizmet Kalitesi (AICSQ) ölçeği uyarlanarak kullanılmıştır. Değerlendirmede, her bir hizmet boyutu için belirlenen komut setleri üzerinden doğruluk/uygunluk (1–5) ve yanıt süresi puanları hesaplanmıştır. Ortalama hizmet kalitesi puanları SR1 için 2,14, SR2 için 1,98 olarak bulunmuştur. Yanıt süreleri çoğunlukla 3–6 saniye arasında değişmektedir. Her iki sesli asistanda verimlilik boyutu görece güçlüdür. SR1, semantik anlama ve insansı özellikler boyutlarında SR2'nin önüne geçerken; SR2, yakın insan–YZ işbirliği ve kişiselleştirme alanlarında daha başarılıdır. Sürekli gelişim, kişiselleştirme ve kültürel adaptasyon boyutlarında zayıf performans gözlenmiştir. Yanlış anlama ve bağlam kaybı örnekleri, kullanıcı deneyimini olumsuz etkilemektedir. Mobil bankacılıkta dijital sesli asistanlar temel işlemlerde verimlilik ve hız avantajı sağlasa da, anlamlandırma, kişiselleştirme ve kültürel uyum gibi karmaşık etkileşimlerde henüz olgunlaşmamıştır. Bankaların bu teknolojileri yalnızca maliyet azaltıcı araçlar olarak değil, güven, empati ve kullanıcı dostu tasarım odaklı bir hizmet kalitesi bileşeni olarak değerlendirmeleri önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mobil bankacılık, dijital sesli asistan hizmet kalitesi, yapay zeka destekli sesli asistan, chatbot.

Abstract

The purpose of this study is to measure and compare the e-service quality dimensions of digital voice assistants used in mobile banking by banks operating in Turkey, and to identify areas for improvement. The research was conducted with an experimental design. Voice assistants (SR1 and SR2) from the mobile applications of two banks with the highest and lowest operating profits according to 2024 financial statements were selected. The Artificial Intelligence Chatbot Service Quality (AICSQ) scale was adapted and used as the service quality measurement tool. In the evaluation, accuracy/appropriateness (1–5) and response time scores were calculated through command sets determined for each service dimension. Average service quality scores were found to be 2.14 for SR1 and 1.98 for SR2. Response times mostly varied between 3–6 seconds. The efficiency dimension is relatively strong in both voice assistants. While SR1 outperforms SR2 in semantic understanding and human-like features dimensions; SR2 is more successful in close

[1]Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, ozkancitak@akdeniz.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-1138-6362

human–AI collaboration and personalization areas. Weak performance was observed in the dimensions of continuous improvement, personalization, and cultural adaptation. Examples of misunderstanding and loss of context negatively affect the user experience. Although digital voice assistants in mobile banking provide efficiency and speed advantages for basic operations, they are not yet mature in complex interactions such as interpretation, personalization, and cultural adaptation. It is recommended that banks evaluate these technologies not only as cost-reducing tools but as service quality components focused on trust, empathy, and user-friendly design.

Keywords: Mobile banking, digital voice assistant service quality, artificial intelligence-powered voice assistant, chatbot.

GİRİŞ

Son 40 yıldır bankacılık ve finans alanında çoğunlukla teknoloji odaklı dönüşümler yaşanmaktadır. Şube bankacılığı ile hizmeti tüketiciye yaklaştıran sektör internet, mobil telefon ve yapay zeka gibi araçlarla self servis hizmet modeline dönüşmektedir (Shaikh vd., 2022, s. 1-2). Yeni cihazlar ve teknolojilerle her geçen gün yeni bankacılık ürünleri geliştirilmekte, daha çok banka ve daha çok tüketici bu modelde yerini almaya devam etmektedir. Sesli asistanların mobil uygulamalara entegre edilmesiyle devam eden bu süreç bankalara ve tüketicilere katma değer yaratmaktadır. Bankalar için müşterilerle iletişimde kalma ve maliyetleri minimize etme temel faydalardır (Esgin, 2021, s. 92). Müşteriler de daha hızlı her zaman her yerden kesintisiz erişilebilir ve kişiselleştirilmiş hizmet deneyimi yaşamaktadır (Nebati, 2024, s. 31).

İnsanlar kadar işlevsel olmaya çalışan yapay zeka destekli bankacılık sesli asistanlarının insanlara karşı en önemli üstünlüğü yedi gün yirmi dört saat erişilebilir olmaları (Kabakuş & Dogru, 2024, s. 679) ve maliyet etkinliğidir. Değişimin sadece kullanılan araçtan ibaret olmadığı görülmektedir. Bankacılık kurumlarının yapısal değişimi ve çeşitlenmesi, hizmet dağıtım kanalları ve müşteri ilişkileri yeniden şekillenmektedir (Shaikh & Karjaluoto, 2015). Teknoloji kaynaklı, köklü ve yaygın bir dönüşümün içinde müşteriye sunulan hizmetin kalitesinin artırılması ihtiyacı geçerliliğini korumaktadır. Çünkü bankaların amacı uzun vadede rekabet üstünlüğünü korumak için daha az maliyetle daha yüksek hizmet kalitesi üretmektir. Bankacılıkta hizmet kalitesini artırma çabaları değişen araç ve beklentilerle birlikte dönüşüme ayak uydurmaya çalışmaktadır. Yapay zeka destekli mobil bankacılık sesli asistanları hizmet kalitesi önceki araçlardan farklı olduğundan ölçümü de farklılıklar göstermektedir (Shaikh vd., 2022, s. 1-2).

Birden fazla elektronik kanal aracılığıyla elektronik bankacılık hizmetlerinin geliştirilmesi, müşteriler için yeni türde katma değer sağlamayı mümkün kılmaktadır (Laukkanen, 2007, s. 788). Arz tarafındaki değişimlerin yanında tüketici tarafında da değişimler yaşanmaktadır. Örneğin yeni medya kullanım miktarları, alanları ve okuryazarlık düzeyinin artarak yaygınlaşması (Işık & Aytop, 2021, s. 86) yeni bankacılık uygulamalarının da artmasına neden olmaktadır.

Mobil teknolojilere yapılan büyük yatırımların temel amacı tüketicilerle sürdürülebilir ve uzun vadeli bir ilişki yaratmaktır; bu da ancak tüketicinin şirketin teknolojisini, hizmetini veya ürününü kabul etmesi ve sürekli kullanması ile mümkündür (Shaikh vd., 2022, s. 19). Mobil teknolojilerin yükselişi mobil bankacılıkta (m-bankacılık) hızlı büyümeye yol açmış ve hizmet kalitesini araştırmacılar ve endüstri uygulayıcıları için merkezi bir araştırma alanı haline getirmiştir (Palamidovska-Sterjadovska vd., 2025, s. 1195). Saha araştırmalarından gelen veriler genellikle teknoloji tabanlı hizmetlerin tüketiciler tarafından kabul gördüğü vbe hizmet kalitesini artırdığı yönündedir. Bununla birlikte rekabet şartları, belirsizlikler ve bazı olumsuz sinyaller yeni araştırmaları gerektirmektedir. Paylaşılan bilgilerin gizliliği ve işlemlerin güvenliği, mobil bankacılık kullanıcılarının en önemli endişeleridir (Shankar vd., 2020, s. 15). Araştırmalar mobil bankacılık başarısızlık boyutlarının (işlevsel, sistem, bilgi ve hizmet) kullanıcı memnuniyetini ve

müşteri katılımını etkilediğini göstermektedir (Kamboj vd., 2022, s. 128).

Yapay zeka destekli sesli asistan uygulamaları yeni bir teknolojidir ve yenilenmeye de devam etmektedir. Tüketici segmentleri tarafından kabul edilme düzeyi de homojenlikten uzaktır. Hizmet kalitesi yüksek uygulamaların müşteri kazanma ve elde tutma konusundaki katkısı rekabette bankaları öne geçirirken, düşük hizmet kalitesine neden olan uygulamalar stratejik kayıplara neden olabilecektir. Ayrıca konuyla ilgili literatür yeni çalışmalara ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla bankacılık sesli asistanlarının hizmet kalitesi boyutlarına dönük araştırmalar sektör ve literaür açısından özgün değer yaratmaya devam etmektedir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde öncelikle mobil bankacılık kavramı, gelişimi, fonksiyonları; daha sonra hizmet kalitesi, mobil bankacılık hizmet kalitesi, mobil bankacılık hizmet kalitesinin boyutları ve ölçümü; son olarak da dijital sesli asistan kavramı, fonsiyonları, hizmet kalitesi boyutları ve ölçüm çalışmaları konusundaki literatür incelenmektedir.

1.1. Mobil Bankacılık

"Mobilite" terimi, mobil cihazların kullanımıyla bilgi ve iletişim teknolojileri süreçlerinde uzay ve zamandan daha yüksek derecede bağımsızlık elde edilmesini ifade etmektedir (Fenu & Pau, 2015, s. 27). Mobil bankacılık (MB), bankalar ve müşterileri için pratik değere sahip olabilecek finans sektörleri için en son yeniliklerden biridir (Zhou vd., 2021). Mobil bankacılık, müşteri deneyimini öncelikli olarak fiziksel ve yüz yüze işlemlerden teknoloji aracılı, tüketici merkezli hizmetlere dönüştürmektedir (Baabdullah vd., 2019; Laukkanen, 2016). Banka personeli ile yüz yüze temas kurmadan bankacılık işlemlerinin gerçekleştirilmesini içeren mobil bankacılık kaçınılmaz olarak risk ve belirsizlik içermektedir (Lee & Chung, 2009, s. 391).

M-bankacılık, finansal kuruluşların taşınabilir teknolojilerden yararlanarak sunduğu bir hizmet veya üründür (Tam & Oliveira, 2017, s. 1048). M-bankacılık, müşterilerin istedikleri zaman, istedikleri yerde işlem yapabilmelerini sağlayan özel mobil uygulamalar aracılığıyla telefon ve tablet gibi mobil cihazlar üzerinden erişilebilen bankacılık hizmetlerini içerir (Shaikh vd., 2022). Mobiliteye yönelik yatırımların ardındaki itici güç, iş süreçlerinin yaygınlığı veya verimliliği ya da hatta sadece maliyet tasarrufu gibi nedenlerle açıklanabilir. Yatırımlar, işgücünün mobilitesini artırmaya veya müşteri tabanının artan mobilitesinden yararlanmaya yönelik olabilir (Fenu & Pau, 2015, s. 27). Mobil bankacılık hizmetlerinde sürekli yenilikler yapmak kullanıcıları çekmekte, rekabet karşısında karşılaştırmalı üstünlüğü korumakta ve teknolojiye yapılan yatırımın geri dönüşünü sağlamaktadır (Sharma vd., 2017).

Mobil bankacılığın tüketicilere sunduğu temel değer; bankacılık hizmetlerine anlık ve mekândan bağımsız erişim olanağı sağlaması, zaman kullanımını optimize etmesi, gerçek zamanlı bilgi akışı sunması ve kullanıcıların finansal işlemler üzerindeki denetim hissini güçlendirmesidir (Laukkanen & Lauronen, 2005). Hizmetin istenildiği yerde kullanılabilmesi anında eylemde bulunma yeteneği kazandırmaktadır (Laukkanen, 2007, s. 795). Mobil bankacılığın kendisi bir yenilik olduğu gibi mobil bankacılık uygulamalarına eklenen her bir özellik de ayrı bir yeniliktir. Mevcut mobil bankacılık literatürü, bankacılık sektöründe akıllı ve kişiselleştirilmiş hizmetlere olan talebin artmasıyla birlikte yapay zeka (YZ) tekniklerinin kritik hale geldiğini göstermektedir (Milana & Ashta, 2021). Yapay zeka destekli mobil bankacılık uygulamaları verileri akıllıca işleyrek kişiselleştirilmiş hizmetler sunmaktadır (Zhu, 2019). Kişiselleştirilmiş hizmetler sağlayan yatırımlar müşteri sadakatinin artması, daha fazla potansiyel müşteriye ulaşma veya potansiyel müşterilerin dönüşüm oranını artırma, müşteri verilerinin daha derinlemesine analizi veya tamamen yeni hizmetlerin sunulması yoluyla ek gelir sağlamaktadır (Fenu & Pau, 2015, s. 26).

Mobil bankacılık (m-bankacılık) geleneksel bankacılık kanallarına (örneğin, otomatik vezne makinesi, telefon bankacılığı, mobil olmayan internet bankacılığı) kıyasla yeni özelliklere (her yerde bulunma, esneklik ve hareketlilik gibi) sahip olabilir (Kim vd., 2009, s. 286; Lin, 2013, s. 195). Bankaların mobil

cihazlar aracılığıyla müşterilerine daha fazla kolaylıkla bilgi sağlamalarına ve hizmet sunmalarına olanak tanıyan bir self servis dağıtım kanalı olan (Lin, 2013, s. 196) mobil bankacılık, elektronik bankacılıktan çok daha hızlı evrimleşmektedir (Laukkanen, 2007). Finansal hizmetler sektöründe mobil bankacılık, sabit ağlar üzerinden kullanılan internet bankacılığına gerçek mobilite unsuru ekleyen belirli durumlar için ek bir hizmettir ve müşterinin cep telefonu, akıllı telefon veya kişisel dijital asistan (PDA) gibi bir mobil cihaz aracılığıyla bankaya bağlandığı etkileşim şeklinde tanımlanmaktadır (Laukkanen & Kiviniemi, 2010, s. 373). Mobil bankacılık, müşterilerin cep telefonu veya kişisel dijital asistan (PDA) gibi mobil cihazlar aracılığıyla metin veya WAP tabanlı bankacılık hizmetleri gibi sesli olmayan uygulamalar yoluyla bir banka ile etkileşimde bulundukları bir kanal olarak tanımlanır (Hoehle & Lehmann, 2008).

İşgücü maliyetlerini ve fiziksel şube sayısını azaltarak maliyet avantajı sağlayan (Kumar vd., 2023, s. 358) mobil bankacılıkta işlem başına maliyetler şube bankacılığı kıyasla önemli ölçüde düşüktür (Sherman, 2014, s. 73). Böylece basit işlemlerin yüksek maliyetli memurlar yerine düşük maliyetli bir kanalla yapılması sağlanarak, iki ABD doları olan işlem maliyeti mobil bankacılıkta 15 sente düşürülmektedir (Pousttchi & Schurig, 2004, s. 2). Mobil bankacılığın gelişmesi fiziksel kanalları bütünüyle saf dışı bırakmamaktadır. Fiziksel şubeler, ticari bankalar için hayati kanal kaynakları ve temel rekabet avantajı olmaya devam etmektedir (Wang vd., 2025, s. 13). Fiziksel ve dijital kanalların kullanımı bankacılık ürünlerine ve müşteri segmentlerine göre farklılık göstermektedir. Mobil bankacılığın benimsenmesini zorlaştıran çeşitli faktörler bulunmaktadır. Çalışmalar örneğin inovasyon direncinin hem olgun hem de genç tüketiciler arasında mobil bankacılığın benimsenmesinin önündeki en yoğun bariyer olduğunu göstermektedir (Laukkanen vd., 2007, s. 419). Tüketiciler için m-bankacılık, kullanıcıların bir şubeyi ziyaret etmeden işlemleri incelemelerine, para transfer etmelerine, faturaları ödemelerine, bakiyeleri kontrol etmelerine ve diğer finansal hizmetleri gerçekleştirmelerine olanak sağlayarak zaman ve masrafları azaltmaktadır (Hoehle vd., 2012). Mobil uygulamaların kullanımı, mobil bir cihaz ve mobil şebeke operatörü gerektirmesi, Mobil veri iletiminin pahalı olması, güvenlik endişesi, bağlantının kesintiye uğrama olasılığı gibi birkaç belirli kısıtlamaya dayanmaktadır (Pousttchi & Schurig, 2004, s. 2-3). Tüketiciler mobil cihazları basit bankacılık işlemleri için, hesaplarına anında erişmeleri gereken durumlarda ve diğer bankacılık kanallarına erişemedikleri durumlarda (örneğin, bir satış noktasında mal satın almadan önce hesap bakiyelerini kontrol etme) kullanma eğilimindedir (Hoehle & Huff, 2012, s. 148).

Bankalar için mobil bankacılık maliyet tasarrufu sağlayarak (Hoehle & Huff, 2012) operasyonel verimliliği (Tam & Oliveira, 2017, s. 1045) artırmakta; müşteri sadakatinin artması, daha fazla potansiyel müşteriye ulaşma, potansiyel müşterilerin dönüşüm oranını artırma, müşteri verilerinin daha derinlemesine analizi veya tamamen yeni hizmetlerin sunulması yoluyla ek gelir sağlamaktadır (Fenu & Pau, 2015, s. 26).

1.2. Hizmet Kalitesi ve Mobil Bankacılık Hizmet Kalitesi

Hizmet kalitesi araştırmalarının öncülüğünü imalat sektöründeki mal kalitesinin boyutları yerine, hizmetle ilgili verilerden elde edilen hizmet kalitesi ölçütünü formüle eden Parasuraman, Zeithaml ve Berry yapmıştır (Sureshchandar vd., 2001, s. 113). Somut mallardan farklı olarak hizmet özü itibarıyla hizmeti üreten ve tüketen insan ile, üretim ve tüketim fonksiyonlarının ayrılmazlığını içermektedir. Dolayısıyla somut malların kalitesinden farklı olarak hizmet kalitesi hizmeti üreten beşeri unsura atıf yapmaktadır. Hizmeti sağlayan beşeri faktörün kendisi dışında araç gereçleri, giyimi, mekanı gibi faktörler de hizmet kalitesi bileşenlerindendir. Hizmet sağlayan personel ile tüketici arasına iletişim araçlarının girmesi hizmet kalitesinin boyutlarını yeniden şekillendirmiştir. Hizmetin üretimi ve tüketimi sürecine dahil olan unsurlardaki her değişiklik farklı modeller geliştirilmesine neden olmaktadır. Hizmet kalitesi modelleri, hizmet kalitesinin ne olduğunu ve önerilen her kavramsallaştırmada hizmet kalitesinin nasıl ölçüleceğini anlamak için bir çerçeve sunmaktadır (Martínez & Martínez, 2010, s. 29).

Hizmet kalitesi kavramı ve boyutları

Hizmet kalitesi "tüketicinin bir ürünün genel mükemmelliği veya üstünlüğü hakkındaki yargısı" (Zeithaml, 1988, s. 3) şeklinde tanımlanmaktadır. Yani hizmet kalitesi tüketicinin hizmete ilişkin öznel yargılarından oluşmaktadır. En köklü ve yaygın hizmet kalitesi kavramsallaştırması Parasuraman vd. (1988) tarafından yapılmıştır. Buna göre hizmet kalitesinin boyutları fiziksel özellikler, güvenilirlik, yanıt verebilirlik, güvence ve empatidir (Parasuraman vd., 1988). Bağlama ve araçlara bağlı olarak farklı modeller geliştirildiyse de hiçbiri bu modelden bağımsız değildir. Fiziksel özellikler (tangibles) işletmenin fiziksel kaynakları, araç-gereçleri ve personelin dış görünüşünü; güvenilirlik (reliability) müşteriye vaat edilen hizmetin doğru ve güvenilir olarak yerine getirme yeteneği; yanıt verebilirlik (responsiveness) müşteriye hızlı hizmet sunma konusunda hevesli olmayı; güvence (assurance) personelin donanım ve nezaketiyle müşteriye güven verebilmesi; empati (empathy) ise işletmenin müşterilere özenli ve bireysel ilgi göstermesini ifade etmektedir. (Altan & Atan, 2004, s. 21; Gökmen & Aydın, 2025, s. 8)

Mobil bankacılık hizmet kalitesi ve boyutları

İşletmelerin faaliyet alanı yerelden küresele genişledikçe, tüketici ile işletme arasındaki fiziksel etkileşim azalmakta; tüketicilerin çevrim içi yaşam ve dijital tüketim alışkanlıklarına uyum sağlamaları ise bu dönüşümü pekiştirmektedir (Işık & Ay, 2022, s. 234).

Bankacılık sektörü mobil hizmetlere doğru geçiş yaparken hizmet kalitesinin önemi daha da kritik hale gelmiştir (Leem & Eum, 2021) ve hizmet kalitesi boyutlarının yeniden ele alınması ihtiyacı doğmuştur. Müşterilerin insanlarla değil teknolojiyle etkileşime girdiği sanal ortamda, hizmet kalitesinin temel kavramları yeniden (Shankar vd., 2019) şekillenmektedir. M-bankacılık hizmetleri bankalar tarafından sunulan nispeten yeni elektronik teslimat kanalları olduğundan, bunların kalitesini veya etkinliğini değerlendirmek hem m-bankacılık araştırmacıları hem de hizmet sağlayıcıları (bankalar, telekomünikasyon şirketleri ve diğer finans kuruluşları dahil) için kritik öneme sahiptir (Lin, 2013, s. 195). Mobil bankacılıkta, müşteri memnuniyetine katkıda bulunan faktörleri anlamak, banka yöneticilerinin mobil bankacılık hizmetlerinin kullanımını artırmak için etkili stratejiler tasarlamaları için çok önemlidir (Kumar vd., 2023, s. 357).

Hizmet teknolojilerinin temel amacı müşteri değer yaratımını destekleyerek müşteri memnuniyetini artırmak ve sonuçta müşterileri elde tutmaktır (Kristensson, 2019, s. 505). Geniş anlamda, m-bankacılık hizmet kalitesi, "m-bankacılık bağlamında mobil içerik sunumunun mükemmelliği ve kalitesiyle ilgili genel müşteri değerlendirmelerini ve yargılarını" kapsamaktadır (Lin, 2013, s. 196). Mobil bankacılığın düşük hizmet kalitesi, kullanıcıların kızgınlık hissetmesine neden olur ve dolayısıyla memnuniyetlerini olumsuz etkiler (Heinonen, 2014 ; Jun ve Palacios, 2016 ; Zameer ve diğerleri , 2015). Mobil bankacılıkta kullanıcıların hizmet kalitesine ilişkin değerlendirmeleri, mobil içerik sunumunun mükemmelliği ve benzersizliğine ilişkin algılarını yansıtmaktadır (Arcand vd., 2017).

Mobil bankacılık hizmet kalitesini kapsayıcı bir şekilde kavramsallaştıran Lin (2013) tarafından belirlenen kalite faktörleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Mobil bankacılık kalite faktörleri ve alt boyutları

İşlevsellik
Erişilebilirlik: Mobil bankacılık, bankacılık işlemlerine erişimi kolaylaştırır.
Tepki süresi: Mobil bankacılık işlemlerinin yüklenmesi için bekleme süresi makuldür.
Mobilite: Mobil bankacılık her zaman ve her yerden erişilebilir.
Güvenlik: Mobil bankacılık, bankacılık işlemlerini gerçekleştirmek için yeterli güvenlik sağlar.
İçerik
Doğruluk: Mobil bankacılık tarafından sağlanan bilgiler doğrudur.
Güncellik: Mobil bankacılık tarafından sağlanan bilgiler her zaman günceldir.
Alaka düzeyi: Mobil bankacılık, bankacılık işlemleri hakkında ilgili bilgileri sağlar.
Tamlık: Mobil bankacılık, müşterilere eksiksiz bir bilgi seti sağlar.
Müşteri hizmetleri
Güvenilirlik: Mobil bankacılık, müşteri taleplerine doğru çözümü sunar.
Duyarlılık: Mobil bankacılık, müşteri taleplerine duyarlıdır.
Güven: Bankacılık işlemlerinde mobil cihazların kullanımı güvenilirdir.
Empati: Müşteri işlem geçmişine göre, mobil bankacılık müşterilere bireysel ilgi gösterir.
Arayüz tasarımı
Multimedya özelliği: m-bankacılık, uygun bir multimedya (grafik ve görüntü gibi) sunumu sağlar.
Format: m-bankacılık işlemlerinin içeriği (kapsam, derinlik ve yapı gibi) ekranda açık bir şekilde sunulur.
Anlaşılabilirlik: m-bankacılığın sunum stili anlaşılması kolaydır.
Gezinilebilirlik: m-bankacılık, bilgi bulmak için kolay gezinme özelliğine sahiptir.

Kaynak: Lin, 2013.

Mobil bankacılık hizmet kalitesi mobil bankacılıktan memnuniyeti ve devamlılık niyetini olumlu yönde etkilemektedir (Pokhrel & K.C, 2023, s. 391). Müşterilerin algıladığı m-bankacılık hizmet kalitesi, giderek artan rekabet ve hızla ilerleyen mobil teknolojilere ayak uydurmak için sürekli baskı ile karşı karşıya olan m-bankacılık hizmet sağlayıcılarının başarısını belirleyen önemli faktörlerden biridir (Jun & Palacios, 2016, s. 322).

1.3. Dijital Sesli Asistan ve Hizmet Kalitesi

Sohbet botları, metin ya da ses tabanlı iletişim yoluyla kullanıcılarla etkileşime giren, insan müdahalesine gerek duymaksızın çeşitli işlemleri bağımsız biçimde gerçekleştirmek üzere tasarlanmış yapay zekâ tabanlı yazılımlardır (İşeri vd., 2021, s. 359). Yapay zekâ teknolojisiyle desteklenen ve kullanıcılarla doğal dil üzerinden iletişim kurabilen bilgisayar programları olan chatbot'lar, son yıllarda müşteri hizmetleri süreçlerine entegre edilmiş olup günümüzde çeşitli sektörlerde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Acayıp, 2024, s. 478).

Giderek artan sayıda kuruluş, ön saflarda müşterilere hizmet vermek için yapay zeka (YZ) sohbet robotlarını benimsiyor (Keyser vd., 2019). Chatbotların kullanımı, banka personelinin iş yükünü belirgin biçimde hafifleterek işgücü maliyetlerini düşürmekte ve işletmelerin operasyonel verimliliğini önemli ölçüde yükseltmektedir (M. Li & Wang, 2023).

Yapay zekâ tabanlı chatbot'lar, metin tabanlı sohbetler ya da sesli komutlar aracılığıyla kullanıcılarla etkileşime giren, insan konuşmalarını taklit ederek sanal asistan işlevi gören bilgisayar programlarıdır (Acayıp, 2024, s. 479). Chatbot hizmetleri, iletişimi kolaylaştırmak amacıyla insanlar ile makineler arasındaki etkileşimi hem metin tabanlı hem de sözlü biçimlerde desteklemektedir (L. Li vd., 2021). Yapay zekâ destekli sohbet robotları, öfke, yorgunluk, dikkatsizlik ya da önyargı gibi insani zaaflardan etkilenmeksizin

müşterilerle dostane biçimde iletişim kurabilmekte, müşteri hizmeti süreçlerini otomatikleştirerek iletişimi daha tutarlı ve verimli hâle getirmektedir (Acayıp, 2024, s. 479).

Chatbot'lar, uygulamaları müşteri hizmetlerini iyileştirmek için umut verici fırsatlar sunduğundan, giderek daha fazla e-ticaret ve e-hizmetlere giriyor (Misischia vd., 2022, s. 427). Chatbotların bankalara kullanıcılarla iletişiminde önemli miktarda tasarruf sağlaması ve teknolojiyle orantılı bir şekilde gelişeceği öngörülmektedir (İşeri vd., 2021, s. 359). Sesli Asistan, yapay zeka doğal dil işleme teknolojisini kullanarak insan konuşmasını tanıyıp yorumlayabilen ve buna göre insan benzeri bir sesle yanıt verebilen akıllı bir yazılımdır (Mishra vd., 2022, s. 1) Literatürde, ses tabanlı konuşma ajanları (Jan ve ark., 2024), akıllı sesli asistanlar (Al-Fraihat ve ark., 2023), AI tabanlı konuşma dijital asistanları (Chattaraman ve ark., 2019), ses tabanlı dijital asistanlar (Vimalkumar ve ark., 2021) gibi farklı isimlerle anılmaktadır. Kullanıcıların sesli komutlarını anlayabilmeleri sayesinde, haberleri takip etmek, hava durumu tahminleri sağlamak, çevrimiçi alışveriş yapmak, çalma listeleri düzenlemek veya rezervasyon yapmak gibi günlük doğal dil kullanarak görevleri yerine getirebilirler (Fernandes & Oliveira, 2021: 180).

Dijital sesli asistan hizmet kalitesi, boyutları, önemi

Yapay zeka sektörü altüst etmeye devam ederken, değer yaratan faaliyetler, banka çalışanlarıyla doğrudan temasın olmadığı fiziksel mağazalardan self servis kanallarına kaymaktadır (Gummerus vd., 2019). Yapay zekâ sohbet robotları, çoğu zaman müşterilerin bir kuruluşla kurduğu ilk temas noktası olduğundan, bu sistemlerin algılanan hizmet kalitesi müşterilerin kuruluşu değerlendirme biçimini doğrudan etkilemektedir (Acayıp, 2024, s. 480). Chatbotlar hizmet kalitesinde hızla önemli iyileştirmelere yol açmaktadır (Misischia vd., 2022, s. 427). Chatbot'ların işlevsel hedefini oluşturan hizmet kalitesi üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir (Misischia vd., 2022, s. 427).

Sesli robotlar yeni bir kanal olmanın ötesinde bankacılık hizmet modelini değer ortak yaratımına dönüştürmektedir (Kristensson, 2019). E-hizmetlerde kullanılan sohbet robotları, kullanıcı memnuniyetini sağlamada yeni bir yaklaşım sunmaktadır; zira bu tür programlar, kişisel asistan, akıllı sanal temsilci ve dijital refakatçi gibi farklı roller üstlenerek çok yönlü bir hizmet deneyimi sağlamaktadır (Acayıp, 2024, s. 480).

Bankalar yapay zeka analitiği yoluyla değer yaratırken, tüketiciler de yapay zeka hizmetlerinin kullanımı yoluyla değer yaratmaktadır (Payne vd., 2018).

Dijital sesli asistan hizmet kalitesi ölçümü

Yapay zeka sohbet robotları, müşterilere hizmet etmek için ön saflarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yine de, hizmet kalitesinin mevcut boyutları ve ölçekleri yeni yapay zeka ortamına pek uymuyor. Bu boşluğu gidermek için, yapay zeka sohbet robotu hizmet kalitesinin (AICSQ) boyutlarını tanımlıyoruz. AICSQ'nun, müşterilerin yapay zekâ sohbet robotlarına yönelik memnuniyetini, algıladıkları değeri ve bu teknolojileri kullanmaya devam etme niyetlerini olumlu biçimde etkilediği görülmektedir (Chen vd., 2022, s. 25-30).

Önceki hizmet kalitesi modelleri AI sohbet robotu hizmetinin yenilikçi teknik özelliklerini tam olarak yansıtamadığı için AI sohbet robotu hizmet kalitesi kavramsallaştırılmış ve Tablo 2'de gösterilen ölçüm modeli geliştirilmiştir (Chen vd., 2022).

Tablo 2. AI Sohbet Robotu Hizmet Kalitesi (AICQS) Boyutları

1. Semantik Anlama Sorguyu anlama Duygusal ifadeyi anlama	**2. Yakın İnsan-YZ İşbirliği** Erişilebilirlik Kolay Transfer Edilebilirlik Akılda Kalıcılık
3. İnsansı İnsana Benzer Sosyal İpucu İnsana Benzer Kişilik İnsana Benzer Empati	**4. Sürekli Gelişim** Kendi Kendine Öğrenme Sistem Güncellemesi
5. Kişiselleştirme Müşterileri Tanımlama Kişiselleştirilmiş Yanıt Kişiselleştirilmiş Öneri	**6. Kültürel Adaptasyon** Dil Dışı Engeller Kültür Anlayışı
7. Verimlilik Her Zaman Erişilebilir Yanıt Verebilirlik Süreci Basitleştirme	

Kaynak: Chen vd., 2022, s. 43.

M-bankacılık kalite faktörleri (Lin, 2013) geliştirilerek uyarlanmış ve AICSQ (AI sohbet robotu hizmet kalitesi) ölçeğine (Chen vd., 2022) dönüştürülmüştür. Bu uyarlama çalışmasında bazı boyutlar korunmuş, bazı boyutlar veya alt boyutlar kapsam dışı bırakılmıştır. AICSQ ölçeği (Chen vd., 2022) bu çalışmada genel olarak bütünlüğü bozulmadan korunmuş fakat M-bankacılık kalite faktörleri (Lin, 2013) ölçeğindeki bazı boyutların dahil edilmesi uygun bulunmuştur. Yeni ölçek güvenlik alt boyutu hariç işlevsellik boyutunun erişilebilirlik, tepki süresi ve mobilite alt boyutlarını içermektedir. İçerik boyutunun doğruluk ve alaka düzeyi alt boyutları yeni ölçekte yer alırken güncellik ve tamlık alt boyutlarının ihmal edildiği görülmektedir. Güncellik ve tamlık alt boyutları bu çalışmada "semantik anlama" faktörünün "sorguyu anlama" alt boyutuna eklenmiştir. M-bankacılık platformları üzerinden m-bankacılık hizmet sağlayıcıları tarafından sağlanan bilgilerle ilgili müşteri endişeleri, tüketicilerin m-bankacılık hizmet kalitesine ilişkin algılarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Tüketiciler, bu platform üzerinden tüm bankacılık hizmetlerine ilişkin doğru, eksiksiz ve güncel bilgilerin yanı sıra kullanım kılavuzları ve SSS'lerin de bu platform üzerinden sunulmasını beklemektedir. Ayrıca, tüketiciler bu platformda çok dilli ve özlü içerikler beklemektedir (Shankar vd., 2020, s. 16).

Müşteri hizmetleri boyutunun duyarlılık, empati ve güvenilirlik alt boyutları AICSQ ölçeğinde yer alırken güven alt boyutu ihmal edilmiştir. Yeni ölçekte arayüz tasarımı boyutu da tümüyle ihmal edilmiştir. Bu çalışmada arayüz tasarımı boyutunun multimedya özelliği, format (bankacılık işlemlerinin kapsam, derinlik ve yapısal içeriği) ve anlaşılabilirlik alt boyutları ölçeğe dahil edilmiş, gezinilebilirlik boyutuna ihtiyaç duyulmamıştır. Ayrıca, multimedya özellikleri, kişiselleştirilmiş selamlamalar, çeşitli bankacılık hizmetlerini gösteren semboller ve resimler ile kredi ve banka kartı işlemleri için renk ayrımı olmasını da isterler. (Shankar vd., 2020, s. 16). İşlevsellik ve müşteri hizmetleri boyutlarındaki güvenlik ve güven alt boyutları da eksiklik olarak değerlendirilmektedir. güven eksikliği önyargı ve veri gizliliğiyle ilgili endişelere yol açar. Ayrıca, daha geniş bir düzeyde, yapay zekanın insanlardan çok 'farklı' olduğu algıları güven eksikliğine yol açabilir ve bu da daha sonraki olumsuz sonuçlara yol açabilir (Luo vd., 2020, s. 231), fakat bu çalışmanın kapsamı açısından ölçeğe dahil edilmemektedir.

Öte yandan bankacılık sesli asistanlarıyla ilgili endişeler içeren tartışmalar bulunmaktadır. AI müşteriler hakkında daha derin içgörüler elde ederek özelleştirilmiş teklifler oluşturması gizlilikle ilgili endişelere neden olabilmektedir (Granulo vd., 2021; Guha vd., 2023; Longoni vd., 2023). Ayrıca kullanıcılar yapay zeka tabanlı sınıflandırmalar tarafından yanlış anlaşılma hissi yaşamaktadır (Puntoni vd., 2021). Yapay zeka

daha az empatik, daha insansı robotlar sinir bozucu, gizlilik endişeleri, özerklik kaybı, güven kaybı olarak algılanmaktadır (Davenport vd., 2020). Müşterilerin benzersizliğe olan tercihi robotik iş gücünden ziyade insan işini tercih etmekydir (Granulo vd., 2021). Bir araştırmada kuruluşların %23'ü akıllı yardımcıların "sahibinin" konuşmasını ayırt edemediğini ve bunun yoğun ortamlarda endişe verici olabileceğini düşünüyor (Suhel vd., 2020, s. 613). Mevcut çalışmalara yansıyan endişeler ve sesli robotların her gün yeni özelliklere kavuşması yeni araştırma ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu çalışma sesli asistanlar hakkında güncel veriler sağlayarak teorisyen ve uygulayıcılara önemli bulgular sağlamak amacıyla yapılmıştır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın amacı, önemi, evreni ve örneklemi ile kullanılan yöntem ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.

2.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de faaliyet gösteren bankaların yapay zekâ (AI) tabanlı sohbet robotlarının hizmet kalitesi boyutlarını test ederek ölçmek, birbirleriyle karşılaştırmak ve geliştirmeye açık noktaları tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda araştırma şu sorulara yanıt aramaktadır:

Hangi hizmet kalitesi boyutlarında bankalar arasında anlamlı fark bulunmaktadır?

Hangi boyutlar geliştirmeye daha açıktır?

Çalışma, yapay zekâ destekli hizmet teknolojilerinin müşteri deneyimi ve hizmet kalitesi üzerindeki etkilerini ortaya koyarak bankacılık alanındaki dijital dönüşüm sürecine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle, hem mevcut uygulamaların performansını değerlendirmekte hem de geliştirilebilecek noktaların belirlenmesine zemin oluşturmaktadır.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, Türkiye'de faaliyet gösteren ve bireysel müşterilere çevrim içi hizmet sunan bankaların yapay zekâ tabanlı sohbet robotlarıdır. Örneklem, 2024 yılı bilançolarına göre en yüksek ve en düşük faaliyet kârına sahip iki banka ile sınırlıdır. Seçim, Kamuyu Aydınlatma Platformu (KAP) ve Türkiye Bankalar Birliği (TBB) tarafından yayımlanan 2024 yılı faaliyet raporlarına dayandırılmıştır. Banka ve sohbet robotu adları gizlilik gerekçesiyle Banka 1 (SR1) ve Banka 2 (SR2) olarak kodlanmıştır.

2.3. Araştırmanın Yöntemi

Çalışma deneysel ve görev-temelli bir tasarıma sahiptir. AI sohbet robotu hizmet kalitesi boyutlarını değerlendirmek amacıyla her boyuta yönelik özgün komutlar hazırlanmıştır. Komutların bir bölümü "TL bakiyem nedir?" gibi bilgi talep eden sorulardan, diğer bölümü ise "Son EFT işlemini tekrarla." gibi bir işlemin gerçekleştirilmesini gerektiren komutlardan oluşmaktadır. Deneysel tasarım, laboratuvar ortamında banka-arası karşılaştırmalı biçimde yürütülmüştür.

Veri Toplama Aracı ve Süreci

Veri toplama aracı, AI sohbet robotu hizmet kalitesi boyutlarının her biri için oluşturulan komutlardan meydana gelmiştir. Boyut yapısı, Chen vd. (2022) tarafından geliştirilen AI Chatbot Service Quality Scale temel alınarak, Lin (2013)'ün mobil bankacılık kalite faktörlerinden bazıları eklenmek suretiyle uyarlanmıştır.

Tüm bankalar için testler aynı günün sabah (10:00–12:00) ve öğleden sonra (14:00–16:00) oturumlarında yürütülmüştür. Her komut bankalar arasında rasgele sırayla uygulanmış, her test öncesinde oturum geçmişi temizlenmiştir. Yanıt süresi standart bir istemci (aynı cihaz ve ağ koşulu) altında kaydedilmiştir. Değerlendirmeler iki bağımsız kodlayıcı tarafından yapılmıştır.

Puanlama ve Ölçüm

Her yanıt üç ölçüte göre 1 ile 5 arasında puanlanmıştır:

Doğruluk: 1 = yanlış, 5 = tam doğru.

Uygunluk: Komut ile yanıtın içeriksel uygunluğunu göstermektedir (1 = ilgisiz, 5 = tam uyumlu).

Hız: Yanıt süresi saniye cinsinden ölçülmüş, "daha kısa süre = daha yüksek puan" olacak biçimde ters ölçeklendirilmiştir. Her komutun toplam hizmet kalitesi puanı, bu üç alt ölçütün aritmetik ortalaması olarak hesaplanmıştır. Boyut puanları, her boyutu temsil eden komutların ortalaması alınarak oluşturulmuş ve bankalar arası karşılaştırmalarda kullanılmıştır.

Veri Analizi

Hizmet kalitesi puanları, üç alt ölçütün aritmetik ortalaması olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ortalama puanlar iki banka arasında doğrudan karşılaştırılmış, bu çalışmada başka istatistiksel test uygulanmamıştır. Sonuçlar, hizmet kalitesi boyutlarındaki güçlü ve zayıf yönlerin belirlenmesine yönelik tanımlayıcı değerlendirme olarak raporlanmıştır.

Etik ve Veri Güvenliği

Çalışmada herhangi bir gerçek müşteri verisi kullanılmamıştır. Tüm komutlar sentetik senaryolar üzerinden yürütülmüş, banka ve kullanıcı gizliliğini ihlal edebilecek içerikler tetiklenmemiştir. Kayıtlar anonimleştirilerek saklanmıştır.

Sınırlılıklar

Model güncellemeleri, trafik yoğunluğu ve anlık sistem kesintileri gibi dışsal değişkenlerin deney skorlarını etkileme olasılığı bulunmaktadır. Genellenebilirlik, seçilen bankaların sınırlı örneklemiyle kısıtlıdır. Gelecek çalışmalar, daha geniş örneklem ve gerçek müşteri etkileşimlerini içeren alan deneyleriyle genişletilmelidir.

3. BULGULAR

Araştırma Araştırma kapsamında incelenen iki bankanın da yapay zeka destekli sesli asistanları (SR1 ve SR2) aldıkları sesli komutları metne dönüştürerek ekranda göstermektedirler. Verilen sesli komutlarla SR1 ve SR2'nin metne dönüştürdüğü komutlar arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin "Sana nasıl hitap etmeliyim?" sorusunu SR2 "sana nasıl hitap etmediğim" şeklinde anlamıştır. "Sen bir robot musun, yoksa yapay zeka mı?" sorusunu SR1 "Sen bir robot mı son yoksa yapay zeka mı?" şeklinde anlamıştır. Bu yanlış anlamalar taleplerin yanıtlanmamasına veya yanlış yanıtlanmasına neden olmaktadır.

Yapay zeka destekli mobil bankacılık sesli asistanlarının hizmet kalitesini ölçmek amacıyla AICSQ ölçeğindeki boyutlara uygun olarak sorular hazırlandı. Hazırlanan sorular iki farklı bankanın sesli asistanına sorularak yanıtlama hızları ölçüldü ve yanıtların doğruluğu/uygunluğu puanlandırıldı. Ölçüm sonucunda elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Hizmet Kalitesi Puanları

	Banka 1 (SR1)		**Banka 2 (SR2)**	
	Doğruluk/ Uygunluk (1–5)	Yanıt Süresi puanı	Doğruluk/ Uygunluk (1–5)	Yanıt Süresi puanı
A. SEMANTİK ANLAMA	3,02	3	1,64	3
A1. Sorguyu Anlama	3,62	3	2,29	3
A2. Duyguları Anlama	2,42	3	1,00	3
B. YAKIN İNSAN-YZ İŞBİRLİĞİ	2,08	3	1,00	3
B1. Erişilebilirlik	3,67	4	1,00	4
B2. Kolay Aktarım	1,33	3	1,00	3
B3. Hatırlanabilirlik	1,25	3	1,00	2
C. İNSANSI	2,89	4	2,44	3
C1. İnsan Benzeri Sosyal İpuçları	3,50	3	2,00	4
C2. İnsan Benzeri Kişilik	2,50	4	3,50	3
C3. İnsan Benzeri Empati	2,67	4	1,83	3
D. SÜREKLİ GELİŞİM	1,23	4	1,22	3
D1. Kendi Kendine Öğrenme	1,00	4	1,44	3
D2. Sistem Güncellemesi	1,47	4	1,00	3
E. KİŞİSELLEŞTİRME	1,07	4	2,04	3
E1. Müşterileri Tanımlama	1,00	4	1,40	3
E2. Kişiselleştirilmiş Yanıt	1,22	4	2,72	3
E3. Kişiselleştirilmiş Öneri	1,00	3	2,00	3
F. KÜLTÜREL ADAPTASYON	1,17	4	1,67	3
F1. Dil Engelleri Yok	1,00	4	1,00	3
F2. Kültür Anlayışı	1,33	4	2,33	3
G. VERİMLİLİK	3,51	4	3,88	4
G1. Her Zaman Kullanılabilirlik	5,00	4	5,00	4
G2. Duyarlılık	3,63	3	3,19	3
G3. Süreç Basitleştirme	1,89	3	3,44	3
GENEL ORTALAMA	2,14	3	1,98	3

Kaynak: Chen vd., 2022 ve Lin, 2013 tarafından geliştirilen AI sohbet robotu hizmet kalitesi ölçeği boyutları esas alınarak yazar tarafından üretilmiştir.

SR1 ve SR2'nin yanıtlama hızı büyük oranda 3-6 saniye arasında dağılmaktadır. Her iki uygulama ve neredeyse tüm sorular için yanıtlama hızı 3 saniyeden başlamaktadır, 6 saniye üzerine nadiren çıkmaktadır.

Sorguyu ve duyguları anlama alt boyutlarından oluşan semantik anlama konusunda SR1 aldığı puanla (3,02) SR2'yi (1,64) yaklaşık ikiye katlamıştır. İnsan ve yapay zeka arasındaki yakın iş birliği konusunda da SR2, SR1'den iki kat yüksek puan almıştır. İnsan benzeri davranışlar açısından SR1, SR2'den biraz daha yüksek puan almıştır. Uygulamaların sürekli gelişimi konusunda puanlar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Müşteriye kişiselleştirilmiş hizmet sunma konusunda SR2, SR1'den yaklaşık iki kat yüksek puan almıştır. Müşteri kültürüne adaptasyon ve verimlilik konularında SR2, SR1'den daha yüksek puanlar almıştır. Her iki uygulama da yalnızca Türkçe hizmet vermektedir.

Ortalamanın üzerinde başarı gösterilen tek boyut verimlilik olarak ortaya çıkmaktadır. Yani her zaman kullanılabilirlik, duyarlılık ve süreç basitleştirme konularında sesli asistanlar müşteri taleplerini önemli ölçüde karşılamaktadır. verimlilik dışında semantik anlama ve insan benzeri davranış konularında SR1 ortalamanın üzerinde bir performansla müşteri taleplerini karşılamaktadır. SR2 verimlilik konusundaki başarısının dışında insan benzeri davranış konusunda sınıra yaklaşmıştır. Özetle; SR1 semantik anlama, insan benzeri davranış ve verimlilik konusunda ortalamanın üzerinde; sürekli gelişim, kişiselleştirme ve kültürel adaptasyon konularında düşük puan almıştır. SR2 verimlilik konusunda iyi, insan benzeri davranış konusunda orta; semantik anlama, sürekli gelişim, kişiselleştirme ve kültürel adaptasyon konularında düşük puan almıştır. Hizmet kalitesi puan ortalamaları (SR1:2,14, SR2:1,98) her iki uygulama için düşük bulunmuştur.

Bu çalışma, yapay zeka destekli mobil bankacılık sesli asistanlarının (SR1 ve SR2) hizmet kalitesini deneysel bir yaklaşımla değerlendirmiştir. Analiz sonuçları, mevcut sesli asistan teknolojisinin hizmet kalitesi açısından henüz tam anlamıyla olgunlaşmadığını göstermektedir. Her iki uygulamanın da genel hizmet kalitesi puanları (SR1 için 2,14 ve SR2 için 1,98) düşük seviyede kalmıştır. Bu durum, yapay zeka destekli sesli asistan teknolojisinin finans sektöründe hala geliştirilme aşamasında olduğunu ve tüketicilerin beklentilerini tam olarak karşılayamadığını ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bulgularına göre, her iki asistanın da birlikte başarılı olduğu tek alan verimlilik boyutudur. Bu boyut, her zaman kullanılabilirlik, duyarlılık ve süreç basitleştirme alt boyutlarını içermektedir ve asistanların bu konularda müşteri taleplerini önemli ölçüde karşıladığı görülmüştür. Bu, sesli asistanların temel işlevleri olan hızlı erişim ve basit işlemleri gerçekleştirme konusunda etkili olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, semantik anlama, insan-yapay zeka işbirliği, sürekli gelişim, kişiselleştirme ve kültürel adaptasyon gibi daha karmaşık boyutlarda önemli eksiklikler tespit edilmiştir. Özellikle semantik anlama alt boyutunda SR1›in SR2›den belirgin şekilde daha yüksek puan alması, farklı bankaların teknolojiye yaptıkları yatırımların kalitesinin ve olgunluğunun farklılaştığını düşündürmektedir. Yanlış anlaşılan komut örnekleri, bu alandaki temel sorunlara işaret etmektedir. Ayrıca, her iki uygulamanın da sürekli gelişim ve kişiselleştirme gibi boyutlarda çok düşük puan alması, bu teknolojinin kendi kendine öğrenme ve kullanıcıya özel çözümler sunma yeteneğinin henüz zayıf olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, yapay zeka destekli mobil bankacılık asistanlarının, finans sektörü için hem bir risk hem de büyük bir fırsat alanı olduğunu ortaya koymaktadır. Asistanların temel işlemlerdeki başarısı, operasyonel verimlilik ve maliyet avantajı sağlama potansiyelini desteklerken, daha karmaşık ve insan benzeri etkileşimlerdeki yetersizlikleri, müşteri deneyimi ve memnuniyeti açısından kritik zorluklar yaratmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Nispeten yeni bir teknoloji olan üretken yapay zeka her geçen gün gelişmeye devam ederken, tüketicilerin üretken yapay zeka destekli hizmetleri benimseme düzeyleri de artmaktadır. Dolayısıyla yapay zeka destekli hizmetlerin hizmet kalitesini etkileyeceği düşüncesi, konuya yönelik ilgiyi literatürde ve uygulamada artırmıştır.

Bu çalışmada yapay zeka destekli mobil bankacılık hizmet kalitesini ölçmek amacıyla deneysel bir tasarım uygulanmıştır. Literatürdeki ölçeklerden faydalanarak hazırlanan sorular/talepler iki farklı uygulamaya yöneltilmiş ve sonuçlar raporlanarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler genel olarak değerlendirildiğinde bankacılık sesli asistanlarının bilgi vermek üzere yapılandırıldığı görülmektedir. İşlem yapma konusunda ise işlemleri kendisi yapmak yerine yönlendirme yapmak üzere yapılandırıldığı gözlenmiştir. Örneğin uygulamalar ekstre borcu, bakiye veya döviz kuru gibi dolaysız bilgileri hızlı ve doğru olarak yanıtlayabilmektedir. “Kredi kartı limitimi artırmak istiyorum ama ödemekte zorlanabilirim” gibi aşamalı/katmanlı komutlar söz konusu olduğunda yalnızca “kart limiti artırmak” kısmını değerlendirmektedir. “Cüzdanım çalındı, kartım kayboldu” gibi işlem yapılması gereken durumlarda komutu başarıyla anlamakta,

fakat işlem yapmak yerine kart iptali için yönlendirme yapmaktadır. Benzer şekilde ödeme veya para transferi işlemleri söz konusu olduğunda mobil uygulamadaki menüye yönlendirme yapmaktadır. Yakın gelecekte benzer işlemlerin doğrudan sesli asistan tarafından yapılabileceği öngörülmektedir.

Yapılan analizlerler sonucu elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde bankacılık sesli asistanları yanıt hızı açısından yeterli, yanıtların doğruluğu/uygunluğu açısından hizmet kalitesi puanları yetersiz bulunmuştur. Verimlilik ve insan benzeri davranış boyutlarında incelenen uygulamaların ikisi de iyi/orta puan almışlardır. Semantik anlama ve yakın insan-yapay zeka işbirliği boyutlarında SR1, SR2'den önemli ölçüde yüksek puan almaktadır. Bu sonuç yapay zeka teknolojisinin yetersiz olmasının yanında, SR2 için yapılan yatırımların mevcut teknolojinin de gerisinde kaldığını düşündürmektedir. Sürekli gelişim, kişiselleştirme ve kültürel adaptasyon konularında ise her iki uygulamanın da düşük puan alması mevcut teknolojinin yetersiz olmasından kaynaklanabilir. Kültürel adaptasyon konusunda her iki uygulamanın da yalnızca Türkçe hizmet verdiği görülmektedir. Farklı dillerde hizmet konusunda işletme yatırımlarının mevcut teknolojinin gerisinde kaldığı değerlendirilmektedir. Mevcut teknoloji düzeyi gözönüne alındığında, insan ve yapay zeka arasındaki işbirliği konusunda, kolay aktarım ve hatırlanabilirlik skorlarının çok düşük olması da şaşırtıcı bulunmuştur. Sesli asistan ile müşteri temsilcisi (insan) arasında aktarım yapılamaması teknoloji düzeyiyle ilgili görünmemektedir. Dahası, sesli asistan konusundaki yatırımlarda maliyetleri minimize etmenin hizmet kalitesini artırmaktan daha etkili olabileceğidir. Örneğin sesli asistana "cüzdanım çalındı" diyen kullanıcının doğrudan müşteri temsilcisine aktarılmaması, yapay zeka teknolojisindeki yetersizlikle açıklanamamaktadır.

Bu sonuçlar, sesli asistan uygulamalarının finans ve bankacılık işletmeleri açısından geliştirilmeye açık bir risk ve fırsat alanı olduğunu göstermektedir. Üretken yapay zeka teknolojisi ürün yaşam döngüsü açısından bakıldığında ürün geliştirme ve sunuş aşamasında değerlendirilmektedir. Bu anlamda hizmet kalitesi puanlarının düşük olması doğal karşılanmaktadır. Sürekli gelişen bir teknoloji olan üretken yapay zekanın bu hizmet kalitesi eksikliklerini giderme potansiyeli yüksektir. Bankalar, bu teknolojiye yaptıkları yatırımları, sadece operasyonel maliyetleri düşürmeye odaklanmak yerine, müşteri deneyimini ve memnuniyetini artıracak şekilde yönlendirmelidir. Özellikle sesli asistanların sorguları anlama ve kişiselleştirilmiş yanıtlar sunma yeteneklerinin geliştirilmesi, müşteri sadakatini artırma ve yeni müşteriler kazanma açısından kritik olacaktır (Işık & Ay, 2022, s. 244). Bu çalışma, hem teorisyenler hem de bankacılık yöneticileri için, yapay zeka destekli hizmetlerin geleceği hakkında önemli bir başlangıç noktası sunmaktadır.

Kişiselleştirilmiş yanıt mekanizmalarının geliştirilmesi, kullanıcı sadakatini artırmada kritik rol oynayabilmektedir. Oysa incelenen uygulamaların müşterilerin kişisel tercih ve geçmiş işlemlerine göre özelleştirilmiş hizmet sunmada çok yetersiz olduğu görülmektedir. Bankaların sesli asistan stratejilerinde erişilebilirlik, güvenlik, içerik doğruluğu, empati ve kullanıcı dostu tasarım öncelikli geliştirme alanları olarak belirlenmiştir.

Araştırma, belirli bir coğrafi ve kültürel bağlamda gerçekleştirilmiştir; farklı pazarlarda ve daha fazla uygulamada tekrarlanması sonuçların genellenebilirliğini artıracaktır. Gelecek çalışmalarda, kullanıcı deneyimlerinin uzun dönemli etkileri ve yapay zeka asistanlarının müşteri yaşam boyu değeri üzerindeki rolü incelenebilir.

Sonuç olarak, bankacılık sektöründe yapay zeka destekli sesli asistanlar yalnızca teknolojik bir yenilik değil, hizmet kalitesinin yeniden tanımlanmasına yol açan stratejik bir unsur olarak görülmelidir. Yüksek teknoloji ile yüksek hizmet kalitesinin eş zamanlı olarak sağlanması, rekabet avantajı yaratmada belirleyici olacaktır.

KAYNAKÇA

Acayıp, E. (2024). Yapay zeka destekli chatbot hizmet kalitesinin müşteri memnuniyetine etkisi. *Current Perspectives in Social Sciences*, 28(4), Article 4. https://doi.org/10.53487/atasobed.1438079

Altan, Ş., & Atan, M. (2004). Bankacılık sektöründe toplam hizmet kalitesinin SERVQUAL analizi ile ölçümü. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), Article 1. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gaziuiibfd/issue/28342/301256

Arcand, M., PromTep, S., Brun, I., & Rajaobelina, L. (2017). Mobile banking service quality and customer relationships. *International Journal of Bank Marketing, 35*(7), 1068–1089. https://doi.org/10.1108/IJBM-10-2015-0150

Baabdullah, A. M., Alalwan, A. A., Rana, N. P., Kizgin, H., & Patil, P. (2019). Consumer use of mobile banking (m-banking) in Saudi Arabia: Towards an integrated model. *International Journal of Information Management, 44*, 38–52. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.09.002

Chen, Q., Gong, Y., Lu, Y., & Tang, J. (2022). Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service. *Journal of Business Research, 145*, 552–568. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.02.088

Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science, 48*(1), 24–42. https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0

Esgin, Y. (2021). Mobil bankacılıkta pazarlama iletişimi: Chatbot tasarımlarında antropomorfik özelliklerin karşılaştırmalı analizi. *İNİF E-Dergi*. https://doi.org/10.47107/inifedergi.977655

Fenu, G., & Pau, P. L. (2015). An analysis of features and tendencies in mobile banking apps. *Procedia Computer Science, 56*, 26–33. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.177

Gökmen, Ş., & Aydın, K. (2025). Service quality scale development in the sharing economy: Accessing empirical evidence from an application of Turkish car sharing companies. *Journal of Sustainable Economics and Management Studies, 4*(2), Article 2. https://dergipark.org.tr/en/pub/ecoman/issue/91792/1656708

Granulo, A., Fuchs, C., & Puntoni, S. (2021). Preference for human (vs. robotic) labor is stronger in symbolic consumption contexts. *Journal of Consumer Psychology, 31*(1), 72–80. https://doi.org/10.1002/jcpy.1181

Guha, A., Bressgott, T., Grewal, D., Mahr, D., Wetzels, M., & Schweiger, E. (2023). How artificiality and intelligence affect voice assistant evaluations. *Journal of the Academy of Marketing Science, 51*(4), 843–866. https://doi.org/10.1007/s11747-022-00874-7

Gummerus, J., Lipkin, M., Dube, A., & Heinonen, K. (2019). Technology in use: Characterizing customer self-service devices (SSDs). *Journal of Services Marketing, 33*(1), 44–56. https://doi.org/10.1108/JSM-10-2018-0292

Hoehle, H., & Huff, S. (2012). Advancing task-technology fit theory: A formative measurement approach to determining task-channel fit for electronic banking channels. *Information Systems Foundations: Theory Building in Information Systems*, 133–169.

Hoehle, H., & Lehmann, H. (2008). Exploring the state-of-the-art of mobile banking literature. In *Proceedings of the 7th Global Mobility Roundtable Conference*. University of Auckland.

Hoehle, H., Scornavacca, E., & Huff, S. (2012). Three decades of research on consumer adoption and utilization of electronic banking channels: A literature analysis. *Decision Support Systems, 54*(1), 122–132. https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.04.010

Işık, F., & Ay, C. (2022). Banka çağrı merkezi hizmet kalitesinin tüketici temelli banka marka değerine etkisi: Ampirik bir araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi, 14*(1), Article 1. https://doi.org/10.20491/isarder.2022.1377

Işık, F., & Aytop, Y. (2021). Hedonik tüketimle yeni medya okuryazarlığı arasındaki ilişki: Ampirik bir araştırma. *Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3*(1), Article 1. https://doi.org/10.51177/kayusosder.944219

İşeri, İ., Aydın, Ö., & Tutuk, K. (2021). Müşteri hizmetleri yönetiminde yapay zeka temelli chatbot geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 29*, Article 29. https://doi.org/10.31590/ejosat.1025380

Jun, M., & Palacios, S. (2016). Examining the key dimensions of mobile banking service quality: An exploratory study. *International Journal of Bank Marketing, 34*(3), 307–326. https://doi.org/10.1108/IJBM-01-2015-0015

Kabakuş, A. T., & Doğru, İ. (2024). The battle of chatbot giants: An experimental comparison of ChatGPT and Bard. *International Journal of Engineering Research and Development, 16*(2), Article 2. https://doi.org/10.29137/umagd.1390083

Kamboj, S., Sharma, M., & Sarmah, B. (2022). Impact of mobile banking failure on bank customers' usage behaviour: The mediating role of user satisfaction. *International Journal of Bank Marketing, 40*(1), 128–153. https://doi.org/10.1108/IJBM-10-2020-0534

De Keyser, A., Köcher, S., Nasr, L. A., Verbeeck, C., & Kandampully, J. (2019). Frontline service technology infusion: Conceptual archetypes and future research directions. *Journal of Service Management, 30*(1), 156–183. https://doi.org/10.1108/JOSM-03-2018-0082

Kim, G., Shin, B., & Lee, H. G. (2009). Understanding dynamics between initial trust and usage intentions of mobile banking. *Information Systems Journal, 19*(3), 283–311. https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2007.00269.x

Kristensson, P. (2019). Future service technologies and value creation. *Journal of Services Marketing, 33*(4), 502–506. https://doi.org/10.1108/JSM-01-2019-0031

Kumar, P., Chauhan, S., Kumar, S., & Gupta, P. (2023). A meta-analysis of satisfaction in mobile banking: A contextual examination. *International Journal of Bank Marketing, 42*(3), 357–388. https://doi.org/10.1108/IJBM-04-2023-0236

Laukkanen, T. (2007). Internet vs mobile banking: Comparing customer value perceptions. *Business Process Management Journal, 13*(6), 788–797. https://doi.org/10.1108/14637150710834550

Laukkanen, T. (2016). Consumer adoption versus rejection decisions in seemingly similar service innovations: The case of the internet and mobile banking. *Journal of Business Research, 69*(7), 2432–2439. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.01.013

Laukkanen, T., & Kiviniemi, V. (2010). The role of information in mobile banking resistance. *International Journal of Bank Marketing, 28*(5), 372–388. https://doi.org/10.1108/02652321011064890

Laukkanen, T., & Lauronen, J. (2005). Consumer value creation in mobile banking services. *International Journal of Mobile Communications, 3*(4), 325–338. https://doi.org/10.1504/IJMC.2005.007021

Laukkanen, T., Sinkkonen, S., Kivijärvi, M., & Laukkanen, P. (2007). Innovation resistance among mature consumers. *Journal of Consumer Marketing, 24*(7), 419–427. https://doi.org/10.1108/07363760710834834

Lee, K. C., & Chung, N. (2009). Understanding factors affecting trust in and satisfaction with mobile banking in Korea: A modified DeLone and McLean's model perspective. *Interacting with Computers, 21*(5–6), 385–392. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2009.06.004

Leem, B.-H., & Eum, S.-W. (2021). Using text mining to measure mobile banking service quality. *Industrial Management & Data Systems, 121*(5), 993–1007. https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0545

Li, L., Lee, K. Y., Emokpae, E., & Yang, S.-B. (2021). What makes you continuously use chatbot services? Evidence from Chinese online travel agencies. *Electronic Markets, 31*(3), 575–599. https://doi.org/10.1007/s12525-020-00454-z

Li, M., & Wang, R. (2023). Chatbots in e-commerce: The effect of chatbot language style on customers' continuance usage intention and attitude toward brand. *Journal of Retailing and Consumer Services, 71*, 103209. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103209

Lin, H.-F. (2013). Determining the relative importance of mobile banking quality factors. *Computer Standards & Interfaces, 35*(2), 195–204. https://doi.org/10.1016/j.csi.2012.07.003

Longoni, C., Cian, L., & Kyung, E. (2023). Algorithmic transference: People overgeneralize failures of AI in the government. *Journal of Marketing Research, 60*(1), 170–188. https://doi.org/10.1177/00222437221110139

Luo, G., Li, W., & Peng, Y. (2020). Overview of intelligent online banking system based on HERCULES architecture. *IEEE Access, 8*, 107685–107699. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2997079

Martínez, J. A., & Martínez, L. (2010). Some insights on conceptualizing and measuring service quality. *Journal of Retailing and Consumer Services, 17*(1), 29–42. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2009.09.002

Milana, C., & Ashta, A. (2021). Artificial intelligence techniques in finance and financial markets: A survey of the literature. *Strategic Change, 30*(3), 189–209. https://doi.org/10.1002/jsc.2403

Mishra, S., Ewing, M., & Cooper, H. (2022). Artificial intelligence focus and firm performance. *Journal of the Academy of Marketing Science, 50*(6), 1176–1197. https://doi.org/10.1007/s11747-022-00876-5

Misischia, C. V., Poecze, F., & Strauss, C. (2022). Chatbots in customer service: Their relevance and impact on service quality. *Procedia Computer Science, 201*, 421–428. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.03.055

Nebati, E. E. (2024). Bankacılıkta dijital dönüşüm performanslarının karşılaştırılması: Müşteri perspektifinden bir değerlendirme. *Scientific Journal of Innovation and Social Sciences Research, 4*(1), Article 1. https://dergipark.org.tr/en/pub/sjissr/issue/85333/1501348

Palamidovska-Sterjadovska, N., Rasul, T., Lim, W. M., Ciunova-Shuleska, A., Ladeira, W. J., Santini, F. D. O., & Bogoevska-Gavrilova, I. (2025). Service quality in mobile banking. *International Journal of Bank Marketing, 43*(6), 1195–1230. https://doi.org/10.1108/IJBM-02-2024-0105

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing, 64*(1), 12–40.

Payne, E., Peltier, J., & Barger, V. (2018). Mobile banking and AI-enabled mobile banking: The differential effects of technological and non-technological factors on digital natives' perceptions and behavior. *Journal of Research in Interactive Marketing, 12*(3), 328–346. https://doi.org/10.1108/JRIM-07-2018-0087

Pokhrel, L., & K. C., A. (2023). Mobile banking service quality and continuance intention: Mediating role of satisfaction: A two-stage structural equation modeling–artificial neural network approach. *International Journal of Bank Marketing, 42*(3), 389–413. https://doi.org/10.1108/IJBM-11-2022-0512

Pousttchi, K., & Schurig, M. (2004). Assessment of today's mobile banking applications from the view of customer requirements. In *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1–10). https://doi.org/10.1109/HICSS.2004.1265440

Puntoni, S., Reczek, R., Giesler, M., & Botti, S. (2021). Consumers and artificial intelligence: An experiential perspective. *Journal of Marketing, 85*(1), 131–151. https://doi.org/10.1177/0022242920953847

Shaikh, A. A., Alamoudi, H., Alharthi, M., & Glavee-Geo, R. (2022). Advances in mobile financial services: A review of the literature and future research directions. *International Journal of Bank Marketing, 41*(1), 1–33. https://doi.org/10.1108/IJBM-06-2021-0230

Shaikh, A. A., & Karjaluoto, H. (2015). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics, 32*(1), 129–142. https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.05.003

Shankar, A., Datta, B., & Jebarajakirthy, C. (2019). Are the generic scales enough to measure service quality of mobile banking? A comparative analysis of generic service quality measurement scales to mobile banking context. *Services Marketing Quarterly, 40*(3), 224–244. https://doi.org/10.1080/15332969.2019.1630176

Shankar, A., Datta, B., Jebarajakirthy, C., & Mukherjee, S. (2020). Exploring mobile banking service quality: A qualitative approach. *Services Marketing Quarterly, 41*(2), 182–204. https://doi.org/10.1080/15332969.2020.1742982

Sharma, S. K., Govindaluri, S. M., Al-Muharrami, S., & Tarhini, A. (2017). A multi-analytical model for mobile banking adoption: A developing country perspective. *Review of International Business and Strategy, 27*(1), 133–148. https://doi.org/10.1108/RIBS-11-2016-0074

Sherman, M. (2014). An introduction to mobile payments: Market drivers, applications, and inhibitors. In *Proceedings of the 1st International Conference on Mobile Software Engineering and Systems* (pp. 71–74). https://doi.org/10.1145/2593902.2593921

Suhel, S. F., Shukla, V. K., Vyas, S., & Mishra, V. P. (2020). Conversation to automation in banking through chatbot using artificial machine intelligence language. In *2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)* (pp. 611–618). https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197825

Sureshchandar, G. S., Rajendran, C., & Kamalanabhan, T. J. (2001). Customer perceptions of service quality: A critique. *Total Quality Management, 12*(1), 111–124. https://doi.org/10.1080/09544120020010138

Tam, C., & Oliveira, T. (2017). Literature review of mobile banking and individual performance. *International Journal of Bank Marketing, 35*(7), 1044–1067. https://doi.org/10.1108/IJBM-09-2015-0143

Wang, Q., Liu, M., & Xie, K. (2025). Disappearing bank branches: Evidence from China household finance survey. *International Review of Economics & Finance, 98*, 103873. https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.103873

Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality, and value: A means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing, 52*(3), 2–22.

Zhou, Q., Lim, F. J., Yu, H., Xu, G., Ren, X., Liu, D., Wang, X., Mai, X., & Xu, H. (2021). A study on factors affecting service quality and loyalty intention in mobile banking. *Journal of Retailing and Consumer Services, 60*, 102424. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102424

Zhu, X. (2019). Case II (Part A): JIMI's growth path: Artificial intelligence has redefined the customer service of JD.com. In X. Zhu (Ed.), *Emerging champions in the digital economy: New theories and cases on evolving technologies and business models* (pp. 91–103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2628-8_3

EK: Banka sesli asistanı hizmet kalitesini test etmeye yönelik sorular ve skorlar

	SR1		SR2	
Soru Metni	D/U (1–5)	Yanıt süresi puanı	D/U (1–5)	Yanıt süresi puanı
A. SEMANTİK ANLAMA	3,02	3,00	1,64	3,00
A1. Sorguyu Anlama	3,62	3,00	2,29	3,00
1. Sorguyu anlama:	3,00	1,00	3,00	3,00
1a. "Vadesiz TL hesabımdaki güncel bakiye nedir?"	5,00	2,00	5,00	4,00
1b. "Geçen ayın 15'inde yaptığım kredi kartı harcamalarını listeler misin?"	1,00	1,00	1,00	3,00
2. Yanıtın doğruluğu:	2,00	3,00	2,00	3,00
2a. "Son 1 hafta içinde kredi kartımdan yaptığım en yüksek tutarlı harcama hangisi?"	1,00	2,00	1,00	3,00
2b. "10.000 TL'lik ihtiyaç kredisine 12 ay vade için uygulanan faiz oranı yüzde kaçtır?"	3,00	4,00	3,00	4,00
3. Yanıtın uygunluğu:	2,33	3,00	1,00	3,00
3a. "Hesaplarım hakkında genel bir özet sunar mısın?"	1,00	3,00	1,00	2,00
3b. "Hesaplarım hakkında bilgi almak istiyorum." (Asistanın "Hangi hesabınız?" diye sorması beklenir.)	5,00	2,00	1,00	4,00
3c. "Yatırım yapmak mantıklı mı?" (Asistanın finansal tavsiye veremeyeceğini belirtip yatırım ürünleri hakkında bilgi verebileceğini söylemesi beklenir.)	1,00	3,00	1,00	4,00
4. Yanıtın beklentiyi karşılaması: "Kredi kartı borcumu ödemek için hangi adımları izlemeliyim?"	5,00	3,00	5,00	4,00
5. Soruları doğru yanıtlama: "İhtiyaç kredisi için şu anki aylık faiz oranınız yüzde kaçtır?"	5,00	3,00	3,00	3,00
6. Güncellik: "Bugün Amerikan Doları satış kuru nedir?"	5,00	4,00	1,00	3,00
7. Tamlık:	3,00	4,00	1,00	4,00
7a. "Bireysel Emeklilik Sistemi (BES) başvurusu için gerekli olan belgeler tam listesi nedir?"	3,00	3,00	1,00	4,00
7b. "Konut kredisi başvurusunda istenen zorunlu ve ek belgelerin tam listesini söyler misin?"	3,00	4,00	1,00	3,00
A2. Duyguları Anlama	2,42	3,00	1,00	3,00

1. Duyguları tanıma: “Kredi kartımın kopyalandığından şüpheleniyorum, çok endişeliyim.”	5,00	4,00	1,00	3,00
2. Duyguları algılama:	1,50	3,00	1,00	3,00
2a. “Hesap hareketlerimde anlamadığım bir işlem var ve bu durum canımı sıkıyor.”	1,00	3,00	1,00	3,00
2b. “Yine mi sistemleriniz yavaş, bu duruma sinir oluyorum.”	2,00	3,00	1,00	4,00
3. Ruh halini algılama: “Bugün hiç keyfim yok, bir de fatura ödemeleriyle uğraşacağım.”	1,00	1,00	1,00	2,00
4. Duyguya uygun tepki:	3,00	4,00	1,00	3,00
4a. Kullanıcı: “Panik içindeyim, cüzdanımı kaybettim!” -> Beklenen Tepki: “Sakin olun, hemen yardımcı oluyorum. Önce kredi kartlarınızı kapatalım.”	5,00	3,00	1,00	3,00
4b. Kullanıcı: “Bu ne güzel bir haber, terfi almışım!” -> Beklenen Tepki: “Tebrik ederim, sizin adınıza çok sevindim!”	1,00	4,00	1,00	3,00
5. Mutlu/mutsuz olduğunu bilme: “Bu ayki kredi kartı ekstresi beklediğimden çok daha düşük geldi, harika!”	1,00	2,00	1,00	3,00
6. Ruh halini anlama:	3,00	3,00	1,00	2,00
6a. “Yatırımlarımın değer kazanması beni rahatlattı.”	1,00	1,00	1,00	4,00
6b. “Bu ayki ödemeler beni çok zorlayacak, çok mutsuzum.”	5,00	4,00	1,00	1,00
B. YAKIN İNSAN-YZ İŞBİRLİĞİ	2,08	3,00	1,00	3,00
B1. Erişilebilirlik	3,67	4,00	1,00	4,00
1. Kolay ulaşım: “Sana mobil uygulamanın hangi menüsünden ulaşabilirim?”	5,00	3,00	1,00	4,00
2. Hızlı ulaşım: “Bir insan müşteri temsilcisine bağlanmak için en kısa yol nedir?”	5,00	4,00	1,00	3,00
3. Düğmeyi hızlı bulma:	1,00	4,00	1,00	3,00
3a. “Ana ekranda seni aktifleştiren bir düğme var mı?”	1,00	3,00	1,00	4,00
3b. “Uygulamadaki ‘canlı destek’ butonu nerede?”	1,00	4,00	1,00	3,00
B2. Kolay Aktarım	1,33	3,00	1,00	3,00
1. Çözemediğinde insan müşteri hizmetlerini kolayca bulabilir miyim?	2,00	3,00	1,00	4,00
1a. “Para transferinde yaşadığım bir sorunun dekontunu incelemen gerekiyor.”	1,00	2,00	1,00	4,00
1b. “Kredi kartı ekstremdeki bir harcamaya itiraz etmek istiyorum.”	5,00	2,00	1,00	4,00
1c. “Vefat eden babamın hesabıyla ilgili bir işlem hakkında bilgi almam gerekiyor.”	1,00	3,00	1,00	4,00
1d. “Şüpheli bir işlem nedeniyle hesabımın dondurulduğunu düşünüyorum, detayları görüşmem lazım.”	1,00	3,00	1,00	4,00
2. Manuel hizmeti seçme:	1,00	3,00	1,00	3,00
2a. “Bu konu seninle çözülemeyecek, lütfen beni bir insana bağla.”	1,00	3,00	1,00	3,00
2b. “Seçenekler arasında ‘Müşteri Temsilcisine Bağlan’ var mı?”	1,00	3,00	1,00	3,00
2c. “Beni anladığını düşünmüyorum, bir uzmanla görüşmek istiyorum.”	1,00	3,00	1,00	2,00
3. Kolay geçiş:	1,00	3,00	1,00	3,00
3a. “Müşteri temsilcisiyle konuştuktan sonra sana nasıl geri dönebilirim?”	1,00	3,00	1,00	4,00
3b. “Temsilciyle görüşürken aynı ekranda hesaplarımı görmeye devam edebilir miyim?”	1,00	3,00	1,00	3,00
4. Yönlendirme kolaylığı: “Beni doğrudan kredi kartı bloke birimine bağlar mısın?”	1,00	3,00	1,00	3,00
5. Hizmetler arası geçiş: “Sesli yanıttan çıkıp işlemlere yazılı olarak devam etmek istiyorum.”	1,00	2,00	1,00	4,00
6. Kişisel geçiş kolaylığı:	2,00	3,00	1,00	4,00
6a. “Lütfen beni bir insana aktar.”	3,00	4,00	1,00	4,00
6b. “Hem seninle yazışıp hem de temsilciyi bekleyebilir miyim?”	1,00	3,00	1,00	4,00
B3. Hatırlanabilirlik	1,25	3,00	1,00	2,00

1. İhtiyaçları hatırlama	2,00	3,00	1,00	1,00
1a. Adım 1: "İşlem dekontlarını her zaman e-posta adresime gönder."	1,00	2,00	1,00	2,00
Adım 2 (farklı bir gün): "Son yaptığım EFT'nin dekontunu gönder." (Asistanın "E-posta adresinize mi göndereyim?" diye sorması beklenir.)	1,00	3,00	1,00	2,00
1b. Adım 1: "Bana en yakın, içinde ATM de olan şubeyi bul."	5,00	3,00	1,00	1,00
Adım 2: "Peki oraya nasıl giderim?" (Konum bağlamını hatırlaması beklenir.)	1,00	3,00	1,00	1,00
2. Tekrar bildirmeme: (Daha önce bir sorun bildirip) "Geçen hafta bildirdiğim sorunla ilgili bir gelişme var mı?"	1,00	3,00	1,00	3,00
3. Geri dönüldüğünde hatırlama:	1,00	3,00	1,00	3,00
4a. "Geçen gün sorduğum ATM'nin yakınında bir şubeniz var mı?"	1,00	3,00	1,00	3,00
4b. "Geçen hafta konuştuğumuz yatırım fonuyla ilgili yeni bir gelişme var mı?"	1,00	3,00	1,00	3,00
4. Otomatik karşılama: "Kredi başvurumun durumunu öğrenmek istiyorum." (Asistanın "Geçen hafta yaptığınız ihtiyaç kredisi başvurusunu kastediyorsunuz, değil mi?" gibi bir karşılama yapıp yapmadığı test edilir.)	1,00	4,00	1,00	3,00
C. İNSANSI	2,89	4,00	2,44	3,00
C1. İnsan Benzeri Sosyal İpuçları	3,50	3,00	2,00	4,00
1. İnsan benzeri özellik algısı: "Sen bir robot musun, yoksa yapay zeka mı?"	5,00	3,00	1,00	3,00
2. Avatar/ses benzerliği: "Sesin neden bu şekilde seçildi?"	5,00	3,00	5,00	4,00
3. İnsan ismi kullanma:	3,00	4,00	1,00	3,00
3a. "Senin bir adın var mı?"	5,00	4,00	1,00	4,00
3b. "Sana nasıl hitap etmeliyim?"	1,00	3,00	1,00	3,00
4. İnsan-YZ farkı: "Müşteri temsilcisinin sesi ile senin sesin arasındaki fark nedir?"	1,00	3,00	1,00	4,00
C2. İnsan Benzeri Kişilik	2,50	4,00	3,50	3,00
1. Benzer kişilik özellikleri: "En sevdiğin renk nedir?"	5,00	4,00	5,00	4,00
2. Kendi kişiliği: "Bugün modun nasıl?"	1,00	3,00	1,00	3,00
3. İnsanlara benzeyen kişilik: "Günün nasıl geçiyor?"	1,00	3,00	5,00	3,00
4. İnsanlara benzeyen konuşma tarzı:	3,00	4,00	3,00	4,00
4a. "Teşekkür ederim." (Verilecek "rica ederim", "ne demek" gibi yanıtların doğallığı test edilir.)	5,00	4,00	5,00	4,00
4b. "Borcu kapattık, oh be!" (Bu tür argo ifadelere nasıl yanıt verdiği test edilir.)	1,00	4,00	1,00	4,00
C3. İnsan Benzeri Empati	2,67	4,00	1,83	3,00
1. Kişiselleştirilmiş ilgi:	3,00	3,00	4,00	3,00
1a. "Doğum günüm yaklaşıyor, bana özel bir kampanya var mı?"	5,00	4,00	5,00	2,00
1b. "Uzun zamandır müşterinizim, bana özel bir faiz oranı sunabilir misiniz?"	1,00	3,00	3,00	3,00
2. Müşteri çıkarını ön planda tutma:	1,00	4,00	1,00	3,00
2a. "Kredi kartı limitimi artırmak istiyorum ama ödemekte zorlanabilirim." (Asistanın riskleri de belirtmesi beklenir.)	1,00	4,00	1,00	3,00
2b. "Bu sigorta poliçesi benim için gerçekten gerekli mi?"	1,00	3,00	1,00	3,00
3. Özenli hizmet: "Bu işlemi anlamadım, bana daha basit anlatır mısın?"	1,00	4,00	1,00	3,00
4. Önemseme hissi: "Kartım çalındı, hemen iptal etmem lazım, lütfen yardım et."	5,00	3,00	1,00	3,00
5. İhtiyaçları önemseme: "Ben yaşlı biriyim ve teknolojiden pek anlamıyorum, bana yavaşça tarif eder misin?"	1,00	3,00	3,00	3,00
6. Sıcaklık hissi: "Yardımların için çok teşekkür ederim, işimi çok kolaylaştırdın."	5,00	4,00	1,00	3,00
D. SÜREKLİ GELİŞİM	1,23	4,00	1,22	3,00
D1. Kendi Kendine Öğrenme	1,00	4,00	1,44	3,00
3. Yeteneklerin gelişmesi: "Yeni bir özelliğin eklendi mi?"	1,00	4,00	1,00	3,00

4. Kendini geliştirmek için öğrenme: “En son ne zaman güncellendin?”	1,00	4,00	1,00	2,00
6. Kullanım geçmişinden öğrenme:	1,00	4,00	2,33	3,00
6a. “Her zamanki gibi anneme para gönder.”	1,00	4,00	3,00	2,00
6b. “Her ayın birinde ödediğim kirayı gönder.”	1,00	4,00	3,00	3,00
6c. “En çok harcama yaptığım market için bir kampanya var mı?”	1,00	4,00	1,00	4,00
D2. Sistem Güncellemesi	1,47	4,00	1,00	3,00
1. Sürekli güncellenme:	1,00	4,00	1,00	3,00
1a. “Bankanızın yeni başlattığı ‘Yeşil Fon’ hakkında bilgi verir misin?”	1,00	3,00	1,00	3,00
1b. “En son ne zaman güncellendin?”	1,00	4,00	1,00	3,00
1c. “Bu yıl eklenen yeni özellikler nelerdir?”	1,00	4,00	1,00	4,00
2. Hataları düzeltme:	2,33	4,00	1,00	3,00
2a. “Geçen sefer bakiye söylerken gecikme oluyordu, bu sorun düzeltildi mi?”	1,00	3,00	1,00	3,00
2c. “Eskiden sık sık bağlantı kopuyordu, şimdi durum nasıl?”	1,00	4,00	1,00	3,00
2d. “Daha önce anlamadığın ‘Repo’ kelimesini şimdi anlıyor musun?”	5,00	4,00	1,00	4,00
3. Bakım:	1,00	3,00	1,00	2,00
3a. “Sistemde bir bakım çalışması planlanıyor mu?”	1,00	3,00	1,00	3,00
3b. “Sistem performansında bir iyileştirme yapıldı mı?”	1,00	3,00	1,00	3,00
3c. “Güvenlik güncellemesi aldın mı?”	1,00	4,00	1,00	1,00
4. Gelişmiş hale gelme:	1,00	4,00	1,00	3,00
4a. “Artık sesimden kimliğimi tanıyabiliyor musun?”	1,00	4,00	1,00	3,00
4b. “Görüntü işleme gibi bir yeteneğin var mı, dekont fotoğrafı göndersem anlar mısın?”	1,00	4,00	1,00	3,00
5. İşlevin geliştirilmesi:	2,00	4,00	1,00	2,00
5a. “Daha önce yapamadığın ama şimdi yapabildiğin bir işlem var mı?”	1,00	3,00	1,00	2,00
5b. “Kredi başvurusu sürecini artık tamamen seninle tamamlayabiliyor muyum?”	3,00	4,00	1,00	2,00
E. KİŞİSELLEŞTİRME	1,07	4,00	2,04	3,00
E1. Müşterileri Tanımlama	1,00	4,00	1,40	3,00
1. Yaşı tanıma:	1,00	4,00	1,00	3,00
1a. “Benim yaş grubum için en uygun birikim hesabı hangisi?”	1,00	4,00	1,00	3,00
1b. “Gençlere özel kredi kartı kampanyalarınızdan yararlanabilir miyim?”	1,00	3,00	1,00	2,00
1c. “Bireysel Emeklilik için yaşım uygun mu?”	1,00	4,00	1,00	3,00
3. Hobileri tanıma:	1,00	4,00	1,00	3,00
3a. “En çok kitap sitelerinden alışveriş yapıyorum, buna özel bir indirim tanımlı mı?”	1,00	4,00	1,00	3,00
3b. “Sinema bileti alımlarında bir avantajım var mı?”	1,00	4,00	1,00	3,00
4. Satın alma alışkanlıklarını tanıma:	1,00	3,00	1,00	3,00
4a. “En çok harcama yaptığım kategoriye özel bir indirim var mı?”	1,00	2,00	1,00	2,00
4b. “Ortalama aylık market harcamam ne kadar?”	1,00	4,00	1,00	3,00
5. İyi tanıma hissi:	1,00	4,00	1,00	3,00
5a. “Genel finansal durumuma göre bana bir tavsiyede bulunur musun?”	1,00	3,00	1,00	3,00
5b. “Harcama alışkanlıklarıma bakarak tasarruf için ne önerebilirsin?”	1,00	4,00	1,00	3,00
6. Tanıma hissi:	1,00	4,00	3,00	3,00
6a. “Benim adıma kayıtlı başka hesaplar var mı?”	1,00	4,00	5,00	3,00
6b. “Müşteri segmentim nedir?”	1,00	3,00	1,00	3,00
E2. Kişiselleştirilmiş Yanıt	1,22	4,00	2,72	3,00
1. Söylenenlere kişisel yanıt:	1,00	3,00	1,00	3,00
1a. “Yine ay sonunu getiremedim.”	1,00	4,00	1,00	3,00

1b. “Bu ay bütçemi biraz aştım, ne yapmamı önerirsin?”	1,00	3,00	1,00	2,00
1c. “Gelecek ay büyük bir harcama yapacağım, hazırlık için bir önerin var mı?”	1,00	2,00	1,00	4,00
2. Hedefli yanıt:	1,00	3,00	2,00	2,00
2a. “Sadece vadesiz hesabımdaki değil, tüm hesaplarımdaki toplam paramı söyler misin?”	1,00	3,00	1,00	2,00
2b. “Kredi kartımın sadece yurt dışı harcamalarını listeler misin?”	1,00	4,00	3,00	3,00
3. İsteklere kişisel yanıt:	2,33	4,00	3,00	2,00
3a. “Ben yurt dışına çok sık seyahat ediyorum, bana hangi kredi kartını önerirsin?”	5,00	4,00	5,00	1,00
3b. “Ben risk almayı sevmem, bana en güvenli yatırım aracını öner.”	1,00	4,00	3,00	3,00
3c. “Sık sık online alışveriş yapıyorum, internette en çok avantaj sağlayan kartınız hangisi?”	1,00	4,00	1,00	3,00
4. Standart yanıt vermeme: “Nasılsın?” (Her seferinde farklı, doğal bir yanıt verip vermediği test edilir.)	1,00	4,00	5,00	4,00
5. Esnek yanıt: “Kredi kartı borcum ne kadar... pardon, aslında minimum ödeme tutarını sormuştum.”	1,00	4,00	3,00	4,00
6. Özel hazırlanmış yanıt:	1,00	4,00	2,33	3,00
6a. “Yatırım fonları hakkında bilgi istiyorum ama karmaşık terimler kullanmadan anlatır mısın?”	1,00	3,00	3,00	3,00
6b. “Harcama raporuma göre, bu ay tasarruf hedeflerimin gerisindeyim, değil mi?”	1,00	4,00	1,00	4,00
6c. “Geçen ayki önerin işe yaradı, bu ay için başka bir ipucun var mı?”	1,00	4,00	3,00	3,00
E3. Kişiselleştirilmiş Öneri	1,00	3,00	2,00	3,00
1. Tercihe uygun öneri: “Düşük riskli yatırım araçlarıyla ilgileniyorum, ne önerirsin?”	1,00	4,00	3,00	2,00
2. Zevke uygun öneri: “Ben genelde teknoloji mağazalarından alışveriş yaparım, bu alışverişlerimde avantaj sağlayan bir kampanyanız var mı?”	1,00	3,00	1,00	3,00
3. İlgi çeken öneri: “Birikimlerimi enflasyona karşı korumak için ne yapabilirim?”	1,00	3,00	1,00	3,00
5. Kaliteli öneri: “Önerdiğin yatırım fonunun son 1 yıllık getiri grafiğini paylaşır mısın?”	1,00	3,00	3,00	4,00
F. KÜLTÜREL ADAPTASYON	1,17	4,00	1,67	3,00
F1. Dil Engelleri Yok	1,00	4,00	1,00	3,00
1. Farklı dilleri anlama:	1,00	4,00	1,00	3,00
1a. “What is the current interest rate for loans?”	1,00	4,00	1,00	2,00
1b. “What is my current account balance?”	1,00	3,00	1,00	4,00
2. Engelsiz iletişim: (İngilizce sorudan sonra Türkçe devam ederek) “Peki bu oran tüm krediler için mi geçerli?”	1,00	4,00	1,00	4,00
3. Dilleri serbestçe değiştirme: “Please tell me my account balance, ama tutarı Türkçe söyle.”	1,00	4,00	1,00	3,00
4. Farklı ülkelerden insanlarla iletişim: (Aksanlı bir İngilizce ile soru sormak test edilebilir.)	1,00	4,00	1,00	3,00
F2. Kültür Anlayışı	1,33	4,00	2,33	3,00
1. Ülke kültürünü anlama: “Kurban Bayramı için özel bir kredi kampanyanız olacak mı?”	1,00	3,00	1,00	3,00
2. Ulus kültürünü anlama:	1,00	4,00	2,00	3,00
2a. “Ramazan ayında mesai saatleriniz değişiyor mu?”	1,00	4,00	3,00	2,00
2b. “Askere gideceğim, hesabımı dondurabilir miyim?”	1,00	4,00	1,00	3,00
3. Yerel iletişim hissi: “Borcumu ödedim, Allah bereket versin.” (Verilecek tepkinin doğallığı test edilir.)	1,00	4,00	1,00	4,00
4. Kültürel fark olmaması:	3,00	3,00	4,00	3,00

4a. “İşlem tamamdır, eyvallah.”	5,00	4,00	5,00	3,00
4b. “İnşallah bu kredi başvurusu onaylanır.”	1,00	2,00	3,00	3,00
5. Sorunsuz iletişim: (Atasözü veya deyim içeren bir soruya nasıl tepki verdiği test edilebilir.) “Hesapta metelik kalmamış, ne yapacağız?”	1,00	4,00	5,00	3,00
6. Kültürel engel olmaması: “Cuma namazı saatinde şubeleriniz açık mı?”	1,00	4,00	1,00	2,00
G. VERİMLİLİK	3,51	4,00	3,88	4,00
G1. Her Zaman Kullanılabilirlik	5,00	4,00	5,00	4,00
1. 7/24 kullanılabilirlik: (Gece 03:00’te bir işlem komutu verilir.)	5,00	4,00	5,00	4,00
2. Her zaman her yerde kullanma: (Farklı bir şehirden veya ülkeden bağlanılarak test edilir.)	5,00	3,00	5,00	4,00
3. Her zaman çevrimiçi: (Yoğun saatlerde sistemin yanıt verip vermediği test edilir.)	5,00	4,00	5,00	4,00
4. İşten çıkmama: (Mesai saatleri dışında bir soru sorulur.)	5,00	4,00	5,00	4,00
G2. Duyarlılık	3,63	3,00	3,19	3,00
1. Hızlı yanıt:”Hesap dökümümü göster.” komutundan sonra dökümün ekrana gelme süresi.	3,00	3,00	5,00	3,00
2. Hizmete hazır olma:	4,33	5,00	4,33	4,00
2a. (Asistan açılır açılmaz “Size nasıl yardımcı olabilirim?” gibi proaktif bir karşılama yapıyor mu?)	5,00	5,00	5,00	5,00
2b. Bir işlem bittikten sonra “Başka bir isteğiniz var mı?” diye soruyor mu?	5,00	5,00	5,00	5,00
2c. “Meşgul müsün?” diye sorulduğunda “Size yardımcı olmak için her zaman buradayım” gibi bir yanıt veriyor mu?	3,00	4,00	3,00	2,00
3. Zamanında yanıt:	4,00	4,00	3,00	3,00
3a. “ACİL! Kartımı iptal et.” komutuna öncelik verip hemen işleme geçiyor mu?	3,00	3,00	1,00	3,00
3b. “Beni duyuyor musun?” sorusuna anında yanıt veriyor mu?	5,00	4,00	5,00	4,00
4. Hizmete isteklilik: “Bana yardım etmek ister misin?”	5,00	4,00	1,00	3,00
5. Her zaman zamanında yanıt: (Art arda birkaç farklı komut vererek gecikme olup olmadığı test edilir.)	1,80	2,00	2,60	2,00
5a. Hesap bakiyemi öğrenmek istiyorum	5,00	2,00	5,00	4,00
5b. Kredi kartı ekstremi göster	1,00	1,00	5,00	4,00
5c. Son 12 ayda en çok para gönderdiğim IBAN?	1,00	3,00	1,00	1,00
5d. Hesabıma en son ne zaman para yatırıldı?	1,00	3,00	1,00	3,00
5e. Son EFT işlemlerimi listele.	1,00	3,00	1,00	3,00
G3. Süreç Basitleştirme	1,89	3,00	3,44	3,00
1. Süreci basitleştirme:	1,00	4,00	1,00	3,00
1a. “Telefon faturamı ödemek istiyorum.” (Asistanın tek komutla kayıtlı faturayı bulup onaya sunması beklenir.)	1,00	3,00	1,00	3,00
1c. “Tüm faturalarımı kredi kartımdan öde.”	1,00	4,00	1,00	3,00
2. Alışverişi kolaylaştırma: “İnternet alışverişine başlamadan önce kartımın limitini geçici olarak 5000 TL artır.”	1,00	3,00	5,00	4,00
3. Sorunu verimli çözme:	3,67	3,00	4,33	2,00
3a. “Kredi kartımı kaybettim.” (Asistanın direkt olarak “Hemen kartınızı kapatalım ve yenisini gönderelim, onaylıyor musunuz?” gibi çözüme yönelik adımlar sunması test edilir.)	5,00	3,00	5,00	1,00
3b. “Şifremi unuttum.” (Asistanın “Yeni şifre belirlemek için telefonunuza bir kod gönderiyorum” diyerek süreci başlatması).	3,00	3,00	5,00	3,00
3c. “Bu harcama bana ait değil.” (Asistanın “Harcama itiraz sürecini başlatıyorum, ilgili detayları kontrol edip size döneceğiz” demesi).	3,00	3,00	3,00	3,00
1a. “Aylık harcama dağılımımı pasta grafiği olarak gösterir misin?”	1,00	3,00	3,00	2,00

1b. “Bana en yakın şubenin konumunu haritada göster.”	3,00	3,00	1,00	3,00
1c. “Bu işlemin dekontunu bir resim (PNG/JPG) olarak ekranda gösterebilir misin?”	3,00	3,00	1,00	3,00
GENEL ORTALAMA	**2,14**	**3,00**	**1,98**	**3,00**

https://doi.org/10.71284/asc.2025248

WHY FARMERS ARE NOT INTERESTED IN IPM ADOPTION IN THE SINDH PROVINCE OF PAKISTAN?

Qaim din Bahalkani[1*]
Muhammad Javed Sheikh[1]
Qurat Ul Ain Memon[1]
Maryam Rajput[1]
Muhammad Ali Shaikh[1]
Samreen Memon[1]
Faisal Karim Memon[2]

Abstract

The excessive use of chemical pesticides in Sindh, Pakistan, has led to environmental degradation, health hazards, and increased pest resistance, necessitating a shift toward Integrated Pest Management (IPM). This study explores the factors influencing IPM adoption and its impact on sustainable development, emphasizing the moderating role of adoption in farmer participation. Using a mixed-methods approach, data were collected from 450 systematically sampled farmers and 15 purposively selected progressive farmers. Structural Equation Modeling (SEM) helped to discover relationships between selected variables, and NVivo-14 facilitated in analysis of qualitative data. Results revealed a weak direct correlation (0.173) between participation and sustainable development, but with adoption as a moderator, the explained variance increases to 32%, significantly enhancing health (0.786) and environmental (0.890) outcomes. However, economic concerns (-0.576) remained a barrier mainly due to complexity, compatibility, and relative disadvantage. Qualitative findings highlight reluctance stemming from fear, market uncertainty, and pricing inconsistencies, aligning with Rogers' Diffusion of Innovations theory. The study underscores the necessity for policy interventions, market restructuring, and farmer education to promote IPM adoption and ensure sustainable agricultural practices.

Keywords: Participation, adoption, IPM, sustainable development.

[1]Department of Rural Sociology, Sindh Agriculture University, Tando Jam, Sindh, Pakistan

[2]Government Boys Primary School Panjmoro, Matiari, Sindh

[*]Corresponding author: qaimdainbahalkani@gmail.com.

INTRODUCTION

The injudicious use of chemical pesticides has exacerbated the severity of pest-related losses, generating concerns about environmental contamination, human health risks, and pesticide-resistant issues. In response, Integrated Pest Management (IPM) emerges as a viable solution, promoting a diverse approach that combines biological, cultural, mechanical, and careful use of chemical methods, encouraging sustainable agricultural practices for promoting ecological balance, enhancing crop productivity, and ensuring food security (Muhie, 2022). IPM involves a holistic approach to crop management, employing diverse practices to regulate pest populations while reducing harm to the environment, human health, and non-target species (Singh, et al., 2023). Integrated Pest Management (IPM) aligns perfectly with global sustainable development goals by promoting practices that protect our natural resources, enhance agricultural productivity, and build the resilience of farming communities (Tiwari, 2024), It comprises a multifaceted journey that goes beyond mere acceptance (Bueno, et al., 2021).The involvement of farmers in Integrated Pest Management (IPM) projects is vital for effective learning and successful outcomes. Without their active engagement, these projects risk falling short of their goals (Iqbal, 2007). Understanding what drives farmers to participate in IPM initiatives is key to developing targeted strategies that can enhance their involvement and dedication to sustainable agriculture practices (Sheikh, et al., 2016). Factors that influence participation include education, access to extension services, financial resources, and cultural beliefs, all of which need to be considered when creating effective interventions (Deguine, et al., 2021). By identifying and addressing these factors, stakeholders can implement focused initiatives that encourage adoption and foster a culture centered on sustainable agricultural practices (Becerra-Encinales, et al., 2024). Implementing sustainable practices is crucial for addressing pressing issues such as food shortages and environmental degradation in Pakistan's Sindh province, where agriculture plays a vital role in economic and social development. IPM can help farmers maintain their livelihoods and ensure the sustainability of agricultural systems, including a balanced ecosystem, while reducing the negative consequences of pests (Despotović, et al., 2019). By investigating the causes and effects of IPM adoption in the local context of Sindh, Pakistan, this study fills a significant knowledge vacuum. Despite previous studies on IPM adoption and engagement, there is a need for in-depth studies that examine both the factors influencing IPM adoption and its outcomes. This study matters because it looks at how farmers in Sindh join IPM projects. This focus helps push for lasting farm methods in the area. The results offer key ideas for leaders, support teams, and aid groups. They can build strong plans to boost IPM use and support steady growth in Sindh, Pakistan.

1. RESEARCH METHODOLOGY

The attempted study is exploratory in design, meaning that the researcher aimed to identify new variables or procedures (Casula, et al., 2021). For this purpose, some relevant theories that guided the researchers to select variables were reviewed, also making it a 'deductive' study. At the same time, the study utilized a mixed-method (quantitative and qualitative) approach aiming to investigate the issue in-depth, establishing relationships among selected variables including generalization (Taherdoost, 2022).

1.1. Quantitative Method

The study involved a total of 450 respondents, strategically divided across three (agricultural) zones as projected by Joyo et al. (2023). Within the selected areas, the researchers targeted stations where IPM projects had been launched/implemented and found three major districts i.e. Mirpur Khas, Shaheed Benazir Abad, and Khairpur Mirs. Further, a systematic sampling method was used for quantitative data collection, ensuring a representative sample of the farmer population in Sindh, extracted from the farmers' list shared by the Agricultural Training Institute-Sakrand, Sindh (Javed, et al., 2015). This method involves selecting samples based on a fixed, periodic interval, reducing selection bias, and ensuring that every member of the population has an equal chance of being included. However, the unequal distribution of population in selected districts (MPK=1200; SBA=400; KPM=220), absentee farmers, unwillingness, and unavailability

made problems in developing any statistical criteria/formula for respondents' selection, therefore decided to make a phone call to the respondents for asking their willingness and availability, and finally engaged 450 respondents randomly for the said purpose, however, others were excused. Thus the quantified data was collected through structured questionnaires, which mainly include close-ended items (of scales) using a 10-point (likely to receive responses in percentage) Likert scale (Sultana & Yesmin, 2024). Reliability and sampling adequacy were ensured using Cronbach's alpha (≥0.70) and the KMO-Kaiser-Meyer-Olkin (≥0.50) measures through SPSS software (Zhang & Savalei, 2016).

Table 1.

Latent variables	Construct variables	Total Items	Retained items	Cronbach alpha	Retained items	KMO
Participation	Who participation	10	07	.727	07	.510
	How participation	11	10	.714	08	.586
Adoption	Experiment	7	7	.925	07	.892
	Acceptance	6	6	.896	05	.833
Sustainable Development	Skill	6	6	.872	06	.787
	Health	5	5	.813	05	.623
	Environment	5	5	.872	05	.854
	Economic	5	5	.858	03	.533

While developing the Structural Equation Model (SEM), some of the important values such as SRMR should be 0.08 or lower, signifying a satisfactory fit (Hu & Bentler, 1998), the d_ULS values at or below 0.5 indicating robust discriminant validity, the d_G assesses the model's generalizability, with values of 0.5 or less denoting good generalizability, and NFI (Norman Fit Index) acceptable value should be equal to or more than 0.90, referring towards goodness-of-fit measures (Henseler, et al., 2016), and reasonably achieved.

Table 2. Model fit

Model fit	Description	Preferred range/value	Saturated model	Estimated model
SRMR	Indicates gap between observed and predicted correlations	≤ 0.08	0.0458	0.0458
d_ULS	Discrepancy between observed and model-predicted covariances	≤ 0.5	0.0757	0.0756
d_G	Assesses the model's ability to repeat data relationships	≤ 0.5	0.0436	0.0436
NFI	Used for goodness-of-fit measure	≥0.90	0.9306	0.9306

1.2. Qualitative Data

Simultaneously, for qualitative data collection purposive sampling method was considered and 15 participants (five participants from each district) were intentionally selected for in-depth interviews from the shared list. The selection criteria were keeping in mind the farmers' higher educational level, maturing age, well-experienced and appropriate socio-economic condition, considered as the 'progressive farmers' of the study area.

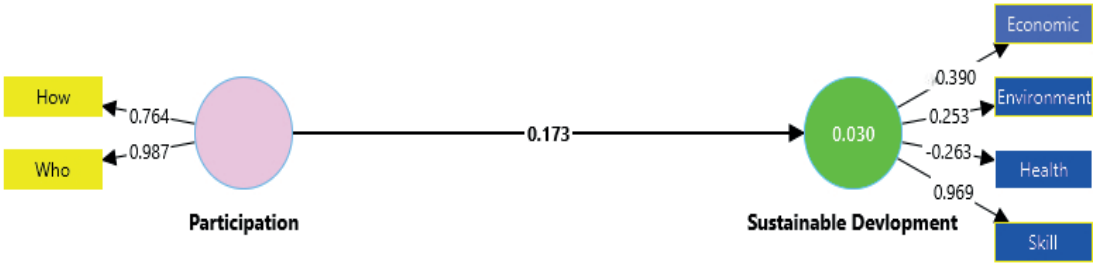
The IPM program participants were specifically chosen between the ages of 40 and 55 years, as this

demographic is likely to have a wealth of knowledge and experiences to share (Singh, et al., 2014). Additionally, selecting farmers with a higher education and skills was beneficial for several reasons. Selecting farmers with strong expertise in their fields allowed the study to draw on their rich knowledge and hands-on skills (Hoffmann, et al., 2007). These farmers could share key insights, tactics, and approaches that newcomers might miss, thanks to 10 to 15 years in the field. Most participants held degrees or advanced training. They gave clear, detailed facts that built trust in the results (Su, et al., 2017). Seasoned farmers often take the lead in trying new methods and top farming ways (Nguyen, et al., 2024). Each interview ran 50 to 60 minutes. The researcher asked targeted questions about the research. This time allowed a close look at what participants knew, faced, and thought about pest control in farming (IPM) (Deterding & Waters, 2021). An extra casual chat followed, about 30 minutes long for each person. It included hellos, talks on customs, and life stories. Such exchanges helped build trust. They opened doors to easy chats on linked issues. Farmers felt free to share their views. The researcher used phone recorders for the talks. This cut out note-taking and kept full attention on the talk (Phillippi & Lauderdale, 2018). It led to richer, deeper exchanges. The questioner could listen well, think on the spot, and reply right away (Foster-Fishman, et al., 2005). Before starting, the researcher told participants about the recordings. All agreed under rules for consent and privacy (Mero-Jaffe, 2011). Subsequently, the collected data was transcribed and translated into English for further analysis (Nikander, 2008). In terms of organizing and analyzing qualitative data, NVivo-14 software was employed as a powerful tool, enabling researchers to identify patterns, themes, and relationships using word frequency, word clouds, and word tree analyses.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Figure-1 illustrates a conceptual or causal framework that connects 'Participation' with 'Sustainable Development', where 'Participation' signifies the engagement of individuals/farmers in IPM projects, characterized by two fundamental elements, 'How and Who' construct variables. Both 'Who and How' are the dimensions of 'Participation' as guided by Cohen and Uphoff (1980). On the other hand, 'Sustainable Development' includes several critical dimensions but the researchers decided to include 'Economic, Environmental, Health and Skills' to measure (Singh, et al., 2023). Meanwhile, the 'Adoption' was considered as moderator, engaging two construct variables i.e. 'Experiment and Acceptance' as proposed by Rogers (1995).

Figure 1. Correlation between participation and sustainable development

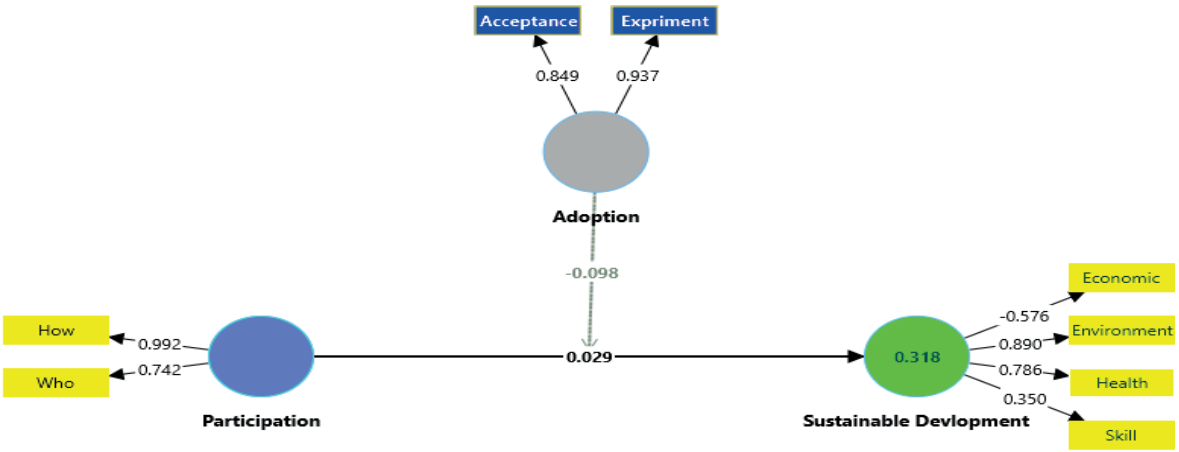


2.1. Correlation Between Participation and Sustainable Development

Results revealed in Figure-1 depicts the connection of 'Participation' with 'Sustainable Development', showing a correlation coefficient of 0.173, indicating a positive but weaker association between the selected variables. Further, all the construct variables (economic, environmental, and skills) except health (-0.263) carried positive coefficients, notably skills (0.969) remained on the top because of participation in IPM projects/trainings. Yet, the r-squared value implies that merely 3% (almost non-significant) of the variability in sustainable development factors can be attributed to participation, reflecting a negligible or minimal influence of selected predictors (Van den Berg & Jiggins, 2007). So, it is concluded that some other closely related important independent variables may also be included to make the study more useful. Consequently,

the researchers intently used 'Adoption' as a moderator and analyzed accordingly. The relationship between participation and sustainable development correlation is weak which means participation has only a small impact, where inclusion of some other factors may provide better results or outcomes (Johnston, et al., 2018).

Figure 2. Moderating role of adoption in sustainable development



2.2. Moderating Role of IPM Adoption for Sustainable Development

While placing 'Adoption' as a moderator in between 'Participation' and 'Sustainable Development' as shown in Figure-2, the scenario abruptly changes, in which the R-squared value suggests that around 32% (0.318) of the variance is now accounted for selected variables in SD, indicating somehow a robust figure in terms of predictors selection. However, the correlation coefficient between the selected variables now declined to 0.029 (≤ 3%), where especially health (0.786) and environment (0.890) indicators emerged as strong positive outcomes as a result of the adoption of IPM techniques. Sustainability ensures that there is a certain level of adoption of innovation (Yu, et al., 2020). But under local settings, economic or financial benefits (-0.576) converted into detrimental effects therefore reported negatively by the respondents, may be due to the non-availability of the IPM products market. Hence, 'Adoption' can moderate the relationship between 'Participation' and 'Sustainable Development', representing the degree to which stakeholders embrace and execute new ideas, practices, or innovations, while calculated through 'Experiment' (0.937) and 'Acceptance' (0.849), indicating their respective roles in contributing to Adoption.

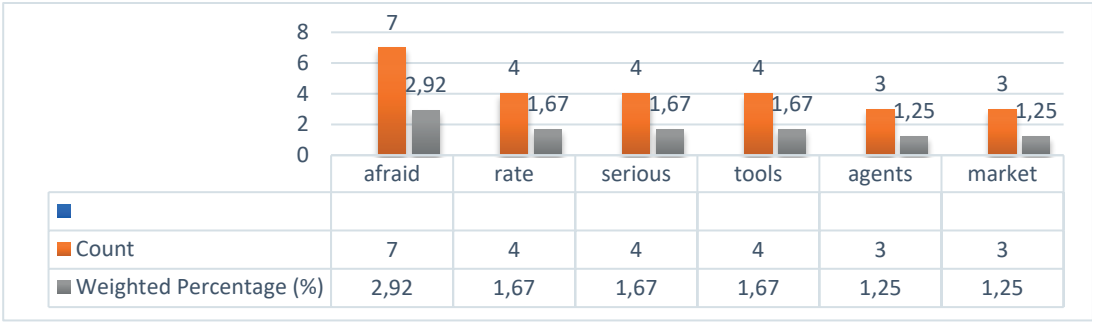
2.3. Factors Affecting IPM Adoption in Sindh Province of Pakistan

Further, in-depth interviews of the participants revealed some disturbing facts regarding the adoption of IPM practices in the study area. It was shared by almost all the participants that many individuals/farmers seemed reluctant to adopt IPM methods, which is why these practices are not widely familiar or adopted in the selected regions. Local farmers primarily rely on traditional pest control techniques while having insufficient knowledge about IPM practices.

Figure 3. Word cloud

As shown in Figure-3, many opinions expressed concerns about the potential risks or ineffectiveness of IPM compared to conventional pesticide practices. This fear of failure or possible financial loss is discouraging farmers from embracing new approaches. There is a prevalent worry among farmers that adopting IPM practices might result in lower crop yields, as the majority of the farmers tend to view chemical pesticides as more reliable for pest management (Bergvinson, 2004).

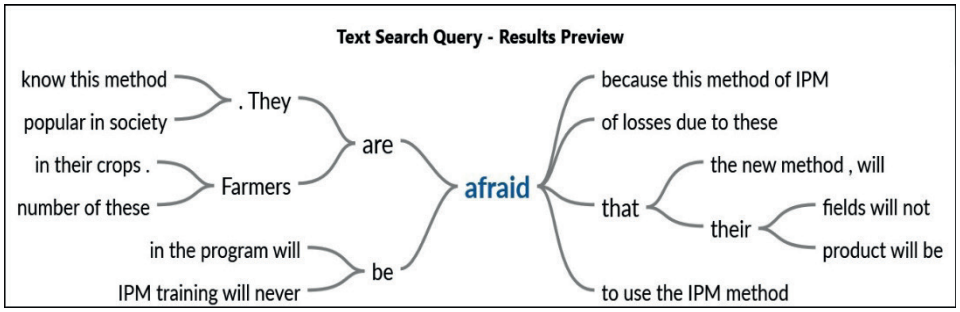
Figure. Word frequency



	afraid	rate	serious	tools	agents	market
Count	7	4	4	4	3	3
Weighted Percentage (%)	2,92	1,67	1,67	1,67	1,25	1,25

IPM requires a holistic strategy incorporating crop rotation, environmental management, and biological control. However, this complexity can be overwhelming for farmers, especially if farmers have the necessary knowledge or support to implement these techniques effectively (McCown, 2002). Additionally, the IPM approach may require an initial investment of time, resources, and potentially finances for training, equipment, or infrastructure enhancements.

Figure 4. Word Tree 'Afraid'



The results depicted in Figure 4 explain the word tree associated with the term 'afraid', which was frequently mentioned by participants concerning Integrated Pest Management (IPM) practices and methods. In the selected areas of Sindh Province, IPM is not widely involved among farming communities; instead, conventional methods. Local farmers perceive IPM as a relatively new concept, resulting in limited knowledge and resources available for its implementation. As with any novel approach, the adoption of IPM necessitates a certain level of willingness and readiness; however, many farmers exhibit resistance to change due to their unfamiliarity with the practices or scepticism regarding the effectiveness of IPM in pest control. One of the participants shared *'We are afraid that this project (IPM) will not be successful because by adopting the IPM method the yield of our crop may eventually be reduced"*. Those facing immediate economic challenges may prioritize short-term solutions over long-term sustainability (Bottrell & Schoenly, 2018), often opting for chemical pesticides rather than investing in sustainable IPM strategies. Additionally, market demands or certification requirements may not incentivize farmers to transition to IPM practices. Farmers may lack motivation to alter their methods if there is no consumer demand for pesticide-free products or if certification programs do not reward the adoption of IPM. Furthermore, the implementation of IPM necessitates a thorough understanding of pest ecology, monitoring techniques, and integrated control strategies. Some farmers may find the intricacies of IPM overwhelming or may not possess the technical skills required for effective implementation (Goodell, 1984). There is also a prevailing uncertainty among farmers regarding the financial benefits of IPM compared to conventional methods. The perceived absence of significant advantages or improved market prices associated with IPM techniques contributes to a diminished interest in their adoption. Concerns persist regarding the lack of a specific market for products cultivated using IPM methods which further limits opportunities for IPM growers.

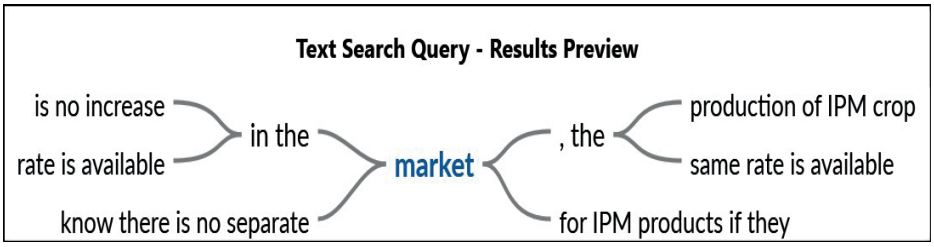


Figure 5. Word Tree 'Market'

Figure-5 shows the word tree of 'market', which is frequently used after 'afraid'. The word 'market' is most of the time used to indicate the 'absence of market for IPM products' in Sindh province of Pakistan. This issue can deter farmers from using IPM methods. It stems from no real gap between standard and IPM goods. One farmer noted, "IPM producers lack a unique place to sell their crops." The group voiced key worries about missing a special market for Integrated Pest Management items. Without it, those who try IPM face real hurdles. Boosting buyer knowledge and interest in these goods might help (Bottrell & Schoenly, 2018).

Figure 6. Word tree of 'rate'

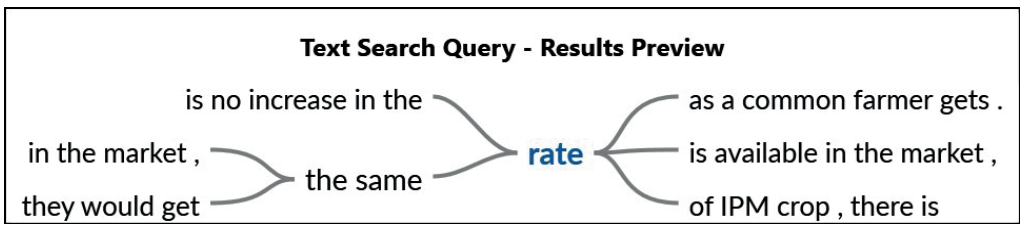
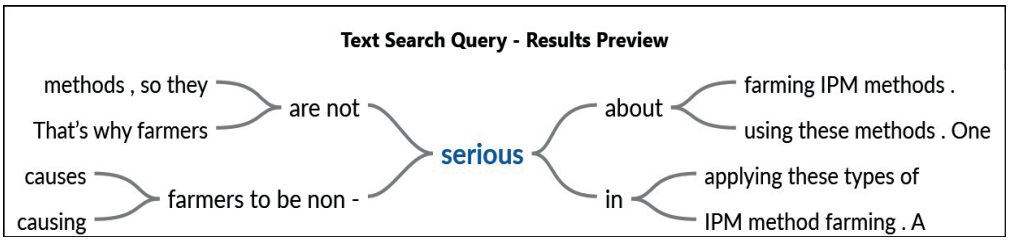


Figure 6 highlights a significant challenge faced by farmers: the absence of a consistent pricing structure for products grown by those who practice Integrated Pest Management (IPM). This lack of uniformity creates uncertainty, making it difficult for farmers to predict fair compensation for their efforts, which in turn leads to considerable financial and emotional stress within the agricultural community. As one participant noted, "there are no higher rates for our products compared to those from conventional farmers." This unclear market situation also discourages farmers from investing in IPM techniques (Kvakkestad, et al., 2021). Furthermore, participants may have been wary of potential biases in the information shared by pesticide company representatives, particularly since these agents tend to promote conventional pesticides rather than support the transition to IPM practices.

Figure 7. Word tree of 'serious'



Furthermore, as Figure 7 shows, many local farmers do not demonstrate a sincere commitment to using Integrated Pest Management (IPM) techniques for pest management. Several factors contribute to this lack of engagement with IPM methods. It has been reported that local farmers often lack awareness of IPM techniques and their benefits (Jowett, et al., 2022), primarily due to insufficient training resources, a scarcity of necessary IPM materials or equipment, the availability of alternative pesticides, inadequate collaboration between farmers and extension agents (Grasswitz, 2019), apprehension regarding the IPM program, and the immediate results of IPM practices. Another participant shared that *'The company agents advise farmers that the usage of pesticides is useful for their crops which causes farmers to be non-serious about adopting this(IPM) method'.*

2.4. Theoretical Understanding of Adoption Factors

Finally, the researcher explores how the adoption theory serves as a valuable lens for examining the interplay between various factors fear, market, rate, visibility of outcomes, and trialability in the context of Rogers' Diffusion of Innovations theory. Each of these factors connects to one of the five key attributes identified by Rogers (1995) that affect the adoption, complexity, compatibility, relative advantage, observability, and trialability. The term 'afraid' captures the concerns that potential adopters, like farmers, may experience when confronted with an innovation. The perceived intricacy of innovation is frequently the source of this uneasiness. Adoption resistance is higher when something is hard to understand or implement. This supports Rogers' theory of complexity, which holds that innovations that are seen as simple and easy to use are more likely to be embraced quickly. We can allay these anxieties and encourage adoption by tackling this complexity through training programs, educational activities, or simpler designs (Cresswell & Sheikh, 2013). How well an innovation meets the current demands, tastes, and surroundings of potential customers is referred to as the "market." In line with Rogers' compatibility attribute, this emphasizes how important it is for innovations to align with the beliefs, customs, and values of their target market (Yolles, 2024). When an innovation fits with farmers' farming practices, financial circumstances, and environmental considerations, their chances of implementing it rise dramatically. For adoption rates to increase, compatibility must be guaranteed. The idea of "rate" refers to the perceived benefits of implementing an innovation in comparison to the available alternatives. This relates to Rogers' relative advantage variable, which emphasizes that an invention must produce measurable gains through increased effectiveness, cost-effectiveness, or improved

outcomes to get traction. Potential adopters are more likely to accept innovations that show a relative advantage over current practices (Moore & Benbasat, 1991).Finally, the idea of "visibility" refers to the tangible and noteworthy results that occur from innovation. This is consistent with Rogers' observability attribute, which highlights how crucial it is for prospective adopters to be able to observe quantifiable outcomes. Observable advantages such as increased crop yields or less work can have a significant impact on farmers' decisions to use new practices.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

The study highlights how important farmer adoption and participation are to advancing Integrated Pest Management (IPM) for sustainable agriculture in Sindh, Pakistan. Initial data demonstrated a limited correlation between involvement and sustainability, but implementing IPM dramatically increased the association, particularly in health and environmental aspects. However, obstacles like financial constraints, worries about agricultural yields, the difficulty of IPM techniques, and a lack of funding prevent broad implementation. A number of tactics are suggested to increase the adoption of IPM. Invest in training to increase your understanding of IPM and its long-term advantages. To give farmers financial incentives, build a market for IPM products. Offer loans or subsidies to assist in defraying the costs of implementing IPM. To promote the implementation of IPM, implement market reforms, financial incentives, and certification programs. Boost extension agents' assistance in helping farmers navigate the adoption process; show off successful case studies to allay farmers' worries about potential hazards like lower yields.

Acknowledgement: The authors of this work would like to express their gratitude to the Department of Rural Sociology, FASS, SAU, Tandojam, for granting access to the NVIVO-14 (licensed) software, where Mr. Muhammad Asif, a postgraduate student in the same department, provided crucial training for qualitative data analysis. Additionally, the researcher extends gratitude to SMART-PLS 4 for giving a one-month opportunity on a trial basis to utilize the software for analyzing quantitative data. Their support has been invaluable in the successful completion of this research.

REFERENCES

Becerra-Encinales, J. F., Bernal-Hernandez, P., Beltrán-Giraldo, J. A., Cooman, A. P., Reyes, L. H., & Cruz, J. C. (2024). Agricultural Extension for Adopting Technological Practices in Developing Countries: A Scoping Review of Barriers and Dimensions. *Sustainability, 16*(9), 3555.

Bergvinson, D. (2004). Opportunities and challenges for IPM in developing countries. *Integrated pest management: potential, constraints and challenges*, 281-312.

Bottrell, D. G., & Schoenly, K. G. (2018). Integrated pest management for resource-limited farmers: challenges for achieving ecological, social and economic sustainability. *The Journal of Agricultural Science, 156*(3), 408-426.

Bottrell, D. G., & Schoenly, K. G. (2018). Integrated pest management for resource-limited farmers: challenges for achieving ecological, social and economic sustainability. *The Journal of Agricultural Science, 156*(3), 408-426.

Cresswell, K., & Sheikh, A. (2013). Organizational issues in the implementation and adoption of health information technology innovations: an interpretative review. *International journal of medical informatics, 82*(5), e73-e86.

Bueno, A. D., Panizzi, A. R., Hunt, T. E., Dour, P. M., Pitta, R. M., & Gonçalves, J. (2021). Challenges for adoption of integrated pest management (IPM): the soybean example. *Neotropical Entomology, 50*(1), 5-20.

Casula, M., Rangarajan, N., & Shields, P. (2021). The potential of working hypotheses for deductive exploratory research. *Quality & Quantity, 55*(5), 1703-1725.

Cohen, J., & Uphoff, N. (1980). Participation's place in rural development: Seeking clarity through specificity. *World Development, 8*, 213-235.

Deguine, J. P., Aubertot, J. N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 41*(3), 38.

Despotović, J., Rodić, V., & Caracciolo, F. (2019). Factors affecting farmers' adoption of integrated pest management in Serbia: An application of the theory of planned behavior. *Journal of Cleaner Production, 228*, 1196-1205.

Deterding, N. M., & Waters, M. C. (2021). Flexible coding of in-depth interviews: A twenty-first-century approach. *Sociological methods & research, 50*(2), 708-739.

Foster-Fishman, P., Nowell, B., Deacon, Z., Nievar, M. A., & McCann, P. (2005). Using methods that matter: The impact of reflection, dialogue, and voice. *American journal of community psychology, 36*, 275-291.

Goodell, G. (1984). Challenges to international pest management research and extension in the third world: Do we really want IPM to work? *Bulletin of the ESA, 30*(3), 18-26.

Grasswitz, T. R. (2019). Integrated pest management (IPM) for small-scale farms in developed economies: Challenges and opportunities. *Insects, 10*(6), 179.

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2016). Testing measurement invariance of composites using partial least squares. *International marketing review, 33*(3), 405-431.

Hoffmann, V., Probst, K., & Christinck, A. (2007). Farmers and researchers: How can collaborative advantages be created in participatory research and technology development? *Agriculture and human values, 24*, 355-368.

Hu, L. -T., & Bentler, P. M. (1998). Fit Indices in Covariance Structure Modeling: Sensitivity to Underparameterized Model Misspecification. *Psychological Methods, 3*(4), 424-453.

Iqbal, M. (2007). Concept and implementation of participation and empowerment: reflection from the coffee IPM-SECP. *Makara Human Behavior Studies in Asia, 11*(2), 57-70.

Javed, S. M., Asnarulkhadi Abu Samah, M. R., Mangrio, M. A., & Baloch, L. (2015). A QUANTITATIVE SURVEY OF WATER MANAGEMENT ISSUES IN RURAL SINDH. *Government: Research Journal of Political Science, 4*(4), 1.

Johnston, R., Jones, K., & Manley, D. (2018). Confounding and collinearity in regression analysis: a cautionary tale and an alternative procedure, illustrated by studies of British voting behavior. *Quality & quantity, 52*, 1957-1976.

Jowett, K., Milne, A. E., Potts, S. G., Senapathi, D., & Storkey, J. (2022). Communicating carabids: Engaging farmers to encourage uptake of integrated pest management. *Pest Management Science, 78*(6), 2477-2491.

Joyo, A. A., Channa, Z. H., Khan, M. B., Joyo, A. S., & Bhutto, N. A. (2023). IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN SINDH PROVINCE OF PAKISTAN: ANALYSIS OF MAJOR

CROPS IN EIGHT DISTRICTS. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 39*(2), 141-148.

Kvakkestad, V., Steiro, A. L., & Vatn, A. (2021). Pesticide policies and farm behavior: the introduction of regulations for integrated pest management. *Agriculture, 11*(9), 828.

McCown, R. L. (2002). Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agricultural systems, 74*(1), 179-220.

Mero-Jaffe, I. (2011). 'Is that what I said?'Interview transcript approval by participants: an aspect of ethics in qualitative research. *International journal of qualitative methods, 10*(3), 231-247.

Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information systems research, 2*(3), 192-222.

Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research, 10*, 100446.

Nguyen, L. L., Khuu, D. T., Halibas, A., & Nguy. (2024). Factors that influence the intention of smallholder rice farmers to adopt cleaner production practices: An empirical study of precision agriculture adoption. *Evaluation Review, 48*(4), 692-735.

Nikander, P. (2008). Working with transcripts and translated data. *Qualitative research in psychology, 5*(3), 225-231.

Phillippi, J., & Lauderdale, J. (2018). A guide to field notes for qualitative research: Context and conversation. *Qualitative health research, 28*(3), 381-388.

Rogers, E. M. (1995). Lessons for guidelines from the diffusion of innovations. *The Joint Commission journal on quality improvement, 21*(7), 324-328.

Sheikh, M. J., Samah, A. A., Magsi, H., & Shahwani, M. A. (2016). Analysis of farmers' participation in water management in Sindh province of Pakistan. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 32*(1), 75-84.

Singh, M., Pandey, N., & Sharma, O. P. (2023). IPM concept and strategies for sustainable agriculture. In *Integrated Pest Management in Diverse Cropping Systems* (pp. 31-59). Apple Academic Press.

Singh, R. K., Dwivedi, B. S., Singh, A., & Tripath, S. (2014). Farmers' knowledge and creativity in eco-friendly pest management. *Lessons in sustainable agriculture., 13*(3), 574-581.

Su, L., Adam, B. D., Lusk, J. L., & Arthur, F. (2017). Anchoring, information, and fragility of choice experiments: An application to consumer willingness to pay for rice with improved storage management. *Journal of agricultural and resource economics, 42*(2), 255-274.

Sultana, T., & Yesmin, S. (2024). Preference of LIS students in responding to a survey questionnaire. *A task-based comparison between open-ended, close-ended, and scale-type questions, 14*(1), 1-23.

Taherdoost, H. (2022). What are different research approaches? Comprehensive Review of Qualitative, quantitative, and mixed method research, their applications, types, and limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research, 5*(1), 53-63.

Tiwari, A. K. (2024). IPM Essentials: Combining biology, ecology, and agriculture for sustainable pest control. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology, 27*(2), 39-47.

Van den Berg, H., & Jiggins, J. (2007). Investing in farmers—the impacts of farmer field schools in relation to integrated pest management. *World Development, 35*(4), 663-686.

Yolles, M. (2024). Diagnosing Market Capitalism: A Metacybernetic View. *Systems, 12*(9), 361.

Yu, S., Sial, M. S., Tran, D. K., & Badulescu, A. T. (2020). Adoption and implementation of sustainable development goals (SDGs) in China—Agenda 2030. *Sustainability, 12*(15), 6288.

Zhang, X. & Savalei, V., 2016. Bootstrapping confidence intervals for fit indexes in structural equation modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal,* 23(3), pp. 392-408.

APPENDIX

Background of the participants

Sr no:	Farmer Name	Age	Districts	Total Land	Farming Experience	IPM Farming Experience
1	Muhammad Ajmal	45	Mirpur Khas	12 acres	25 years	15 Years
2	Gul Bahar	41	Mirpur Khas	14 acres	13 years	10 Years
3	Aamir Ali	40	Mirpur Khas	10 acres	17 years	16 years
4	Bakhat Ali	42	Mirpur Khas	16 acres	20 years	12 Years
5	Sanaullah	44	Mirpur Khas	11 acres	22 years	14 Years
6	Gul Muhammad	43	SBA	16 acres	20 years	10 Years
7	Ashique Ali	52	SBA	12 acres	15 years	11 Years
8	Mir Hassan	45	SBA	15 acres	25 years	15 Years
9	Azahar Ali	43	SBA	13 acres	23 years	10 Years
10	Noor Muhammad	55	SBA	11 acres	30 years	14 Years
11	Yaar Muhammad	51	Khairpur Mirs	20 acres	28 years	13 Years
12	Altaf Hussain Veesar	40	Khairpur Mirs	14 acres	17 years	10 Years
13	Asadullah	45	Khairpur Mirs	16 acres	24 years	16 Years
14	Abdul Shakoor	42	Khairpur Mirs	10 acres	19 years	11 Years
15	Muhammad Hassan	40	Khairpur Mirs	13 acres	15 years	10 Years

https://doi.org/10.71284/asc.2025249

THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) INTO SELF-TRAINING: PEDAGOGICAL EFFECTIVENESS

Rakhimova Gulsanam Ashirbekovna[1]

Abstract

This innovative research raises awareness of the integration of technologies, particularly artificial intelligence (AI), in foreign language self-study. Thus, this article is situated at the intersection of foreign languages and AI, aiming to design and evaluate self-study programs using AI, especially in professional environments. The theoretical framework of this article will be based on the principles of language didactics and autonomous learning, while integrating a literature review on AI in teaching. We will use thematic analyses for qualitative data and statistical tests for quantitative data, adopting a constructivist perspective. Our objectives include designing devices integrating AI, evaluating their impact on professional language skills, and identifying best practices. We expect concrete results, ranging from a better understanding of learners' needs to practical recommendations for self-study in foreign languages.

Keywords: Artificial intelligence, integration, self-training, foreign languages

INTRODUCTION

This project raises questions about learners' needs and best practices for integrating AI into language teaching. The central issue is to determine how AI can optimize foreign language self-study, by identifying the associated challenges and opportunities. The expected contributions aim to enrich the literature on AI in language teaching and to provide recommendations for the integration of AI into self-study. A detailed retrospective planning will be developed, taking into account the research stages and funding needs. The choice of Mr. Jean-Marc Mangiante as thesis supervisor is in line with the themes of our course. His expertise in FOS didactics and specialized discourse analysis makes him an ideal mentor for my research. This collaboration promises to be enriching, contributing to the quality of my project on AI-assisted FOS self-study.

1. METHOD

The methodology adopted will be mixed, combining qualitative surveys to understand learners' needs and an experimental approach to evaluate the effectiveness of self-study programs.

This approach was reinforced by the development of a specific program during a corporate language audit, which prompted me to reflect on the continuity of workers' self-study after FOS training.

In recent years, the social dimension of evaluation has evolved to focus more on the effectiveness of the processes used and the results achieved. The concept of "quality of instruction," originally rooted in an

[1]Doctor of Philosophy (PhD), Docent, Head of Theoritical sciences of French Department, Uzbekistan State University of World Languages, miss_guli777@mail.ru, gulsanam.rakhimova@uzswlu.uz, https://orcid.org/0000-0003-2006-9702.

entrepreneurial framework, has been increasingly applied to education. Initially linked to docimology and experimental pedagogy studies, it has also been extended to theories about school programs and student curricula. These quality-based models have resulted in the development of formative standards aimed at ensuring the quality of the educational outcome itself (see Nirchi & Simeone, 2022, p. 35).

During the 1990s, a complex trend dominated various fields such as advertising, politics, and televised debates: the focus on total quality inspired by Japanese business models like Ohnism and Toyotism. These models explained the success of Japanese automobile production in the 1980s and introduced the concept of just-in-time or lean production. This approach emphasized controlled management to create a smooth, uninterrupted production flow known as "lean flow" management. A well-known formula encapsulates the five goals of lean production: "zero stock, zero delay, zero breakdown, zero defect, zero paper" (Stroobants, 2016, p. 61).

The international adoption of these principles, praised as solutions, was based on the standards of the International Organization for Standardization (ISO). Schools also joined this widespread enthusiasm by starting training programs not only for teachers but also for administrative staff. The goal was to implement a quality approach grounded in a single total quality model, representing a somewhat simplistic and cybernetic doctrine of work organization (see Stroobants, 2016, p. 58).

The widespread use of English-language terms in this context revealed its limitations, as these concepts could not be consistently applied without extensive adaptations across institutions of varying sizes and locations. This trend attempted to simplify the quality of assessment, institutions, and students into a mechanistic shortcut using business-derived criteria, which often conflicted with the realities and complexities of school life. Public discourse framed quality, certification, and procedures as miracle solutions, but many participants viewed this as a parody of business debates rather than a genuine discussion focused on the crucial aspects of education (cf. Nirchi & Simeone, 2022, pp. 35-37).

The industrial-origin quality approach evaluates product quality using a fixed reference system that details the components, their amounts, and processing, and measures quality via a satisfaction index based on consumer feedback. Ardoino, cited by Ladsous, initially supported evaluation but rejected this quality approach for services, questioning its applicability: since services are human and exist in relation to people – both providers and recipients who have diverse expectations and experiences – can the same measurement principles truly apply to them? (Ladsous, 2006, p. 44).

To better understand the assessment models used by teachers and their skills in this area, it is helpful to take a step back and revisit the concept of lay epistemology – the practical counterpart to scholarly epistemology, which is often poorly learned, explained, or applied. As De Vecchi (2014, p. 7) notes, while the terminology has shifted from words like control, interrogation, sanction, or reward toward assessment – with an emphasis on formative and educational dimensions – the underlying classroom practices have often remained unchanged. This disconnect between rhetoric and practice can cause emotional distress for students and, increasingly, difficulties for teachers – especially those sensitive to the social value of assessment – in effectively using assessment tools without devaluing students.

2. RESULTS

The passage from Vial highlights two key concepts: first, the crucial need for both initial and ongoing instrumental training for educators; second, the importance of epistemological self-reflection that underpins new pedagogical and didactic practices focused on meaning and a holistic approach. According to Bonniol and Vial (1997), assessment follows two opposing logics: control and "the rest" (historically called formative assessment). These correspond to two worldviews – one mechanistic, rooted in a causalist model emphasizing technical impacts of training (control), and the other holistic, viewing meaning as constructed rather than predetermined, thus emphasizing evaluation of training processes (Yennek & Galinou, 2020, p. 74).

The integration of artificial intelligence (AI) into self-study in French or foreign languages opens the way to an innovative approach in the professional field. AI makes it possible to adapt learning to the specific needs of each learner by analyzing their level, strengths, and weaknesses, making training faster, more efficient, and more personalized.

The main innovations brought by AI in this context are:

1.Personalization of learning paths according to professional profile and specific objectives, with targeted content and exercises. Personalization of learning paths tailored to professional profiles and specific objectives involves creating customized learning journeys that address the unique needs, preferences, and goals of each learner. These personalized paths use targeted content and exercises that align with the individual's role and aspirations, combining various learning modalities such as eLearning courses, webinars, workshops, coaching, and on-the-job training. The benefits of such personalization include enhanced engagement and motivation, more efficient skill development, increased retention and application of knowledge, and greater adaptability to learners' evolving requirements. This approach ensures a coherent, progressive, and relevant learning experience that supports professional growth effectively and responsively.

2.Access to a wide range of interactive resources: online courses, educational games, pronunciation exercises, as well as grammar correction and translation tools. Access to a wide range of interactive language learning resources typically includes online courses, educational games, pronunciation exercises, as well as grammar correction and translation tools. Platforms like Linguascope offer engaging multimedia resources for various languages, including interactive activities, video, and audio content that keep learners motivated. Websites like Digital Dialects provide free language learning games, flashcards, picture dictionaries, and verb conjugation exercises suitable for learners of all ages. Additionally, AI-powered tools like Gliglish and SpeakPal focus on speaking practice and personalized language learning experiences. These interactive resources support comprehensive language skill development in a fun and effective way.

3.Development of language skills transferable to the workplace through the design of learning scenarios adapted to real-life work situations. Development of language skills transferable to the workplace is effectively achieved through designing learning scenarios that mirror real-life work situations. This approach helps learners practice relevant vocabulary, communication styles, and interpersonal interactions specific to their professional context. Programs often begin with a language needs assessment to identify gaps and tailor training to industry-specific terminology and job-related tasks. Incorporating practical projects, role-plays, and immersion in actual workplace communication fosters better retention and application of language skills. Continuous assessment, feedback, and integration of learning into daily work activities further accelerate proficiency growth, making language skills directly applicable and valuable on the job.

4.Fun and immersive learning, facilitating motivation and knowledge retention. Fun and immersive learning significantly enhances motivation and knowledge retention. Immersive language learning platforms, such as IMMERSE, use interactive virtual environments, live expert-led classes, and AI-powered personalized practice to create authentic, engaging experiences that closely simulate real-life communication scenarios. These methods prioritize speaking and practical usage from day one, helping learners develop faster fluency and confidence. The immersive approach involves role plays, contextualized instruction, and community engagement, which together foster a supportive and dynamic learning atmosphere, reducing language anxiety and increasing learner engagement by several folds compared to traditional methods. This results in accelerated skill acquisition and better retention of language knowledge in professional contexts.

5.Support for professional French teachers in the creation of innovative learning sequences integrating AI. Support for professional French teachers in creating innovative learning sequences integrating AI includes using various AI-powered tools that enhance teaching effectiveness and student engagement. Tools like ChatGPT (GPT-4o) provide adaptive and interactive French language practice, generate texts on diverse topics for comprehension exercises, and offer detailed feedback on student writing and pronunciation. AI-

powered platforms can simulate conversations, role-play scenarios, and provide explanations of complex concepts, helping teachers design immersive and personalized lessons. Applications such as Pingo AI and TalkPal offer tailored scenarios and role-playing modes for real-world practice, while others like Mondly and Babbel integrate AI to support pronunciation correction and personalized learning paths. This integration aids teachers in innovating pedagogical approaches and addressing diverse learner needs effectively.

6.The approach of integrating AI into professional French teaching aims to bolster pedagogical effectiveness, enhance learner employability, and address the increasing demands of French-speaking markets in a globalized context. AI does not replace teachers but acts as a powerful tool to transform and enrich the teaching process, offering more personalized, richer, and contextually relevant independent learning experiences that align with professional realities. AI-powered systems provide tailored learning paths, real-time adaptive feedback, and immersive virtual interactions, helping learners progress effectively. They also reduce teachers' workload by automating tasks like grammar and pronunciation correction, allowing educators to focus more on meaningful pedagogical interactions. Nonetheless, ethical considerations and the necessity of balancing technology with human teaching remain crucial to ensure effective and responsible use of AI in education.

3. ANALYZES

Starting in March 2020, schools across the globe experienced an unprecedented disruption due to the COVID-19 pandemic, for which many were poorly, if at all, prepared. Educational agencies worldwide were forced to rapidly implement distance learning, often discovering they were culturally and infrastructurally unequipped to handle the sudden shift. According to UNESCO, over 1.3 billion learners, or around 80% of the world's student population, were kept out of school due to closures. This challenge highlighted vast inequalities in access to digital tools, with many students lacking reliable internet or devices, and underscored an urgent need for teacher training in digital education methods. Inequities in infrastructure and access created risks of increased educational disparities globally, especially in disadvantaged communities. The pandemic forced a quick pivot toward remote learning but exposed systemic weaknesses and a global unpreparedness in education systems for such crises.

During the COVID-19 pandemic, Google and Microsoft products were heavily promoted in television news and on websites as key solutions for schools transitioning to distance learning. They competed aggressively in what became a very lucrative market, often through advertisements disguised as investigative reports. Initially, these solutions were offered free to support schools during the emergency, but after this initial period, the services became costly. Schools faced significant challenges due to a lack of preparation and institutional improvisation regarding digital learning environments (ENT). This resulted in a fragmented and patchwork adoption of various digital tools and platforms, assembled haphazardly by different schools and universities, often without a unified strategy or sufficient technical support.

AI is now deeply embedded in everyday digital interactions, especially through systems that manage user dynamics and monitor behaviors to profile preferences and offer personalized commercial and cultural content. In social media, AI-driven image recognition is widely used to tag photos automatically. For instance, Facebook develops AI that can learn from user-inputted tags and labels, and is advancing towards self-supervised learning to recognize images without prior tags. Twitter's AI automates thumbnail creation by analyzing images, saving users time. Platforms like Pinterest use AI to recommend pins by analyzing images that users have pinned, helping discover related content. Snapchat uses machine learning for facial recognition, enabling the real-time application of digital animations over videos. These examples highlight AI's role in enhancing user experience by automating content recognition and personalized recommendations across social media platforms (see Bundy, Crowcroft, Ghahramani, Reid, & Weller, 2019, p. 5,).

The term Artificial Intelligence was officially coined in the summer of 1956 at a scientific meeting at Dartmouth College: the invited scientists wanted to demonstrate a possible evolution of computers,

which, at the time, were limited to imitating the human way of manipulating symbols to perform basic mathematical operations. According to McCarthy, the foundations of the new science could be laid during the same summer (John McCarty, in Julia, 2020, pp. 89-90). From a pedagogical perspective, a significant transformation occurred as teachers began to move away from the traditional authoritative role in the classroom and embraced diverse teaching practices and modes of knowledge delivery. The classroom shifted from a vertical, top-down model—where the teacher was the central, controlling figure – to a more horizontal, collaborative ecosystem fostering participatory production with active student contributions. This transformation enabled teachers, whether voluntarily or due to institutional mandates, to explore new digital workspaces and integrate vibrant media usage and ICT more systematically into their daily teaching. Such changes were catalyzed by the rapid shift to online and hybrid learning during the COVID-19 pandemic, which challenged the traditional dynamics and encouraged more interactive, student-centered learning environments.

Studies show that the pandemic accelerated this pedagogical shift, though it also brought challenges such as erosion of traditional teacher authority in some contexts and difficulties adapting to new digital teaching formats. Teachers increasingly had to innovate and adapt with the support of training and institutional resources, developing new skills to maintain engagement, foster collaboration, and harness technology effectively in education. The shift in teacher authority from a traditional, controlling role to one that supports autonomy has generally had a positive effect on student engagement. Teacher autonomy support (TAS) involves understanding students' perspectives, providing meaningful rationales for learning tasks, offering choices aligned with their interests, encouraging self-initiative, and allowing freedom of expression. Research shows that TAS enhances behavioral, cognitive, emotional, and social engagement by fulfilling students' psychological needs and promoting intrinsic motivation. Students in autonomy-supportive environments tend to participate more actively, feel more emotionally connected, and engage more deeply with learning content. Moreover, such teaching practices foster positive classroom climates and peer relationships, further boosting social engagement.

Teacher autonomy support enhances different types of student engagement – behavioral, emotional, and cognitive – by fulfilling their basic psychological needs for autonomy, competence, and relatedness.

Behavioral engagement increases as students experience greater choice and freedom in how they approach tasks, leading to more active participation and persistence. Emotional engagement is fostered when teachers show understanding, patience, and accept students' feelings, which helps students feel valued and connected, reducing stress and enhancing well-being. Cognitive engagement is promoted by encouraging students to solve problems in their own ways, providing meaningful rationales, and supporting self-directed learning, thus deepening their investment in understanding and mastering content.

Autonomy-supportive teachers use strategies like collaborative rule-setting, acknowledging student perspectives, and providing explanatory feedback, which collectively create a learning environment that maximizes motivation and engagement. Moreover, these teaching practices build resilience and adaptability, positively affecting students' overall academic performance and well-being.

The integration of technologies, particularly artificial intelligence (AI), in foreign language self-study has gained significant awareness and momentum by 2025. AI-driven language learning platforms, such as Duolingo, Babbel, and SuperMemo, use machine learning algorithms to deliver highly personalized learning experiences that adapt to each learner's pace, strengths, and weaknesses. These tools analyze user behavior and performance in real-time to offer targeted exercises, feedback on pronunciation, comprehension, and fluency, making learning more efficient and engaging.

Additionally, AI-based chatbots and virtual tutors simulate realistic conversations, allowing learners to practice speaking and listening in a safe, interactive environment. Immersive technologies like Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) are also being increasingly used to create contextualized learning

scenarios that mimic real-world language use, enhancing motivation and retention.

Overall, this technological integration provides a more individualized, flexible, and immersive approach to language self-study, making it accessible and effective for diverse learners worldwide.

DISCUSSION

We believe that "AI has the power to improve people's lives, but it also raises a number of political, ethical, and social issues, including job creation and obsolescence. It is a source of social and political tension and threatens to exacerbate inequalities within and between countries" (Shiohira, 2021, p. 8).

Users of AI-powered language platforms in self-study face several challenges:

1. Limited human interaction: AI tools often cannot replicate the rich social and cultural nuances of real-life communication, which are critical for mastering a language. The lack of meaningful interpersonal exchange can reduce the depth and authenticity of learning experiences.

2. Data privacy and security concerns: Users must share personal data and learning behaviors with AI systems, raising issues around data protection and privacy compliance.

3. Dependence on technology: Excessive reliance on AI may weaken learners' ability to solve problems independently and reduce engagement in offline or social language practice.

4. Quality and accuracy limitations: Some AI tools may provide inaccurate feedback on pronunciation, grammar, or contextual language use due to algorithmic limitations or insufficient data for less common dialects and languages.

5. Lack of adaptation to individual learning styles: AI platforms might not fully cater to unique learner preferences or advanced communication needs, especially in professional contexts.

6. Cost and accessibility barriers: Advanced AI language apps can be expensive, and not all learners have access to reliable internet or devices, potentially widening educational inequalities.

7. Limited scope for creativity and complex language use: AI struggles to handle creative language tasks like poetry, idioms, and nuanced cultural expressions essential for deep proficiency.

Overall, while AI offers personalized, accessible, and engaging learning opportunities, it must be complemented by human interaction and critical pedagogical support to ensure comprehensive language acquisition.

CONCLUSION

In summary, AI in foreign language teaching offers unprecedented personalization, enhanced immersion, more targeted and efficient assessment, and improved accessibility, particularly benefiting learners in remote or underserved areas. AI-driven platforms tailor learning to individual proficiency levels, provide instant feedback, support multimodal learning, and foster learner autonomy and engagement. The continuous availability of AI chatbots, for instance, addresses barriers such as limited access to native speakers and reduces language anxiety by providing a safe, non-judgmental practice environment.

However, challenges remain, including data privacy concerns, algorithmic biases, digital inequities, limited AI literacy among teachers, and ethical considerations about reducing authentic human interaction and over-reliance on technology. Responsible integration requires collaboration among educators, developers, and policymakers to maximize benefits while addressing risks. The future of AI in language education promises rich opportunities for innovation and deeper learner-centered approaches, while needing cautious and ethical management to ensure equitable and effective teaching and learning outcomes.

REFERENCES

Bonniol, J.-J., & Vial, M. (1997). Les modèles de l'évaluation : Textes fondateurs avec commentaires. *Bruxelles: De Boeck Université*.

Bundy, A., Crowcroft, J., Ghahramani, Z., Reid, N., & Weller, A. (2019). Explainable AI: the basics. *Royal Society.*

De Vecchi, G. (2014). Profession enseignant – Évaluer sans dévaluer : Pour une pédagogie positive. *Hachette Éducation*

De Witte, M. (2023, février 13). How will ChatGPT change the way we think and work? Consulté le 31 mai 2023, à l'adresse Stanford News website: https://news.stanford.edu/2023/02/13/will-chatgpt-change-way-think-work/

Earl, L. M. (2012). Assessment as Learning : Using Classroom Assessment to Maximize Student Learning (Second edition). *Thousand Oaks,* Calif: Corwin.

Esposito, E. (2022). Artificial Communication : How Algorithms Produce Social Intelligence. *The MIT Press*.

Fernandez, L. (2012). Émotion. In Hors collection. Les concepts en sciences infirmières (p. 164167). Toulouse: *Association de Recherche en Soins Infirmiers.*

Firat, M. (2023, janvier 12). How Chat GPT Can Transform Autodidactic Experiences and Open Education? *OSF Preprints*

Fourgous, J.-M. (2012). Apprendre autrement à l'ère numérique : Se former collabore innover : un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances : rapport de la mission parlementaire de Jean-Michel Fourgous député des Yvelines sur l'innovation des pratiques pédagogiques par le numérique et la formation des enseignants. Paris: Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

France Éducation International. (2021a). Actions menées par France Éducation international sur les cinq dernières années. Consulté le 10 octobre 2023 à l'adresse https://www.france-educationinternational.fr/sites/default/files/medias/file/2021/09/Italie_2021-07.pdf

France Éducation International. (2021b). Devenir examinateur-correcteur du DELFDALF : Habilitation | France Education international. Consulté le 20 septembre 2023, à l'adresse https://www.france-education-international.fr/formation/devenirexaminateur-correcteur-du-delf-dalf-habilitation

France Éducation International. (2022a). DELF Prim | France Education international. Consulté le 9 octobre 2023, à l'adresse https://www.france-educationinternational.fr/diplome/delf-prim

France Éducation International. (2022b). Rapport d'activité de France Éducation international 2021. Consulté le 10 octobre 2023 à l'adresse https://www.franceeducation-international.fr/sites/default/files/medias/flipping/rapport-activite-2021- fei/

https://communfrancais.com/cours/francais-avec-ia/

https://ecole-peg.ch/apprentissage-du-francais-et-intelligence-artificielle-ia/

https://frenchindc.com/blog/lintelligence-artificielle-au-service-de-lapprentissage-du-francais-une-revolution-en-marche/

https://learnpal.ai/fr/apprendre-le-francais/

https://live-french.net/fr/blog/ameliorer-son-niveau/intelligence-artificielle-et-apprentissage-du-francais-une-revolution-en-marche/

https://parlonsfrancais.francophonie.org/appel-a-participation_formation-regionale-lintelligence-artificielle-dans-lenseignement-du-fos-et-du-flp-en-asie-pacifique/

https://talkpal.ai/fr/maitrisez-le-francais-rapidement-apprendre-le-francais-avec-ia-revolutionnaire/

https://www.ccfs-sorbonne.fr/lintelligence-artificielle-dans-lenseignement-du-francais-langue-etrangere-fle/

https://www.coursera.org/enterprise/articles/personalized-learning-paths

https://www.globallingua.ca/fr/espace-educatif/outils-intelligence-artificielle

https://www.muchskills.com/playbooks/learning-paths

https://www.teachfloor.com/blog/personalized-training-how-to-customize-learning-paths

https://www.youtube.com/watch?v=3Vbyzw5JQUY

Ladsous, J. (2006). Oui à l'évaluation, non à la démarche qualité…. *VST - Vie sociale et traitements*, 92.

Nirchi, S., & Simeone, D. (2022). La qualità della valutazione educativa (nuova edizione). *Roma: Anicia.*

Romano, R., (2023). Pratiques d'évaluation en FLE à travers l'implication de l'intelligence artificielle : les enjeux de l'enseignement à distance. *Thèse de doctorat.* Aix-Marseille Université.

Romano, R., (2024). L'Intelligence artificielle, une fantasmagorie bénéfique à la didactique des langues. dans *Un coup de dés. Cahier de culture française, francophone et maghrébine,* vol 11. sous presse. janvier 2024.

Sitographies :

Yennek, N., & Galinou, F. (2020). Qualité et efficacité de la formation : Vers une réconciliation des paradigmes ? *Éducation Permanente,* 223.

https://doi.org/10.71284/asc.2025250

SES VE GÖRÜNTÜ ANALİZİ KULLANILARAK ÇALGI ÖĞRENİMİNDE YAPAY ZEKA REHBERLİĞİ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE GUIDANCE IN INSTRUMENT LEARNING USING SOUND AND IMAGE ANALYSIS

Hakan Emre Ziyagil[1]

Özet

Çalgı öğrenimi konusunda yıllarca geleneksel anlamda usta-çırak anlayışı benimsenmektedir. Günümüz teknolojisinin ilerlemesi ve AI (yapay zeka) sistemlerinin gelişmesiyle enstrüman öğrenimi sistemlerinde yeniliklerin olması kaçınılmazdır. Bu yeniliklerin içerisinde klasik öğrenme metotlarından ziyade dijital verilerin kullanımı ve aktarımı konusu ön plana çıkmıştır. Bu dijital ortamlar dahilinde yapay zeka modellerinin gelişmesiyle birlikte görüntü analizleri ve pedagojik potansiyelin kendini gösterdiği alanlar meydana gelmiştir. Uzun yıllar boyu usta-çırak sistemiyle yetiştirilen birçok müzik öğrencileri mevcuttur. Bu sistemde ustanın icrası taklit eden öğrenci daha sonra usta dediğimiz eğiticinin gözlemleri sayesinde ilerleme kaydetmesi sağlanırdı. Ancak yüz yüze etkileşime bağlı bu yapı ele alındığında günümüz koşullarında erişim, sürdürülebilirlik ve süreklilik bakımından önemli sınırlılıklar taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında usta icralarından elde edilen ses ve video kayıtlarının analiz edilmesiyle dijital bir referans katmanı oluşturmanın önemi ele alınacaktır. Daha sonra öğrencinin kendi icrasının bu verilerle karşılaştırılmasına dayalı yeni bir öğrenme yaklaşımı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Önerilen bu modelde frekans doğruluğu (baskı-perde), tempo tutarlılığı, artikülasyon, vibrato kullanımı, parmak ve beden pozisyonu gibi icra bileşenleri hem görsel hem işitsel olarak işlenmektedir. Bir müzik öğrencisinin çalgı performansı önceden tanımlanan usta (yetkin uzman) icralarına göre yorumlanmakta ve farkları anlaşılır biçimde raporlanmaktadır. Bu yaklaşım yalnızca teknik gelişimi desteklemekle kalmamakla birlikte geleneksel müziklerde stil, tavır ve yorum aktarımına da yeni bir boyut kazandırmaktadır. Çalışmanın bir diğer getirisi ise makamsal müziklerdeki nüansların dijital analiz yoluyla aktarılabilirliğinin tartışmasıdır. Bu sayede her yetkin (usta) kişiden alınan doğru verilerin öğrenci üzerinde nasıl bir etki bıraktığı da çözümlenebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, müzik, çalgı öğrenimi, eğitim modeli

[1]Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı, Türk Müziği Bölümü, hakanemreziyagil@gmail.com, https://orcid.org/ 0000-0002-2981-2497, Niğde, Türkiye.

Abstract

For years a traditional master-apprentice approach has been adopted in instrument learning. With the advancement of today's technology and the development of AI (artificial intelligence) systems, innovations in instrument learning systems are inevitable. Among these innovations, the use and transfer of digital data have become more prominent than traditional learning methods. With the development of artificial intelligence models within these digital environments, image analysis and areas where pedagogical potential is demonstrated have emerged. For many years, many music students have been trained in a master-apprentice system. In this system, students imitated the master's performance and then progressed through the observations of the instructor, whom we call the master. However, this structure, based on face-to-face interaction, presents significant limitations in terms of access, sustainability, and continuity in today's conditions. This study will examine the importance of creating a digital reference layer by analysing audio and video recordings of masters' performances. The aim is then to develop a new learning approach based on comparing the student's own performances with this data. In this proposed model, performance components such as frequency accuracy (pressure-pitch), tempo consistency, articulation, vibrato use, and finger and body position are processed both visually and auditorily. A music student's instrumental performance is interpreted against the performances of pre-defined masters, and any differences are clearly reported. This approach not only supports technical development but also adds a new dimension to the transfer of style, attitude, and interpretation in traditional music. Another benefit of the study is the discussion of the transferability of nuances in makam music through digital analysis. This will enable us to analyse the impact of accurate data obtained from each master on the student.

Keywords: Artificial intelligence, music, instrument learning, educational model

GİRİŞ

Müzik eğitimi genel olarak tarihsel olarak bilginin ve becerinin nesiller arası aktarımına dayanan köklü bir yapıya sahiptir. Bu köklü yapının merkezine bakıldığında özellikle Türk müziği gibi geleneğe dayalı kültürel yaklaşımlarda *"usta-çırak"* ilişkisi yer almaktadır (Behar, 2014). Geleneksel olan bu yaklaşım öğrencinin ustayı (yetkin uzmanı) uzun süreler boyunca gözlemlemesi, dinlemesi ve taklit etmesi üzerine kuruludur. Yetkin kişinin (ustanın), kişiselleştirilmiş ve genellikle sözel olmayan (jest, mimik, tavır) geri bildirimleri oldukça önemlidir. Bu sayede eğitim alan öğrencinin sadece teknik becerilerini değil aynı zamanda müziğin «tavır», «stil» ve «nüans" gibi soyut estetik bileşenlerini de içselleştirmesini sağlamaktadır. Türk müziğinde bu sistem uzun yıllar boyu devam etmiştir. Ancak bu geleneksel öğretim sistemi modern dünyanın getirdiği zorluklarla yüz yüze gelmektedir. Usta-çırak ilişkisinin birebir (yüz yüze) olan doğasıyla birlikte onu coğrafi olarak kısıtlı, ölçeklenebilirlik açısından verimsiz ve sürdürülebilirlik bakımından kırılgan hale getirmektedir (Leman, 2016). Diğer yandan nitelikli ustalara (eğitimcilere) erişimdeki zorluklar ve birebir eğitimin yüksek maliyeti düşünüldüğünde birçok yetenekli öğrencinin potansiyeline ulaşmasını engellemektedir. Günümüze yapay zeka (AI) sistemleri geleneksel *"usta-çırak"* sisteminin özellikle çalgı öğrenimi bağlamındaki sınırlılıklarını aşarak önemli bir dönüşüm sağlamaktadır. Yapay zeka (AI) sistemleri bu geleneksel (usta-çırak) modelin yerini almak için değil aksine gelenek yolu ile iletilen değerli yönleri ölçeklendirmek ve hızlı bir şekilde analiz için devreye girmektedir. Örneğin; usta adı verilen eğiticinin hassas kulağını (ses analizi ile entonasyon, tını ve nüans tespiti) ve dikkatli gözlemlerini (görüntü işleme ile duruş, parmak pozisyonu, beden dili analizi vb.) dijital bir ortama taşıyarak çalgı öğrenimi gören öğrencilere rehberlik yapabilmektedir. Bu rehberlik sonucunda nitelikli bir eğitmene (ustaya) erişimi olmayan bir müzik öğrencisi, bir ustanın dijitalleştirilmiş referans verisiyle pratik (uygulama) yapabilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca AI (yapay zeka) sistemleri bir insanın sunamayacağı kadar sabırlı, tutarlı ve objektif bir geri bildirim sağlayabilir. Böylelikle çalgı öğrenimi görenlerin en temel motor becerileri

kazanma süreci de hız kazanacaktır. Dijital olan yapay zeka sistemi aslında bir yandan *"hümanize"* bir araca dönüştüğünü de ifade edebiliriz. Ses ve görüntü analiz sistemini kullanarak geleneksel öğrenim sistemini bir adım öteye taşıyan AI (yapay zeka), ustanın (eğitmenin) yükünü hafifleterek, öğrencinin kendi kendine çalışma verimini de arttıracaktır. Ortaya konan bu kazanımlar aynı zamanda geleneksel bilginin aktarımında sürdürülebilirliği ve sürekliliğini de güvence altına alacağı düşünülmektedir.

Geleneksel çalgı icrâ yöntemlerini benimsemiş bir ustanın (eğiticinin) icrasındaki teknik doğrulukla (perde, ritim) birlikte gelen, genellikle de notasyona dökülemeyen stil, yorum, nüans ve ergonomik (duruş, parmak pozisyonu vb.) verilerin yapay zeka aracılığıyla nasıl objektif olarak analiz edilebilir? Ayrıca elde edilen analiz sonuçlarında öğrenciye geleneksel modelin kişiselleştirilmiş rehberliğini taklit eden, anlamlı ve eyleme geçirilebilir bir pedagojik geri bildirim olarak nasıl sunulabilir?

Usta (eğitici) çalgı icrâcılarından elde edilen çok modlu (ses ve video) kayıtları analiz edilerek dijital bir referans katmanı oluşturan bir yapay zeka rehberlik modeli geliştirmektir. Bu modelin ortaya konmasıyla birlikte öğrencinin kendi icrâsının (işitsel ve görsel olarak) bu dijital referans ile karşılaştırılmasına dayalı yeni bir öğrenme yaklaşımı sunulması hedeflenmektedir.

Bu çalışma kapsamında önerilen yapay zeka rehberlik modelini geliştirmek ve test etmek amacıyla "Tasarım Temelli Araştırma" *(Design-Based Research*) deseni benimsenmiştir. Bu yöntem genel anlamda teorik bir çerçevenin pratik bir bağlamda (bir öğrenme vasıtası) uygulanmasını, test edilmesini ve yinelemeli olarak geliştirilmesini içermektedir (Wang & Hannafin, 2005). Çalışmamın metodolojisi üç ana unsurda yapılandırılmış ve bu sistem dahilinde ortaya konacak olan yapay zeka çalışma prensipleri şu şekildedir:

1. "Usta" Referans Veri Setinin Oluşturulması: Yapay zeka (AI) modelinin temelini oluşturan referans katmanı için alanında yetkinliği kabul edilmiş (usta) icracıların performanslarının kayıt altına alınması gereklidir. Bu kayıtlar genel anlamda 2 aşamadan oluşabilir.

a) Ses Kaydı (Recording): Profesyonel kişilerden (ustalardan) alınacak olan icrâlar yüksek kalitedeki stüdyo ekipmanları (örn. Neumann KM 184, Akg C414 XL2 gibi hassas kondansatör mikrofonlar) kullanılarak her bir nüans ve icrâ detaylarının yakalanabileceği şekilde kaydedilmesi gereklidir.

b) Video Kaydı: İcrâcının (ustanın) hem genel beden pozisyonunu (duruş, çalgıyı tutuş) hem de parmak pozisyonlarını (klavye/perde üzerindeki yerleşim) net bir şekilde analiz edebilmek için çoklu kamera (multiple-camera) kurulumu kullanılmalıdır.

2. Çok Modlu (Multimodal) Veri Analizi ve Model Geliştirme Örneği: Geleneksel sistem yoluyla öğrenim veren eğiticilerden (ustalardan) toplanacak olan veriler, iki paralel koldan makine öğrenimi modellerini eğitmek için tasarlanmalıdır. Bu tasarımları ise iki ana kategoriye ayırmak mümkündür.

a) İşitsel (duyusal) Analiz (Ses): Elde edilecek olan ses sinyalleri Müzik Bilgi Erişimi (Music Information Retrieval - MIR) teknikleri kullanılarak işlenmelidir.

- *Perde (baskı) ve Entonasyon***:** Özellikle Türk müziğinde var olan makamsal mikrotonal (koma değerlerin) aralıkların tespiti için YIN veya CREPE gibi gelişmiş perde tespit algoritmalarından faydalanma yoluna gidilebilir (Serra vd., 2014). Böylelikle "baskı-perde" doğruluğunun milimetrik analizi de sağlanmış olacaktır.

- *Artikülasyon ve Tuşe (Tını):* Sesin zamansal zarfı (ADSR) ve Mel-Frekans Cepstral Katsayıları (MFCCs) gibi öznitelikler çıkarılarak ustanın "tavır" olarak nitelendirdiği nüanslar (çarpma, vibrato stili vs.) dijital olarak belirlenmelidir (Lerch, 2012).

b) Görsel Analiz (Görüntü): Elde edilecek olacak olan video kayıtları ve bilgisayarlı görü (Computer Vision) teknikleri ile analiz edilebilir. Bu öneride dikkat edilecek iki aşamayı şu şekilde açıklamak mümkündür.

- *Beden ve Duruş*: "OpenPose" veya "MediaPipe" gibi iskelet takip (pose estimation) modelleri kullanılarak icracının (ustanın) omuz, dirsek ve bilek pozisyonları gibi ergonomik verilerini elde etme yoluna gidilebilir (Gadiraju vd., 2021).

- *Parmak Pozisyonu:* Özellikle çalgının klavyesi üzerine odaklanan bir model ile parmakların perde/tuş üzerindeki yerleşimi ve hareket yönleri (fingerings) analiz edilebilir.

3. Öğrenci Geri Bildirim Sisteminin Tasarım Önerisi: Geliştirilecek olan yapay zeka modelinde öğrencinin kendi icrasını (ses ve video) analiz edilmesi sağlanacaktır. Ayrıca bu sistem, öğrencinin verilerini «usta» referans katmanıyla karşılaştıracak ve aradaki farkları anlaşılır bir rapor halinde sunacaktır. Bu konuyu bir önek ile açıklayacak olursak; "4. ölçüdeki "Mi" notasını, ustaya (eğitmene) göre 22 cent daha pest bastınız." Diğer bir bildirim örneği ise; "Bu geçiş sırasında sol bilek pozisyonunuz, referans duruşa göre 10 derece daha kapalıdır. Bundan dolayı entonasyon sorunuz olabilir". Ortaya konulan bu yaklaşımla öğrenciye sadece «yanlış» olduğunu değil, «neden» ve «nasıl» yanlış olduğunu göstererek eyleme geçirilebilir bir geri bildirim sunulması sağlanabilir (Ramirez vd., 2018). Önerilen bu model sayesinde çalgı icrâ bileşenlerini hem görsel hem de işitsel olarak işleyerek teknik gelişimi destekler. Analiz edilen ve geri bildirimi sağlanan bu icra bileşenleri ise genel anlamda 5 maddede sıralanabilir:

- Frekans doğruluğu (baskı-perde).
- Tempo (ritim) tutarlılığı.
- Artikülasyon.
- Vibrato kullanımı.
- Parmak ve beden pozisyonu.

1. TEKNİK DOĞRULUKTAN STİL AKTARIMINA

Yukarıda ana hatlarıyla sunmuş olduğumuz ve önerilen bu yapay zeka modelinin getirdiği diğer 2 yenilik vardır. Bunlardan ilki, algı öğrenimini "doğru nota" (pitch accuracy), ikincisi ise "doğru ritim" (rhythmic accuracy)'dir. Geleneksel pratik uygulamaları (örn. MakeMusic Cloud, Yousician) genellikle bu iki temel parametreye odaklansa da (Bozkurt, 2019), müzikal ifade bu parametrelerden çok daha fazlasını kendi bünyesinde barındırmaktadır.

Müzik pratiği (icrâsı) büyük ölçüde devamlı tekrara dayalı bir motor beceri eğitimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Zatorre vd., 2005). Çalgı öğrenimi sırasında öğrencinin erken aşamalarda edindiği yanlış bir duruş veya parmak pozisyonu ilerleyen aşamalarda düzeltilmesi çok zor olan «kökleşmiş" hatalara dönüşebilmektedir. Bundan dolayı geliştirilen yapay zeka sistemiyle birlikte bilgisayarlı görü analizleri devreye girerek, bir insan eğiticinin (ustalar da dahil) anlık olarak fark edemeyeceği milimetrik duruş bozukluklarını ya da parmak yerleşim hatalarını tespit edebilmektedir. Böylelikle ergonomik sakatlıkların önlenmesi ve verimli bir icrâ tekniğinin geliştirilmesi açısından da kritik bir önem taşımaktadır (Gadiraju vd., 2021).

2. "TAVIR" VE "NÜANS" AKTARIMININ DİJİTALLEŞMESİ

Bu çalışma kapsamında ortaya konan ve usta-çırak sistemi içerisinde önemli olan "hümanize" algısı burada ortaya çıkmaktadır. Usta-çırak ilişkisinin temel unsuru, ustanın var olan ve tecrübesiyle elde etmiş olduğu "tavrı"nın aktarımıdır. Bu tavır içerisinde bir notaya nasıl yaklaşıldığı, vibrato'nun ne zaman ve ne kadar kullanıldığı ya da iki nota arasındaki geçişin (legato/staccato) nasıl yapıldığı gibi stilistik unsurlarda gizlidir. Özellikle makamsal müzik (Türk müziği) gibi sözlü geleneğe dayalı kültürlerde bu nüanslar notasyonda gösterilemez (Serra vd., 2014). Bizim sunmuş olduğumuz bu model önerisinde ise ses analizini kullanarak ustanın bu mikro-zamanlama (micro-timing) ve tınısal (ton/tuşe) tercihlerini bir "stil parmak izi" olarak profil yaratılmaktadır. Öğrenci icrası bu profile göre karşılaştırıldığında «teknik olarak doğru ama müzikal olarak tavırlı değil» gibi bir ayrımı yapabilen bir geri bildirim alabilecektir.

3. MAKAMSAL MÜZİKTE DİJİTAL AKTARILABİLİRLİK

Yapay zeka (AI) destekli çalgı öğreniminin getirmiş olduğu diğer bir kazanım ise, makamsal müziklerdeki (Türk müziği) nüansların dijital analiz yoluyla aktarılabilirliğinin araştırılmasıdır. Batı müziği genelinde analiz araçları 12 tonlu eşit "equal temperament" sisteme göre tasarlanmıştır. Ancak Türk müziğinde, koma adı verilen "mikrotonal" aralıklar içerir ve bu aralıkların kullanımı icracıdan icracıya veya yöreden yöreye "stilistik" farklılıklar gösterebilir (Bozkurt & Serra, 2013). Ortaya konulan bu yapay zeka sistemi sayesinde farklı ustaların aynı makamdaki icraları analiz edilerek bu "mikrotonal" (koma) farklılıkların "kabul edilebilir" aralıklarını bir referans olarak belirleyebilir. Bu bağlamda çalgı öğrencisine "doğru" perdenin tek bir frekans değeri olmadığı hatta makamın ruhuna uygun "dinamik bir aralık" olduğu bile öğretebilir. Bu, geleneksel müziğin dijital ortamlarda korunması ve aktarılması için önemli bir adımdır (Tripathi vd., 2022).

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında çalgı öğreniminde yapay zeka rehberliği sayesinde geleneksel *"usta-çırak"* modelinin yerini almayı değil aksine bu sistemi desteklemeyi ve ölçeklendirmeyi amaçlayan çok modlu (ses ve görüntü) bir yaklaşımı ortaya koymuştur. Önerilen yapay zeka modelinde usta (tecrübeli eğitmen) icralarını dijital bir referans katmanına dönüştürerek, öğrenciye teknik doğruluk (perde, ritim, pozisyon) konusunda yol gösterici sistemler sunulmuştur. Aynı zamanda "stil", "tavır (üslup)", "nüans" gibi çalgı icrâsı için önemli olan estetik bileşenler hakkında da objektif ve anlık geri bildirim sağlama potansiyeline sahiptir. Geleneksel bilginin (intangible cultural heritage) dijitalleşmesiyle usta kişinin bilgeliğini coğrafi ve zamansal kısıtlamalardan kurtararak her an ulaşılabilir eğitim sistemi olarak kendini göstermiştir. Böylelikle çalgı eğitimi almak isteyen öğrenci, ustası yanında olmadığında bile ustanın dijital referansıyla pratik yapmaya devam edebilecektir. Gelecek çalışmalarda bu modelin farklı çalgılara (yaylı, mızraplı, nefesli gibi) adaptasyonu ve uzun vadeli pedagojik etki analizleri yapılması önemlidir. Diğer yandan öğrencinin ilerlemesine göre zorluk seviyesini dinamik olarak ayarlayan «uyarlanabilir» (adaptive) geri bildirim mekanizmaları üzerinde de çalışılmalıdır. Ortaya konan bu tarz yapay zeka destekli öğrenim modelleri, müzik eğitiminin geleceğini şekillendirirken, geleneğin derinliğini ve hümanist özünü korumasında kilit bir rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

Behar, C. (2014). *Aşk olmayınca meşk olmaz: Geleneksel Türk müziğinde usta-çırak ilişkisi*. Yapı Kredi Yayınları.

Gadiraju, S. S., Jadav, A. A., & B, V. R. (2021). Pose estimation based feedback generation for classical music learners. Proceedings of the 2021 International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC), 1-6.

Gadiraju, S. S., Jadav, A. A., & B, V. R. (2021). Pose estimation based feedback generation for classical music learners. *Proceedings of the 2021 International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC)*, 1-6.

Leman, M. (2016). The expressive moment: How interaction (with music) shapes human consciousness. MIT Press.

Lerch, A. (2012). An introduction to audio content analysis: Applications in signal processing and music information retrieval. John Wiley & Sons.

Ramirez, R., HMG, W., & K, J. (2018). SkyNote: An intelligent tutoring system for music education. Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education (ICCE 2018), 252-261.

Serra, X., Bozkurt, B., & Karaosmanoğlu, M. K. (2014). Computational analysis of Turkish makam music: Review of state-of-the-art and challenges. Journal of New Music Research, 43(1), 1-17.

Serra, X., Bozkurt, B., & Karaosmanoğlu, M. K. (2014). Computational analysis of Turkish makam music: Review of state-of-the-art and challenges. Journal of New Music Research, 43(1), 1-17.

Tripathi, A., Behere, S., & Subramanian, V. (2022). AI in the preservation and analysis of intangible cultural heritage: A review. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), 15(3), 1-24.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. Educational Technology Research and Development, 53(4), 5-23.

Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2005). When the brain plays music: Auditory-motor interactions in music perception and production. Nature Reviews Neuroscience, 6(7), 547-558.

https://doi.org/10.71284/asc.2025247

APPLICATION OF TRANSIT SEARCH AND GOLDEN JACKAL OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY SETTINGS IN POWER GRIDS

GÜÇ SİSTEMLERİNDE YÖNLÜ AŞIRI AKIM RÖLE AYARLARI İÇİN GEÇİŞ ARAMA VE ALTIN ÇAKAL OPTİMİZASYON ALGORİTMALARININ UYGULANMASI

İbrahim Arslanoğlu[1]
İsmail Hakkı Altaş[2]

Abstract

In electric distribution systems, effective coordination of directional overcurrent relays (DOCR) is essential for secure and selective fault isolation. This study introduces two advanced metaheuristic algorithms Transit Search Optimization (TSO) and Golden Jackal Optimizer (GJO) for the first time in DOCR coordination. The algorithms were applied to IEEE-based 3-bus and 8-bus test systems under identical short-circuit fault scenarios in MATLAB/Simulink. Performance was evaluated based on total relay operating time. In the 3-bus system, TSO achieved 0.31 seconds versus GJO's 1.49 seconds; in the 8-bus system, TSO reached 4.50 seconds compared to GJO's 4.69 seconds. Both algorithms outperformed several traditional methods in literature, offering faster and more efficient coordination. Overall, TSO demonstrated superior performance in minimizing relay operation time and enhancing selectivity, making it a more effective and reliable approach for DOCR coordination in both simple and complex distribution networks.

Keywords: Metaheuristic algorithm, optimization, power system protection, directional overcurrent relays

Özet

Elektrik dağıtım sistemlerinde yönlü aşırı akım rölelerinin (DOCR) etkin koordinasyonu, güvenli ve seçici arıza izolasyonu için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, DOCR koordinasyonunda ilk kez Transit Search Optimization (TSO) ve Golden Jackal Optimizer (GJO) adlı iki ileri düzey metasezgisel algoritma sunulmaktadır. Algoritmalar, MATLAB/Simulink ortamında aynı kısa devre arıza senaryoları altında IEEE tabanlı 3-baralı ve 8-baralı test sistemlerine uygulanmıştır. Performans, toplam röle işletme süresi üzerinden değerlendirilmiştir. 3-baralı sistemde TSO 0,31 saniye ile GJO'nun 1,49 saniyelik süresine karşı üstünlük sağlamıştır. 8-baralı sistemde ise TSO 4,50 saniye, GJO ise 4,69 saniye değerine ulaşmıştır. Her iki algoritma da literatürdeki birçok geleneksel yönteme göre daha hızlı ve verimli koordinasyon sağlamıştır. Genel olarak, TSO röle işletme süresini en aza indirmede ve seçiciliği artırmada üstün performans göstermiş, hem basit hem de karmaşık dağıtım ağlarında DOCR koordinasyonu için daha etkili ve güvenilir bir yaklaşım olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Meta sezgisel algoritma, optimizasyon, güç sistemi koruması, yönlü aşırı akım röleleri

[1]CO Author, Karadeniz Technical University, ibrahimarslanoglu@ktu.edu.tr , https://orcid.org/0000-0002-8213-8278
[2]Ostim Technical University, ismailhakki.altas@ostimteknik.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9298-4091

INTRODUCTION

Faults occurring in electric power systems can lead to severe equipment damage, system instability, and widespread power outages; therefore, a reliable protection system is essential for the continuous, secure, and stable operation of power networks. For this purpose, protection elements such as overcurrent relays (OCR), circuit breakers, reclosers, and fuses work in coordination to ensure the rapid and selective isolation of faulty lines. However, with the increasing integration of Distributed Generation (DG) units into distribution systems in recent years, traditional radial network structures have evolved into more complex meshed topologies, resulting in bidirectional power flow. This structural transformation significantly affects the direction and magnitude of fault currents, thereby reducing the reliability and selectivity of conventional protection systems (Al-Bhadely, 2023; Sarwagya, 2020). In these complex network structures, Directional Overcurrent Relays (DOCR) offer more effective protection compared to conventional Overcurrent Relays (OCR) (Sarwagya, 2020). DOCRs can operate with sensitivity to fault current direction and can function as both primary and backup protection devices. The operation of a DOCR depends on two fundamental setting parameters: the Time Dial Setting (TDS) and the Plug Setting (PS). TDS determines the relay's fault response time, while PS defines the current threshold at which the relay activates. A lower TDS value results in faster response but may compromise selectivity. Conversely, a higher TDS value prolongs fault clearance time. Similarly, selecting a lower PS enhances relay sensitivity but increases the risk of maloperation under temporary overloading conditions (Khan, 2025; Gupta, 2020)

DOCRs operate without intentional delay in the faulted zone, serving as the primary protection. In cases where the primary protection fails, backup relays are triggered with a certain delay. This structure ensures a multi-layered protection strategy to maintain system security. However, the effectiveness of this two-tiered protection scheme depends on proper coordination among the relays. The primary objective of this coordination is to minimize the total operating time of all primary relays while avoiding conflicts between primary and backup relay pairs (Khan, 2025). To achieve this, relay settings are configured by considering the minimum Coordination Time Interval (CTI) during the coordination process. The CTI duration typically ranges from 0.1 to 0.5 seconds, depending on factors such as relay type, circuit breaker response time, tolerances, and safety margins (Sarwagya, 2020). Determining these parameters through conventional methods is often a time-consuming and labor-intensive process due to their highly variable and nonlinear nature. Particularly in large-scale and multi-source systems, traditional deterministic approaches tend to get trapped in local minima, making them insufficient for reaching truly optimal solutions (Gupta, 2020). To overcome these challenges, nature-inspired metaheuristic algorithms have been increasingly adopted in recent years. These algorithms surpass the limitations of classical methods and offer more flexible, faster, and more effective solutions to DOCR coordination problems (Al-Bhadely, 2023; Azari, 2022).

Examination of prior studies concerning the coordination of directional DOCRs demonstrates that a wide range of metaheuristic optimization techniques have been successfully applied to tackle this intricate problem. In the present study, TSO and GJO algorithms were selected to optimize DOCR settings. Both algorithms were applied to sample 3-bus and 8-bus distribution systems based on IEEE standards, and their performance was comparatively analyzed based on the total relay operating time criterion.

According to statistical data reported in the literature, the most frequently encountered short-circuit fault types in power systems are single line to ground (L-G), double line-to-ground (L-L-G), line to line (L-L), and three-phase (L-L-L) faults (Almobasher, 2020; Al Mtawa, 2022). Therefore, to enable a reliable comparison in the simulation studies, the three-phase short-circuit fault scenario commonly used in previous research was selected. The protection performance of the TSO and GJO algorithms under these fault conditions was comprehensively analyzed based on key criteria such as selectivity, total operating time, and response speed. As a result, the effectiveness of the TSO and GJO algorithms under different system sizes and three-phase fault scenarios was revealed through a holistic evaluation, and their applicability to the directional overcurrent relay coordination problem was assessed in detail.

In the literature, numerous studies have applied various heuristic and artificial intelligence-based optimization techniques to enhance the selectivity, speed, and adaptability of directional overcurrent relays (DOCR) in distribution networks. Hooshmand et al. (2019) proposed a hybrid approach combining Genetic Algorithm (GA) and Simulated Annealing (SA) to improve coordination selectivity in the IEEE 13-bus test system. Mohamed et al. (2019) implemented a Modified Electromagnetic Field Optimization (MEFO) algorithm to minimize relay operating time and satisfy CTI constraints under varying network topologies. Kamel et al. (2020) introduced the Seeker Optimization Algorithm (SOA) to improve optimization reliability and achieve faster convergence. Saleh et al. (2023) developed a Particle Swarm Optimization (PSO)-based method to enable adaptive relay settings under different operating conditions. To maintain protection stability against transient fault behaviors, Sheikhy et al. (2023) proposed the Weighted Mean-Variance Optimization (WMVO) algorithm, which considers phenomena such as transformer saturation and motor starting. Bozorg et al. (2021) employed the Improved Moth Flame Optimization (IMFO) algorithm to enhance relay coordination in reconfigurable distribution networks. Ghasemi and Alizadeh (2022) proposed a digital twin-based adaptive protection architecture capable of real-time response to short-circuit conditions and dynamic updating of DOCR settings. Farhoodnea et al. (2023) developed a hardware-in-the-loop (HIL) test platform based on the IEC 61850 standard to evaluate protection strategies under realistic multi-feeder fault scenarios. Similarly, Sundararajan et al. (2023) contributed to the establishment of a scalable and flexible coordination framework in distributed networks using digital modeling and IEC 61850 communication protocols. Akdağ et al. (2021) applied the Manta Ray Foraging Optimization (MRFO) algorithm with a restructured objective function for DOCR coordination. The algorithm was tested on 9- and 15-bus systems and compared with other methods. Additionally, an adaptive protection scheme was developed and tested on a 10-bus distribution network including distributed generation (DG) components in the Hatay region of Türkiye.

This study presents a comparative evaluation of the performance of two recent metaheuristic optimization algorithms Transit Search Optimization (TSO) and Golden Jackal Optimizer (GJO) to address the coordination problem of DOCR. For the first time in the literature, these two algorithms have been applied to IEEE standard-based 3-bus and 8-bus distribution systems, and their capabilities in optimizing relay setting parameters, namely the Time Dial Setting (TDS) and Pickup Setting (PS), have been analyzed in detail. In both test systems, three-phase short-circuit fault scenarios were implemented to enable performance comparison with previous studies. Based on the obtained relay operating time data, the optimization effectiveness of TSO and GJO was assessed. Within this scope, the algorithms' performances in terms of selectivity, response time, and solution stability under different network topologies were examined from a holistic perspective. All analyses were carried out in the MATLAB/Simulink environment, and the developed simulation framework ensures the repeatability of the results while enabling the reliable testing of the proposed protection algorithm.

1. MATERIAL AND METHODS

1.1. Coordination of DOCR

The DOCR coordination analyses conducted in this study were carried out in accordance with the standards IEEE Std C37.112 (Time-Current Relay Characteristics), IEEE Std C37.230 (Application of Protection Relays in Distribution Systems), and IEC 60255-151 (Measuring Relays and Protection Equipment). The inverse time-current characteristic curves used in the study namely standard inverse, very inverse, extremely inverse, and definite time were structured based on the mathematical models defined in these standards and integrated into the analysis process. In this particular study, the standard inverse time-current characteristic curve was employed for modeling relay behavior. Accordingly, coordination strategies tailored to the dynamic structure of distribution systems were developed, and the optimization of TDS or TMS and PS parameters was performed based on these current-time characteristics.

The effectiveness of protection relays fundamentally depends on their ability to accurately detect high current levels during faults and to respond with appropriate timing. Short-circuit faults occurring in power systems generate fault currents significantly higher than nominal current levels. Overcurrent relays detect these elevated currents and send trip signals to associated circuit breakers, thereby preventing damage to system components and isolating the faulted section to ensure continued power supply to unaffected loads. The relationship between the operating time of the relay and the magnitude of the detected current is described by the "current-time characteristic," which enables the relay to operate in either inverse-time or definite-time modes. In practical applications, inverse-time characteristics are generally preferred for phase-to-phase faults, whereas definite-time modes are often used for line-to-ground (L-G) faults. In inverse-time mode, the greater the magnitude of the fault current, the shorter the relay operating time allowing more severe faults to be cleared more rapidly. Figure 1 illustrates typical inverse-time and definite-time current-time curves as defined by the IEC 60255 standard, and the corresponding characteristic coefficients used in these curves are listed in Table 1 (Merabet, 2023)

Figure 1. IEC 60255 time-current characteristic curves

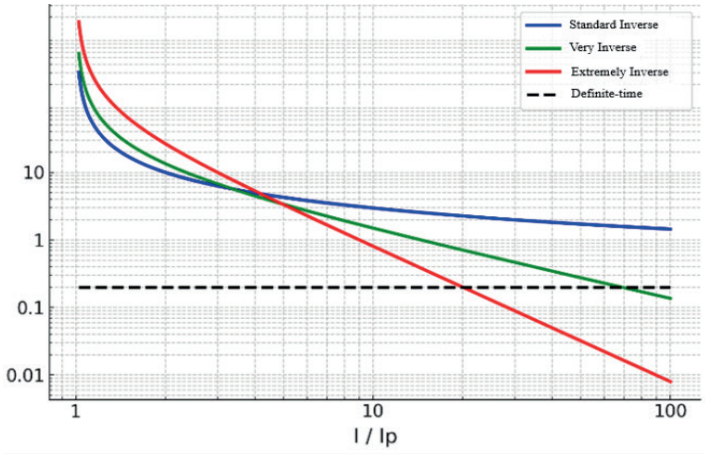
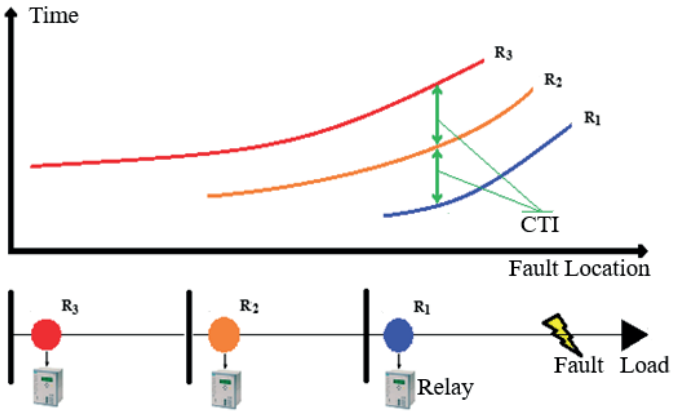


Table 1. IEEE overcurrent relay curve coefficients

Curve Type	Standard	A	B
Standard Inverse	ANSI/IEEE	0.05	0.02
Very Inverse	ANSI/IEEE	19.61	2.00
Extremely Inverse	ANSI/IEEE	28.20	2.00

Figure 2 illustrates the fundamental coordination concept of overcurrent relays within a radial distribution network. In such systems, relays placed along the feeder line generally detect fault currents of similar magnitudes during a fault event. This condition is a critical factor that directly affects the selectivity of the protection scheme. To achieve a selective protection strategy, the relay located closest to the fault (Relay R1) must trip the circuit breaker without delay, while the upstream relays (closer to the source) should be configured to operate with intentional time delays. This sequential and time-delayed relay operation is referred to as relay coordination.

Figure 2. Relay coordination in a radial distribution network



In this context, relays are configured based on inverse time-current characteristics. Relay R1 is set to trip in the shortest time, while upstream relays such as R2 and R3 are programmed to operate with progressively increasing time delays. If Relay R1 fails to operate for any reason, R2 and subsequently R3 act as backup relays to isolate the fault and preserve system integrity. This hierarchical structure is applied in power systems to enhance both selectivity and operational reliability.

Relay coordination, especially in distribution networks with numerous protection devices, requires that each relay be optimized to operate both quickly and selectively. An effective relay coordination scheme is expected to meet the following technical requirements (Atsever, 2023):

Selectivity: The protection system should isolate only the faulted zone without interrupting service to adjacent feeders, thus ensuring continuity of supply. To achieve this, the relay operating times must be configured to increase progressively from the relay closest to the fault toward the source.

Speed: Rapid detection and isolation of faults minimize the exposure of healthy components to fault currents and reduce the risk of cascading failures.

Reliability: The protection system must operate accurately and as intended, avoiding false tripping and ensuring dependable fault clearing.

Simplicity: The protection scheme should remain simple and functional by utilizing the minimum necessary number of relays and auxiliary equipment to meet protection objectives.

Economy: The cost of installing and maintaining the protection system should be minimized by avoiding unnecessary hardware and achieving optimal protection with minimal investment.

Backup Protection: If the primary relay fails to operate, a backup relay protecting the same zone must step in to isolate the fault. This approach enhances the overall reliability and continuity of the system.

1.2. Applied Algorithms TSO and GJO

TSO algorithm is a novel population based metaheuristic optimization technique inspired by the transit method in astrophysics, particularly used for exoplanet detection. In this context, the transit phenomenon refers to the periodic decrease in star's brightness due to a planet passing in front of it. TSO creatively transforms this astronomical concept into a computational mechanism designed to solve complex and constrained optimization problems.

TSO operates through five sequential phases - galaxy, transit, planet, neighbor, and exploitation - each emulating a distinct stage of the exoplanet detection process.

In *the galaxy phase*, the algorithm randomly selects galaxy centers in the search space and identifies

habitable zones based on both stochastic and deterministic criteria. These high-potential regions, referred to as stellar systems (Ls), represent optimal candidate solutions and are evaluated using mathematical models.

The transit phase simulates a space telescope observing stars. A reduction in observed luminosity indicates a potential planet, which corresponds to a promising solution. If no transit is detected, the algorithm searches the neighboring area around the current best-known solution.

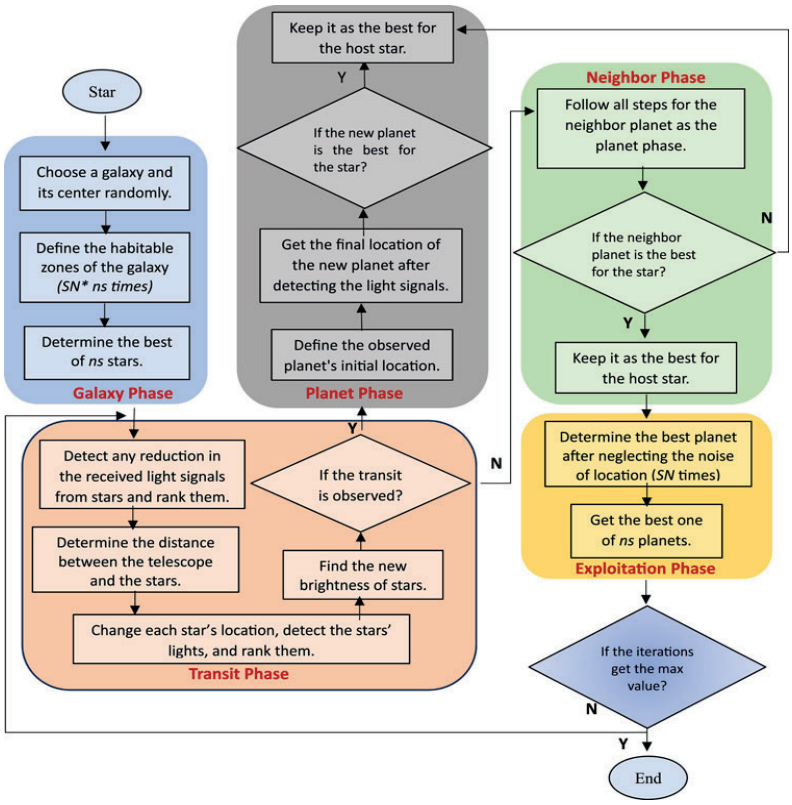
During *the planet phase*, the position of the detected planet is refined by calculating its distance from the host star and observer. Additionally, the planet's orbital behavior is considered using zone parameters that divide the orbit into three regions for more accurate evaluation.

In *the neighbor phase*, the algorithm investigates candidate solutions in the vicinity of previously identified high-quality regions. If a superior solution is found, it replaces the current best.

In *the exploitation phase*, evaluates planetary features analogous to solution properties such as density or reliability and refines them to identify the global optimum. This process ensures precise convergence and termination of the algorithm.

A flowchart illustrating the overall structure of the TSO algorithm is provided in Figure 3, while the general pseudocode is detailed in Algorithm 1. TSO relies on two principal mechanisms: global guidance through transit detection and local refinement via neighborhood exploration. This dual-phase strategy enables fast convergence and reduces the risk of premature stagnation in local minimum. The balance between exploration and exploitation enhances robustness, especially in nonlinear, high dimensional, and constraint laden problem spaces. Recent studies have demonstrated TSO's efficiency in optimizing key performance metrics such as selectivity, operating speed, and reliability within complex and multi-zoned distribution networks. Its flexibility and strong global search capability make it a competitive and promising candidate for directional overcurrent relay (DOCR) coordination and other power system protection applications (Arslanoğlu et al. (2025); Mirrashid et al. (2022), Amin et al. (2024).

Figure 3. Flowchart of TSO algorithm [22], 23].



Algorithm 1. General pseudocode of the TSO algorithm Mirrashid et al. (2022).

Inputs:

Number of host stars n_s; Signal-to-noise ratio

SN; The number of iterations n_{it}

Outputs:

Location of the best planet ever L_B and its corresponding fitness f_B

Initialization:

The initial location of the galaxy

do Galaxy Phase using Algorithm 1

Return the Best Stars, L_S

While (Stopping condition is not met) do

do Transit Phase using Algorithm 2

for i = 1 to n_s

if transit is detected

do Planet Phase using Algorithm 3

else

do Neighbor Phase using Algorithm 4

end

end

Return $L_{P,i}$ and its corresponding fitness ($f_{P,i}$) for each star

do Exploitation Phase using Algorithm 5

Return L_P and its corresponding fitness ($f_{P,i}$) for each star

end

Return L_B and its corresponded fitness (f_B)

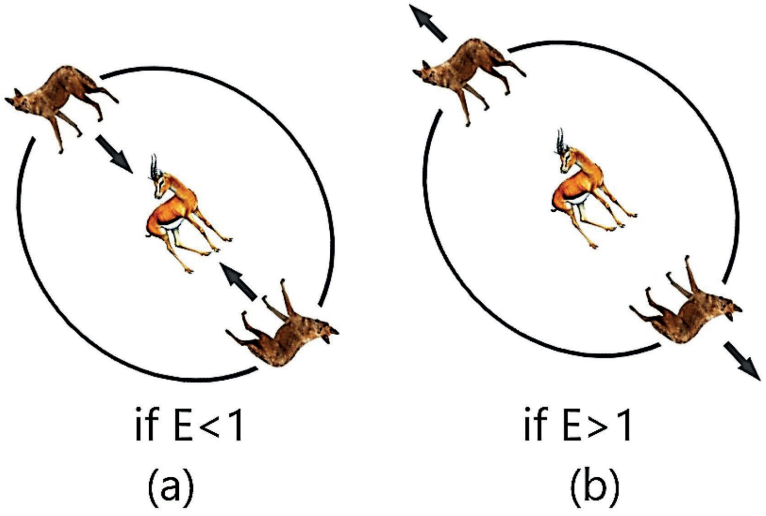
GJO algorithm is a novel nature-inspired, population-based metaheuristic optimization technique developed to solve complex engineering problems, including nonlinear, multivariable, and constrained functions. It is based on the cooperative hunting behavior of a pair of golden jackals (Canis aureus), which involves coordinated stages of prey searching, enclosing, and pouncing. GJO simulates the dynamic interaction between a male and female jackal pair, where the male jackal leads the exploration, and the female jackal follows, collaboratively tracking and converging toward the optimal solution (prey). The algorithm's primary strength lies in its ability to dynamically balance exploration and exploitation through an adaptive energy parameter, enabling it to escape local minimum and rapidly converge to high quality solutions.The algorithm operates in three main stages (Chopra et al. (2022):

Exploration phase: In this phase, the jackals explore the search space by updating their positions based on prey movement using Lévy flight distribution. This simulates the search and chase mechanism when prey energy is high.

Exploitation phase: When the prey's energy drops (indicating convergence), both jackals enclose and pounce on the prey, refining their positions for local search and exploitation.

Transition control: The evading energy parameter (E) governs the switch between exploration and exploitation. When |E| > 1, the algorithm emphasizes exploration; when |E| < 1, it focuses on exploitation. This adaptive balance enables the Golden Jackal Optimizer (GJO) to dynamically adjust its search behavior throughout the optimization process, avoiding premature convergence while maintaining high solution accuracy. The general flow and structure of the GJO algorithm are illustrated in Figure 4, and its core working mechanism is summarized in Algorithm 2. The detailed procedure and mathematical formulations can be found in the referenced paper, which provides a comprehensive explanation of the algorithm's operational phases and parameter tuning strategies.

Figure 4. Attacking vs searching for prey (Chopra et al. (2022)



Algorithm 2. General pseudocode of the GJO algorithm (Chopra et al. (2022)

Inputs:

The population size N and maximum number of iterations T

Outputs: The location of prey and its fitness value

Initialize the random prey population Y_i (i = 1, 2, ..., N)

while (t < T)

Calculate the fitness values of preys

Y_1 = best prey (Male Jackal position)

Y_2 = second best prey (Female Jackal position)

for (each prey)

Update the evading energy "E" using Eq. (6), Eq. (7) and Eq. (8)

Update "rl" using Eq. (9) and Eq. (10)

if (E ≥ 1) // Exploration phase

Update the prey position using Eq. (4), Eq. (5) and Eq. (11)

else if (E < 1) // Exploitation phase

Update the prey position using Eq. (12), Eq. (13) and Eq. (11)

end for

t = t + 1

end while

return Y_1

1.3. Definition of the Optimization Problem

Overcurrent relay coordination is formulated as an optimization problem that aims to determine the optimal values of TMS and PS so that the system satisfies the criteria of selectivity and speed. The primary objective is to minimize the relay operating times while avoiding coordination failures. In this study, the objective function (OF) is defined by Equation (1) as follows (Al-Bhadely et al. (2023):

$$OF = \min \sum_{i=1}^{n} t_{op,i} \tag{1}$$

This equation aims to minimize the total operating time ($t_{op,i}$) of all nnn relays in the system. The CTI constraint is defined by Equation (2) as follows:

$$t_{op,j} - t_{op,i} \geq CTI \tag{2}$$

Here, relay *i* represents the primary relay, while relay *j* represents the backup relay. The operating time of the backup relay must be delayed by a specific time marginrelative to the primary relay. This condition ensures the selective operation of the relays. The boundaries of the TMS are defined by Equation (3) as follows:

$$TMS_{i,\min} \leq TMS_i \leq TMS_{i,\max} \tag{3}$$

The calculation of the Maximum Overload Current is defined by Equation (4) as follows:

$$I_{OL}^{\max} = OLFxI_L^{\max} \tag{4}$$

When determining the relay pickup value, the maximum current under system overload conditions is taken into account. *OLF* refers to the Overload Factor (typically ranging from 1.25 to 1.5), and $I_L^{\max}$:represents the maximum line current under normal loading conditions. The upper limit of the Pickup Setting (PS) is defined by Equation (5) as follows:

$$PS_{i,\max} = \frac{2}{3} I_f^{\min} \tag{5}$$

The PS value is constrained to not exceed approximately 66% of the minimum fault current in the system. This ensures that the relay is capable of detecting low-magnitude faults as well. The boundaries of the PS are defined by Equation (6) as follows:

$$PS_{i,\min} \leq PS_i \leq PS_{i,\max} \tag{6}$$

The relay pickup current must be maintained within a range that satisfies both the system's overload conditions (lower limit) and the need for detecting low-magnitude faults (upper limit). The relay operating time limits are defined by Equation (7) as follows:

$$t_{i,\min} \leq t_{op,i} \leq t_{i,\max} \tag{7}$$

Each relay's operating time is constrained by a lower and upper limits based on physical constraints and protection strategy requirements. Relays that trip too quickly or too slowly can jeopardize system safety. The Time-Current Characteristic Equation (IEC/IEEE) is defined by Equation (8) as follows:

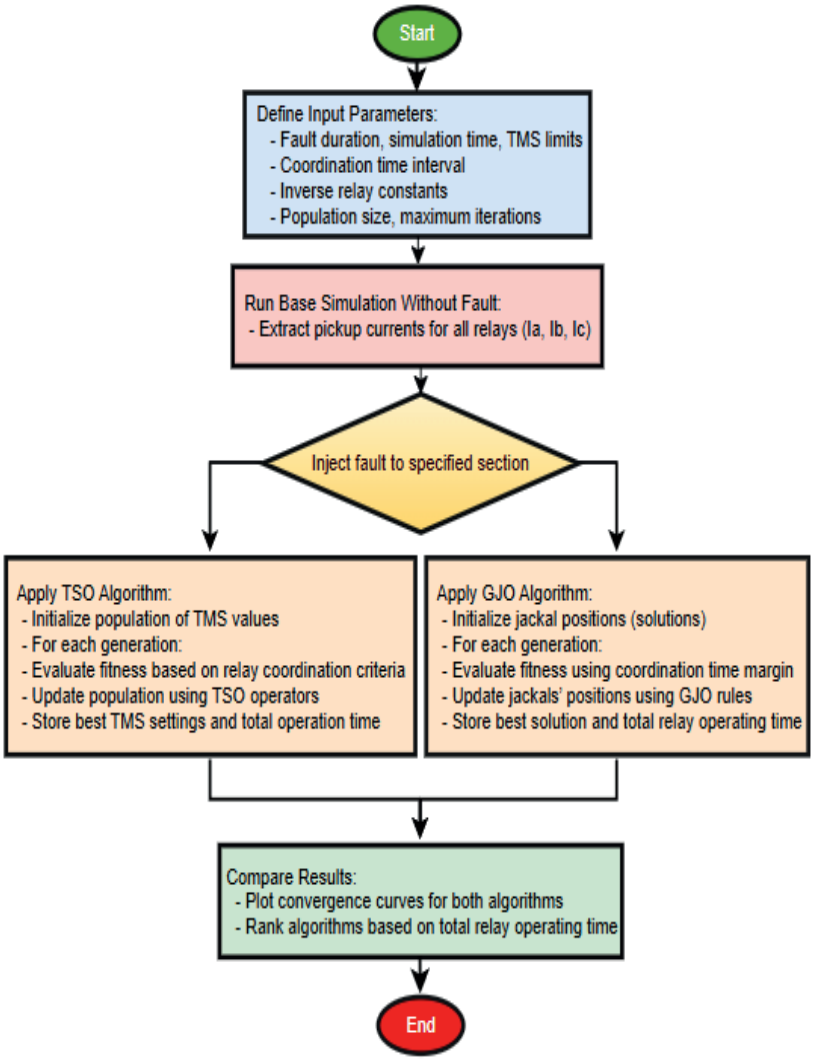
$$t_{op,i} = \frac{A.TMS_i}{\left(\frac{I_{f,i}}{PS_i}\right)^B - 1} \tag{8}$$

This equation calculates the operating time of a relay with an inverse-time characteristic. Here, *A* and *B* represent the curve-type constants, TMS_i is the time multiplier setting, $I_{f,i}$ denotes the fault current, and PSi is the pickup setting. This formula forms the foundation of DOCR optimization, and all algorithms in this study are built upon this model. The application flow of the TSO and GJO algorithms for DOCR coordination is presented in the algorithm structure shown in Figure 5 and simulation parameters are shown in Table 2.

Table 2. Simulation parameters

Parameters	Values
Total number of relays	3-Bus:6, 8 Bus:14
CTI	0.01
TDS	0.05-1.5
PS	10-300
Curve type	A= 0.05, B= 0.114
Maximum number of iterations	100
Number of populations	20

Figure 5. Flowchart of the proposed TSO and GJO based relay



RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the optimization of Directional Overcurrent Relay (DOCR) coordination was conducted using two recent metaheuristic algorithms: Transit Search Optimization (TSO) and Golden Jackal Optimizer (GJO). A comparative performance evaluation was carried out on IEEE standard 3-bus and 8-bus distribution systems. All simulations were implemented in the MATLAB/Simulink environment. Prior to the optimization phase, load flow and short circuit analyses were performed on each test system to determine steady state current and voltage magnitudes. These results were used to define the necessary input parameters for the DOCR coordination process. To ensure methodological consistency in the comparison of both algorithms, identical initial settings were employed for each case, including: Population size, Maximum number of iterations, Algorithm specific control parameters.

A. IEEE Test Systems

In this study, the IEEE 3-bus distribution test system, which represents a simplified yet effective model for validating directional overcurrent relay (DOCR) coordination strategies, is illustrated through its single-line diagram in Figure 6. Similarly, the IEEE 8-bus test network, known for its moderate complexity and suitability for analyzing protection coordination in meshed distribution systems, is detailed in Figure 7. Both systems have been widely adopted in the literature (Khan et al. (2025); Amraee, (2012); Wadood et al. (2025) and serve as standard benchmark models for evaluating the performance of optimization algorithms in overcurrent relay coordination applications.

Figure 6. IEEE 3-bus system

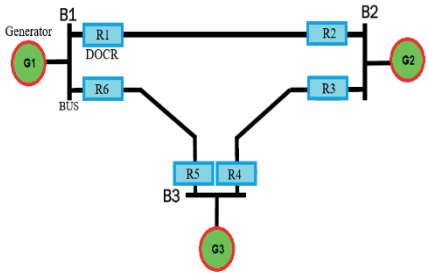
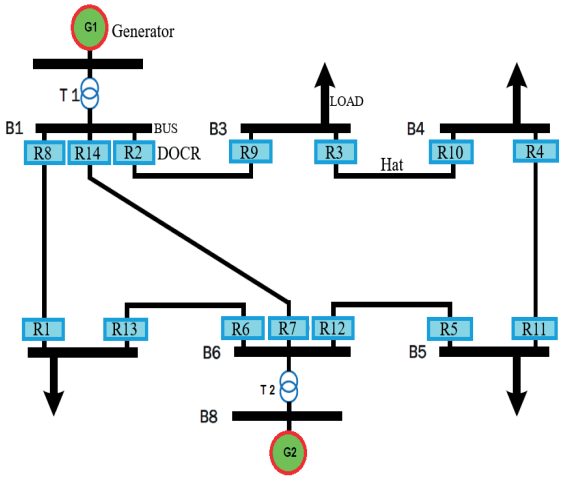


Figure 7. IEEE 8 bus test system



B. Results of the 3 and 8-Bus Test System

Optimization studies were systematically conducted on both the IEEE 3-bus and 8-bus standard test systems by introducing three-phase short-circuit fault scenarios in order to perform a comparative evaluation of the

TSO and GJO algorithms in the context of DOCR coordination. The objective was to assess the effectiveness of each algorithm in minimizing total relay operating times, which directly impacts system protection performance. According to the simulation results, the TSO algorithm demonstrated a significantly better coordination efficiency in the 3-bus system by achieving a total relay operating time of only 0.31 seconds, whereas the GJO algorithm yielded a longer duration of 1.49 seconds under identical fault conditions. In the more complex 8-bus test system, a similar trend was observed, with the TSO algorithm achieving a total operating time of 4.50 seconds, compared to 4.69 seconds obtained by GJO. These findings collectively underline the superior performance of the TSO algorithm, which consistently delivered faster and more efficient relay coordination across different system topologies and fault conditions. Furthermore, the TSO algorithm exhibited better convergence behavior and robustness throughout the optimization process, indicating its suitability for practical implementation. Its ability to maintain CTI constraints while achieving minimal total operating time strengthens its applicability in real-world protection scenarios. This comprehensive performance advantage highlights the potential of TSO as a preferred method for DOCR coordination in distribution networks.

C. Comparison of TSO and GJO Algorithms with the studies in literature

The parameter comparison results of the algorithms for the IEEE 3-bus system and the 8-bus test system are presented in Table 3 and Table 4, respectively.

Table 3. Algorithm parameter comprasion on IEEE 3-Bus system

Method	Objective Function (s)
TLBO (MOF) (Singh et al. (2013).	6.972
TLBO (Singh et al. (2013).	5.335
MDE (Thangaraj et al. (2010)	4.781
ABC (Foqha et al. (2023)	1.925
MPSO (Mansour et al. (2007)	1.926
MINLP (Amraee, (2012)	1.727
MFA (Foqha et al. (2023)	1.780
FAGA (Foqha et al. (2023)	1.780
BBO-LP (Albasri et al. (2015)	1.598
MFO (Wadood et al. (2024)	1.569
WOA (Wadood et al. (2025)	2.210
QIAWOA (Wadood et al. (2025)	1.547
GJO	**1.490**
TSO	**0.310**

Table 4. Algorithm parameter comprasion on IEEE 8-Bus system

Method	Objective Function (s)
LM (Ezzeddine et al. (2011)	11.065
GA (Noghabi et al. (2011)	11.001
HGA-LP (Noghabi et al. (2011)	10.950
BBO (Albasri et al. (2015)	10.549
JAYA (Yu et al. (2015)	10.232
MFO (Wadood et al. (2024)	9.545
BBO-LP (Albasri et al. (2015)	8.756
FODMFO (Wadood et al. (2024)	8.656
SA (Amraee, (2012)	8.427
WOA (Wadood et al. (2025)	8.029
QIAWOA (Wadood et al. (2025)	7.723
GJO	**4.690**
TSO	**4.500**

CONCLUSION

In this study, a comprehensive comparative analysis was performed between two recently developed metaheuristic optimization algorithms TSO and GJOwith the primary objective of achieving optimal coordination of DOCR in distribution networks. The proposed methodology was applied to the IEEE standard 3-bus and 8-bus test distribution systems within the MATLAB/Simulink environment, where multiple three-phase short-circuit, scenarios were simulated to ensure realistic and rigorous performance evaluation. The results clearly demonstrated the superiority of the TSO algorithm in terms of minimizing the total relay operating time and satisfying the CTI constraints across all tested scenarios.

Specifically, the TSO algorithm achieved a total relay operation time of 0.31 seconds in the 3-bus system, significantly outperforming the GJO algorithm, which required 1.49 seconds. Similarly, in the 8-bus test system, TSO recorded a total operating time of 4.50 seconds, while GJO yielded 4.69 seconds. These results highlight TSO's ability to provide faster fault isolation, thereby enhancing the overall protection performance of the network. Furthermore, the TSO algorithm successfully adhered to all CTI constraints, demonstrating its robustness and feasibility for real-world relay coordination tasks. The results were further validated by benchmarking against other well-established optimization techniques in the literature, as presented in Tables 4 and 5. TSO consistently produced the lowest objective function values, emerging as the most effective and reliable method among the tested algorithms.

The findings of this research suggest that the TSO algorithm holds strong potential for application in practical power system protection schemes, particularly in optimizing relay settings under varying fault and system conditions. Future research directions may involve extending the proposed method to larger and more complex distribution networks with integrated renewable energy resources and variable load profiles. Additionally, investigating the performance of TSO under diverse fault types such as single line-to-ground (L-G), double line-to-ground (L-L-G), and line-to-line (L-L) faults will provide a more comprehensive understanding of its adaptability.

Another promising avenue for future work is the incorporation of uncertainty factors, such as load fluctuations, intermittent generation from renewable sources, and communication delays in coordinated protection schemes. Moreover, the integration of TSO into adaptive protection frameworks and autonomous relay systems can lead to the development of more intelligent and flexible protection architectures capable of self-adjusting in real-time. Future studies may also explore hybrid approaches combining TSO with other

intelligent techniques to further enhance fault detection accuracy and coordination robustness. Enhancements in computational efficiency and convergence speed of TSO will further support its deployment in time-sensitive protection applications. Overall, the study demonstrates that AI-based metaheuristic optimization methods like TSO can significantly contribute to the advancement of protection system design and reliability in modern and future smart grid environments.

REFERENCES

Al-Bhadely, F., & İnan, A. (2023). Improving directional overcurrent relay coordination in distribution networks for optimal operation using hybrid genetic algorithm with sequential quadratic programming. *Energies, 16*(20), 7031. https://doi.org/10.3390/en16207031

Sarwagya, K., Nayak, P. K., & Ranjan, S. (2020). Optimal coordination of directional overcurrent relays in complex distribution networks using sine cosine algorithm. *Electric Power Systems Research, 187*, 106435. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106435

Khan, B. M., Wadood, A., Park, H., Khan, S., & Ali, H. (2025). Optimal coordination of directional overcurrent relays using an innovative fractional-order derivative war algorithm. *Fractal and Fractional, 9*(3), 169. https://doi.org/10.3390/fractalfract9030169

Gupta, S., & Deep, K. (2020). Optimal coordination of overcurrent relays using improved leadership-based grey wolf optimizer. *Arabian Journal for Science and Engineering, 45*(3), 2081–2091. https://doi.org/10.1007/s13369-019-04025-z

Azari, M., Mazlumi, K., & Ojaghi, M. (2022). Optimal directional overcurrent relay coordination in interconnected networks considering user-defined PWL characteristic curve. *Arabian Journal for Science and Engineering, 47*(3), 3119–3139. https://doi.org/10.1007/s13369-021-06048-x

Almobasher, L. R., & Habiballah, I. O. A. (2020). Review of power system faults. *International Journal of Engineering Research and Technology (Ahmedabad), 9*(11), 980–985.*

Al Mtawa, Y., Haque, A., & Halabi, T. (2022). A review and taxonomy on fault analysis in transmission power systems. *Computation, 10*(9), 144. https://doi.org/10.3390/computation10090144

Hooshmand, H., & Esmaeili, H. (2019). A hybrid GA-SA method for optimal coordination of directional overcurrent relays considering voltage dependent loads. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 104*, 155–167.

Mohamed, M. A., Azab, M., & El-Sehiemy, R. A. (2021). Modified electromagnetic field optimization algorithm for overcurrent relay coordination. *Electric Power Systems Research, 189*, 106670.

Kamel, S. M., Salem, M. S. M., & Nasr, M. E. (2020). Seeker optimization algorithm for optimal coordination of directional overcurrent relays. *Energy Reports, 6*, 605–613.

Saleh, M., El Din, H. E. Z., & Sharaf, S. M. (2023). Adaptive PSO-based directional overcurrent relay coordination. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 141*, 108025.

Sheikhy, S., Aghaei, M., Sabzehgar, R., & Askarian-Abyaneh, H. (2023). Coordination of protection devices using WMVO under temporary fault conditions. *IET Generation, Transmission & Distribution, 17*(1), 105–115.*

Bozorg, M., Khazali, M., & Hooshmand, R. (2021). Improved moth-flame optimization for relay coordination in reconfigurable networks. *Applied Soft Computing, 113*, 107886.*

Ghasemi, M., & Alizadeh, B. (2022). Digital twin-based adaptive relay coordination for real-time response. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 135*, 107556.*

Farhoodnea, M., Mohamed, A., Shareef, H., & Ibrahim, A. A. (2023). Hardware-in-the-loop based testing of IEC 61850-based protection for distributed systems. *IEEE Access, 11*, 23567–23578.*

Sundararajan, A., Kazerooni, N. K., & Mokhlis, H. (2023). Scalable protection scheme using IEC 61850 and digital modeling for DER-integrated grids. *IEEE Systems Journal, 17*(2), 2121–2130.*

Akdag, O., & Yeroglu, C. (2021). Optimal directional overcurrent relay coordination using MRFO algorithm: A case study of adaptive protection of the distribution network of the Hatay province of Turkey. *Electric Power Systems Research, 192*, 106998. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106998

Merabet, O., et al. (2023). Optimal coordination of directional overcurrent relays in complex networks using the elite marine predators algorithm. *Electric Power Systems Research, 221*, 109446. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2023.109446

Atsever, M., & Hocaoğlu, M. (2023). Optimal overcurrent relay coordination in distribution networks using path finder algorithm. In *Proceedings of TESKONGRE* (pp. 1–8). Türkiye. https://aperta.ulakbim.gov.tr/record/263793/files/Atsever_TESKONGRE_2023.pdf

Arslanoğlu, İ., Nuroğlu, F. M., & Altaş, İ. H. (2025). Comparative performance analysis of transit search optimization and particle swarm optimization for overcurrent relay coordination in radial system. *Gazi Journal of Engineering Sciences, 11*(1), 104–120. https://doi.org/10.30855/gmbd.070525N07

Mirrashid, M., & Naderpour, H. (2022). Transit search: An optimization algorithm based on exoplanet exploration. *Results in Control and Optimization, 7*, 100127. https://doi.org/10.1016/j.rico.2022.100127

Amin, M. S., Attia, M. A., Khamees, A. K., Mekhamer, S. F., Kotb, H., AboRas, K. M., & Yousef, A. (2024). Development of AVR controller performance using exponential distribution and transit search optimization techniques. *Frontiers in Energy Research, 12*, 1356978. https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1356978

Chopra, N., & Ansari, M. M. (2022). Golden jackal optimization: A novel nature-inspired optimizer for engineering applications. *Expert Systems with Applications, 198*, 116924. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116924

Amraee, T. (2012). Coordination of directional overcurrent relays using seeker algorithm. *IEEE Transactions on Power Delivery, 27*(3), 1415–1422. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2012.2190107

Wadood, A., Albalawi, H., Alatwi, A. M., & Park, H. (2025). Modified swarm-based artificial intelligence optimization for optimal coordination of directional overcurrent relays in power system. *IEEE Access, 13*, 71007–71026. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3563338

Singh, M., Panigrahi, B. K., & Abhyankar, A. R. (2013). Optimal coordination of directional over-current relays using teaching learning-based optimization (TLBO) algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 50*, 33–41. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.02.011

Thangaraj, R., Pant, M., & Deep, K. (2010). Optimal coordination of over-current relays using modified differential evolution algorithms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 23*(5), 820–829. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2010.01.024

Foqha, T., Khammash, M., Alsadi, S., Omari, O., Refaat, S. S., Al-Qawasmi, K., & Elrashidi, A. (2023). Optimal coordination of directional overcurrent relays using hybrid firefly–genetic algorithm. *Energies, 16*(14), 5328. https://doi.org/10.3390/en16145328

Mansour, M. M., Mekhamer, S. F., & El-Kharbawe, N. (2007). A modified particle swarm optimizer for the coordination of directional overcurrent relays. *IEEE Transactions on Power Delivery, 22*(3), 1400–1410. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2007.899259

Albasri, F. A., Alroomi, A. R., & Talaq, J. H. (2015). Optimal coordination of directional overcurrent relays using biogeography-based optimization algorithms. *IEEE Transactions on Power Delivery, 30*(4), 1810–1820. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2015.2406114

Wadood, A., & Park, H. (2024). A novel application of fractional order derivative moth flame optimization algorithm for solving the problem of optimal coordination of directional overcurrent relays. *Fractal and Fractional, 8*(5), 251. https://doi.org/10.3390/fractalfract8050251

Ezzeddine, M., Kaczmarek, R., & Iftikhar, M. U. (2011). Coordination of directional overcurrent relays using a novel method to select their settings. *IET Generation, Transmission & Distribution, 5*(7), 743–750. https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2010.0603

Noghabi, A. S., Sadeh, J., & Mashhadi, H. R. (2009). Considering different network topologies in optimal overcurrent relay coordination using a hybrid GA. *IEEE Transactions on Power Delivery, 24*(4), 1857–1863. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2009.2029057

Yu, J., Kim, C.-H., & Rhee, S.-B. (2019). Oppositional Jaya algorithm with distance-adaptive coefficient in solving directional over current relays coordination problem. *IEEE Access, 7*, 150729–150742. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2947626

https://doi.org/10.71284/asc.2025252

KADINLARDA SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE DİJİTAL GİRİŞİMCİLİK: KADINA YÖNELİK ŞİDDETLE MÜCADELEDE TEKNOLOJİ TABANLI UYGULAMALAR

HEALTH LITERACY AND DIGITAL ENTREPRENEURSHIP: TECHNOLOGY-BASED APPLICATIONS IN COMBATING VIOLENCE AGAINST WOMEN

Okan Koç[1]

Özet

Bu araştırma, kadınların sağlık okuryazarlığı düzeyi ile dijital farkındalık algısı arasındaki ilişkiyi belirlemek ve kadına yönelik şiddetle mücadelede kullanılan teknoloji tabanlı uygulamaların rolünü incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma, dijitalleşmenin kadınların sağlık davranışları ve toplumsal farkındalık süreçlerine etkisini ortaya koymayı hedeflemektedir. Araştırma nicel bir yaklaşımla, ilişkisel tarama modeli kapsamında gerçekleştirilmiştir. Evreni Balıkesir ili Paşalanı Mahallesi'nde yaşayan 18–65 yaş aralığındaki kadınlar oluşturmuş, kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen 72 katılımcı araştırmaya dâhil edilmiştir. Veriler, Norman ve Skinner (2006) tarafından geliştirilen ve Uskun ve ark. (2022) tarafından Türkçeye uyarlanan *E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (eHEALS)* ile Karakuş ve Kılıç (2024) tarafından geliştirilen *Dijital Farkındalık Algısı Ölçeği* kullanılarak toplanmıştır.

Bulgulara göre katılımcıların büyük çoğunluğunun akıllı telefon kullandığı, ancak dijital şiddet ve teknoloji temelli kadın destek uygulamaları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların önemli bir kısmı dijital teknolojilerde etik ve yasal sorumluluklar konusunda bilgi eksikliği yaşamaktadır. E-sağlık okuryazarlığı düzeyi genel olarak düşük bulunmuş, kadınların dijital araçları sağlık kararlarında etkin biçimde kullanamadıkları görülmüştür. Ayrıca katılımcıların çoğu, toplumsal sorunlara ilişkin yeterince desteklenmediklerini ve dijital alanlarda görünürlüklerinin sınırlı olduğunu ifade etmiştir.

Araştırma, dijital sağlık okuryazarlığının artırılması ve kadınların teknoloji tabanlı farkındalık, güvenlik ve destek mekanizmalarına erişiminin güçlendirilmesine yönelik politika önerilerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: E-sağlık okuryazarlığı, dijital farkındalık, kadına yönelik şiddet

[1] Doç. Dr. Balıkesir Üniversitesi, okan.koc@balikesir.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5356-5940

Abstract

This study aims to determine the relationship between women's levels of health literacy and their perceptions of digital awareness, while emphasizing the role of technology-based applications in combating violence against women. The research seeks to reveal how digitalization affects women's health behaviors and social awareness processes, focusing on the predictive power of digital awareness on e-health literacy. A quantitative research design was employed within the scope of a correlational survey model. The study population consisted of women aged 18–65 living in the Paşalanı neighborhood of Balıkesir province, and data were collected from 72 participants selected through convenience sampling. Data were obtained using the *E-Health Literacy Scale (eHEALS)* developed by Norman and Skinner (2006) and adapted into Turkish by Uskun et al. (2022), along with the *Digital Awareness Perception Scale* developed by Karakuş and Kılıç (2024).

Findings indicate that most participants use smartphones; however, they have limited knowledge about digital violence and technology-based support applications for women. A significant portion of the participants lack awareness regarding ethical and legal responsibilities in digital technologies, and their overall e-health literacy levels are low. Moreover, many women reported feeling insufficiently supported in addressing social issues and expressed limited visibility in digital environments.

The study contributes to the development of policy recommendations aimed at improving women's digital health literacy and strengthening their access to technology-based awareness, safety, and support mechanisms.

Keywords: E-health literacy, digital awareness, violence against women

GİRİŞ

Karmaşık ve çok boyutlu bir sorun olan kadına yönelik şiddet dünya genelinde hem ciddi bir insan hakları ihlali hem de önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (García-Moreno ve diğerleri, 2013; Abrahams ve diğerleri, 2014). Kadına yönelik şiddet, çok boyutlu bir olgu olup, toplumsal cinsiyete dayalı tüm saldırı biçimlerini kapsamaktadır (Jordan ve diğerleri, 2010). Bu tür şiddet, ev içinden kamusal alanlara, eğitim kurumlarından iş yerlerine kadar pek çok farklı ortamda ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, çatışma bölgeleri, yerinden edilme durumları ve diğer insani kriz koşulları bu şiddet türünü daha da şiddetlendirebilmektedir. Çağdaş ataerkil toplumlarda kadına yönelik şiddet, köklü toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin ve geleneksel sosyal normların bir yansıması olarak yaygınlığını sürdürmektedir (Barker, 2016). Tarihsel olarak kadınlar, ev içi rollerle sınırlandırılarak ikincil konumlara itilmiş; buna karşılık erkekler, kamusal alanlarda otorite ve güç sahibi pozisyonlara yerleştirilmiştir. Batılı demokratik toplumlarda kadın hakları alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, kültürel normlar ve cinsiyet temelli ideolojilerin sürekliliği, kadınların fiziksel, psikolojik ve yapısal şiddet gibi farklı biçimlerde şiddete maruz kalmaya devam etmesine neden olmaktadır.

Kadına yönelik şiddet bağlamında, 2019 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) öncülüğünde 13 Birleşmiş Milletler kuruluşu ve fon sağlayıcının katkısıyla, kadına yönelik şiddeti önlemeye yönelik stratejiler sunan kanıta dayalı bir çerçeve olan RESPECT geliştirilmiştir. RESPECT modeli, düşük ve orta gelirli birçok ülkede pilot uygulamalara tabi tutulmuş ve önemli destek görmüştür (WHO, 2019).

Kadına yönelik şiddet; fiziksel, cinsel ve duygusal, psikolojik, sosyal ya da ekonomik gibi fiziksel olmayan şiddet biçimlerini kapsamaktadır (Stylianou, 2018). Geleneksel olarak en fazla dikkat çeken biçimi fiziksel şiddet olsa da, duygusal veya psikolojik şiddet de en az onun kadar – hatta zaman zaman daha fazla – yıkıcı etkiler yaratabilir (Karakurt ve Silver, 2013; Engel, 2017).

Gelişen dijital teknolojiler, kadına yönelik şiddetle mücadelede çözüm üretecek araçlar sunmaktadır. Geleneksel müdahale yöntemlerine kıyasla daha erişilebilir, daha hızlı ve kişiselleştirilebilir hale dönüştürülebilir olması dijital çözümleri kadın yönelik şiddet noktasında; bildirim, destek ve sürecin güçlenmesi açısından önemli fırsatlar yaratmaktadır. Mobil uygulamalar, çevrimiçi danışmanlık platformları, acil durum butonları, yapay zekâ destekli analiz sistemleri ve sosyal medya farkındalık kampanyaları bu yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır. Özellikle kırsal bölgelerde veya sosyal baskının yüksek olduğu ortamlarda yaşayan kadınlar için dijital araçlar, fiziksel danışma merkezlerine erişemeyen bireyler açısından yaşamsal bir köprü görevi görmektedir. Bununla birlikte, dijital eşitsizlikler, veri gizliliği riskleri ve platformların şiddeti yeniden üretebilecek yönleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda, teknoloji temelli müdahale araçlarının geliştirilmesinde hem toplumsal cinsiyet hassasiyetinin hem de etik sorumluluğun gözetilmesi büyük önem taşımaktadır.

1. YÖNTEM

Araştırma, kadınların sağlık okuryazarlığı düzeyi ile dijital farkındalık algısı arasındaki ilişkiyi belirlemek ve kadına yönelik şiddetle mücadelede kullanılan teknoloji tabanlı uygulamaları vurgulamak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada nicel bir yaklaşım benimsenmiş, değişkenler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırmanın evrenini, Balıkesir ili Paşalanı Mahallesi'nde yaşayan 18- 65 yaş aralığındaki kadın bireyler oluşturmaktadır. Çalışmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Veriler, mahallede ikamet eden ve araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden toplam 72 kadından toplanmıştır. Veri toplama sürecinde Norman ve Skinner (2006) tarafından geliştirilen, Uskun, ve arkadaşları (2022) tarafından Türkçeye uyarlanan "E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği" (eHEALS) ile Karakuş ve Kılıç (2024) tarafından, bireylerin dijital teknolojilere yönelik farkındalık, etik-yasal bilinç, sosyal medya kullanımı ve güvenlik algılarını ölçmeye yönelik geliştirilen "Dijital Farkındalık Algısı Ölçeği" kullanılmıştır.

Elde edilen veriler SPSS 26.0 programı kullanılarak, öncelikle tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma), daha sonra değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

2. BULGULAR

Tablo 1. Katılımcılarn yaş grubuna göre dağılımı

Yaş Aralığı	Frekans (n)	Yüzde (%)
18–24	56	71.43
25–34	16	19.05
35–44	2	2.38
45–54	2	2.38
55 ve üstü	4	4.76
Toplam	80	100.00

Katılımcıların çoğunluğu (%75) 18–24 yaş aralığındadır. Bu durum, çalışmanın büyük ölçüde genç bireyler ve üniversite öğrencileri üzerinde yürütüldüğünü göstermektedir. 25–34 yaş aralığı %20 oranında temsil edilmekte olup, bu grup genellikle lisansüstü öğrenciler veya genç akademisyenleri içermektedir. Diğer yaş grupları ise düşük oranlarda temsil edilmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların eğitim durumu

Eğitim Düzeyi	Frekans (n)	Yüzde (%)
Lise	45	56.25
Önlisans	20	25.00
Lisans	15	18.75
Toplam	80	100.00

Katılımcıların çoğunluğunu lise düzeyinde eğitim gören bireyler (%56,25) oluşturmaktadır. Bu durum, araştırmanın geniş bir katılımcı kitlesine hitap ettiğini göstermektedir. Önlisans mezunları %25 oranında temsil edilmekte olup, lisans mezunlarının oranı %18,75'tir. Bu dağılım, araştırmanın farklı eğitim düzeylerinden bireyleri kapsayarak çeşitlilik sağladığını göstermektedir.

Tablo 3. Katılımcıların Hane Aylık Gelir Dağılımı

Gelir Aralığı (TL)	Frekans (n)	Yüzde (%)
0 – 9.999 TL	1	1.25
10.000 – 19.999 TL	10	12.50
20.000 – 29.999 TL	7	8.75
30.000 – 39.999 TL	13	16.25
40.000 TL ve üzeri	49	61.25
Toplam	80	100.00

Katılımcıların büyük çoğunluğu (%61,25) 40.000 TL ve üzeri gelir grubunda yer almaktadır. Bu durum, araştırmaya katılan bireylerin önemli bir kısmının orta–üst gelir düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. 30.000–39.999 TL gelir grubundaki katılımcılar (%16,25) ikinci sırada yer almakta, 10.000–19.999 TL aralığındaki katılımcılar ise daha düşük bir paya (%12,5) sahiptir. 0–9.999 TL gelir grubundaki katılımcı oranı oldukça düşük olup (%1,25), düşük gelirli bireylerin araştırmada sınırlı şekilde temsil edildiğini göstermektedir.

Tablo 4. Katılımcıların Medeni Durum Dağılımı

Medeni Durum	Frekans (n)	Yüzde (%)
Bekar	44	54.32
Evli	35	43.21
Boşanmış	2	2.47
Toplam	81	100.00

Katılımcıların çoğunluğunu (%55,0) bekar bireyler oluşturmaktadır. Evli katılımcıların oranı %43,8 iken, boşanmış bireylerin oranı %2,5 olarak belirlenmiştir. Bu durum, araştırma grubunun genç yaş profiline sahip olduğunu ve evlilik oranının görece düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. Katılımcıların Çocuk Sahibi Olma Durumu

Durum	Frekans (n)	Yüzde (%)
Evet	28	35.00
Hayır	52	65.00
Toplam	80	100.00

Katılımcıların çoğunluğu (%65,0) çocuk sahibi olmadığını belirtmiştir. Bu durum, örneklem grubunun genç yaş profiline sahip olduğunu ve büyük oranda bekâr bireylerden oluştuğunu göstermektedir. Buna karşılık, %35,0'lik bir kesim çocuk sahibi olduğunu ifade etmiştir. Bu oran, araştırmaya katılanlar arasında aile sorumluluğu bulunan bireylerin de belirli bir paya sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. Katılımcıların Çalışma Durumu Dağılımı

Durum	Frekans (n)	Yüzde (%)
Öğrenci	13	16.25
İşsiz	11	13.75
Özel sektör çalışanı	28	35.00
Kamu çalışanı	20	25.00
Emekli	8	10.00
Toplam	80	100.00

Katılımcıların büyük çoğunluğunu özel sektör çalışanları (%35,0) oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla kamu çalışanları (%25,0) ve öğrenciler (%16,25) izlemektedir. İşsizlerin oranı %13,75, emeklilerin oranı ise %10,0 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, örneklem grubunun önemli bir kısmının aktif olarak çalışma hayatında yer aldığını, azımsanmayacak bir bölümünün ise eğitim sürecinde olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Dijital Şiddet / Teknoloji Temelli Kadın Destek Uygulamaları Hakkında Bilgi Durumu

Bilgi Durumu	Frekans (n)	Yüzde (%)
Evet	48	60.00
Hayır	32	40.00
Toplam	80	100.00

Katılımcıların %60'ı dijital şiddet veya teknoloji temelli kadın destek uygulamaları hakkında bilgi sahibi olduğunu belirtmiştir. %40'lık bir kesim ise bu tür uygulamalardan haberdar değildir. Bu bulgu, dijital şiddet farkındalığı ve kadın destek teknolojilerinin toplum genelinde daha fazla tanıtılmasına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Tablo 8. Kadın Destek Uygulamalarını Kullanma Durumu

Durum	Frekans (n)	Yüzde (%)
Evet, kullanıyorum	5	6,25
Evet, duydum ama kullanmadım / Adını duydum ama hiç kullanmadım	55	68,75
Hayır / Hayır, duymadım	20	25,00
Toplam	80	100,00

Katılımcıların büyük çoğunluğu (%68,75) kadın destek uygulamalarının varlığından haberdar olduklarını ancak hiç kullanmadıklarını belirtmiştir. Yalnızca küçük bir kesim (%6,25) bu uygulamalardan en az birini aktif olarak kullanmaktadır. %25'lik bir grup ise bu tür uygulamalardan tamamen habersizdir. Bu durum, kadınlara yönelik dijital destek platformlarının tanıtımı ve erişilebilirliği konusunda farkındalık çalışmalarının artırılması gerektiğine işaret etmektedir.

2.1. Yaş Gruplarına Göre Bilgi Durumu Dağılımı

Tablo 9. Yaş ile Dijital Şiddet/ Teknoloji Temelli Kadın Destek Uygulamalarına İlişkin Bilgi Durumu Analizi

Yaş Grubu	Evet	Hayır	Toplam
18-24	28	18	46
25-34	10	6	16
35-44	1	1	2
45-54	1	1	2
55 ve üstü	0	4	4
Toplam	40	30	70

Veriler incelendiğinde 18-24 yaş grubundaki katılımcıların dijital şiddet ve teknoloji temelli kadın destek uygulamaları hakkında bilgi sahibi olma oranının %60 civarında olduğu, bu oranın yaş ilerledikçe azaldığı görülmektedir. Özellikle 55 yaş ve üzeri katılımcılarda farkındalık oldukça düşüktür.

Bu dağılım, yaş grubu ile dijital şiddet farkındalığı arasında zayıf fakat anlamlı bir ters ilişki olduğunu göstermektedir. Genç yaş grupları (özellikle 18–24) bu tür dijital kadın destek uygulamaları hakkında daha fazla bilgi sahibidir. İleri yaş gruplarında ise bilgi düzeyi belirgin şekilde azalmaktadır.

Yapılan analiz sonucunda yaş grubu ile dijital şiddet/teknoloji temelli kadın destek uygulamaları hakkında bilgi sahibi olma durumu arasında ters yönlü bir ilişki saptanmıştır. Genç yaş gruplarının farkındalık düzeyi yüksekken, ileri yaş gruplarında bu oran anlamlı biçimde azalmaktadır. Bu sonuç, dijital farkındalık çalışmalarının özellikle yaşlı nüfus gruplarına yönelik artırılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 10. Yaş ile Kadın Destek Uygulamalarını Kullanma Durumu Analizi

Yaş Grubu	Evet (kullanan)	Evet, duydum ama kullanmadım	Hayır / Duymadım	Toplam
18–24	6	30	10	46
25–34	2	8	6	16
35–44	1	1	0	2
45–54	0	2	0	2
55 ve üstü	1	3	0	4
Toplam	10	44	16	70

18–24 yaş grubunda katılımcıların büyük kısmı kadın destek uygulamalarını duymuş ancak hiç kullanmamıştır (%65 civarında). Bu yaş grubunda aktif kullanıcı oranı %13 düzeyindedir. 25–34 yaş grubunda farkındalık orta düzeyde (%50'nin üzerinde), ancak kullanım oranı düşüktür. 55 yaş ve üzeri grupta ise farkındalık olmasına rağmen kullanım oranı çok düşüktür.

Yaş grupları ile kadın destek uygulamalarını kullanma durumu arasında zayıf bir ilişki gözlenmiştir. Bilgi farkındalığı yaşla ters orantılıdır; genç yaş grupları uygulamalardan daha fazla haberdar olsa da, aktif kullanım oranı düşük kalmaktadır. Orta ve ileri yaş gruplarında hem farkındalık hem de kullanım oranı daha düşüktür.

Analiz sonuçlarına göre, yaş değişkeni ile kadın destek uygulamalarını kullanma durumu arasında zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Genç yaş grupları bu uygulamalardan haberdar olsalar da, kullanım oranlarının artırılması gerekmektedir. Daha ileri yaş gruplarında ise farkındalık çalışmaları öncelikli hale getirilmelidir. Bu bulgular, dijital farkındalık ve erişim stratejilerinin yaşa göre farklılaştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 11. Dijital Farkındalık Ölçeği Sonuç Analizi

Madde İçeriği (Kısaltılmış)	**Ortalama** (X)	**Standart Sapma (SD)**	**Farkındalık Düzeyi**
Zararlı yazılımlar dijital araçlara bulaşabilir	4.72	0.46	Yüksek
Dijital teknolojilerde siber zorbalıkla karşılaşabilirim	4.51	0.58	Yüksek
Dijital araçlara siber saldırı yapılabilir	4.63	0.49	Yüksek
Dijital teknolojilerle bilişim suçları işlenebilir	4.65	0.53	Yüksek
Dijital ürün korsanlığı mümkündür	4.69	0.44	Yüksek
Dijital dersler daha eğlenceli geçer	3.11	0.92	Orta
Dijital teknolojiler öğrenme motivasyonumu artırır	3.47	0.88	Yüksek
Dijital teknolojiler ilgimi çeker	3.66	0.82	Yüksek
Dijital teknolojiler öğrenmeyi kolaylaştırır	3.81	0.73	Yüksek
Dijital teknolojiler gündelik yaşama olumlu etki eder	3.78	0.69	Yüksek
Dijital teknolojilerin olumsuz etkileri vardır	4.14	0.63	Yüksek
Dijital teknolojiler sağlık sorunlarına yol açabilir	4.32	0.61	Yüksek
Fazla kullanım dijital bağımlılığa yol açabilir	4.57	0.55	Yüksek
Dijital teknolojiler sosyal ilişkilere olumsuz etki eder	3.89	0.67	Yüksek
Dijital teknolojilerde etik kurallar önemlidir	4.78	0.41	Yüksek
Dijital teknolojilerde yasal haklarım vardır	4.73	0.48	Yüksek
Dijital teknolojilerde yasal sorumluluklarım vardır	4.75	0.44	Yüksek
Sosyal medyanın gücünün farkındayım	4.66	0.52	Yüksek
Dijital teknolojiler sosyal ilişkilere olumlu etki eder	3.22	0.84	Orta
Dijital ortamlarda iletişim kurarım	3.91	0.7	Yüksek

2.2. Genel Değerlendirme

Katılımcıların dijital farkındalık düzeyi genel olarak yüksek bulunmuştur ($\bar{X}$ = 4.18). Özellikle etik, yasal sorumluluk ve dijital güvenlik farkındalığı oldukça yüksektir. Ancak dijital teknolojilerin eğitsel motivasyon ve sosyal etki boyutlarında farkındalık düzeyi orta seviyededir. Bu sonuçlar, bireylerin dijital ortamların risklerinin farkında olduklarını ancak dijital araçların pedagojik ve sosyal potansiyellerini sınırlı algıladıklarını göstermektedir.

2.3. E-Sağlık Okuryazarlığı, Empati ve Sosyal Girişimcilik

Tablo 12. Tanımlayıcı İstatistikler

Madde	mean	std	min	max
1. Sağlığınız hakkında karar verirken, internet yardımını ne kadar yararlı buluyorsunuz?	3.734	0.78	2.0	5.0
2. İnternetteki sağlık kaynaklarına erişebilmeniz sizin için ne kadar önemli?	3.911	0.683	2.0	5.0
3. İnternette hangi sağlık kaynaklarının ulaşılabilir olduğunu biliyorum.	3.582	0.778	2.0	5.0
4. İnternetteki yararlı sağlık kaynaklarını nerede bulacağımı biliyorum.	3.38	0.821	2.0	5.0
5. İnternetteki yararlı sağlık kaynaklarını nasıl bulacağımı biliyorum.	3.481	0.83	1.0	5.0
6. Sağlıkla ilgili sorularıma yanıt bulmak için interneti nasıl kullanacağımı biliyorum.	3.684	0.708	2.0	5.0
7. İnternette bana yardımcı olması için bulduğum sağlık bilgilerini nasıl kullanacağımı biliyorum.	3.582	0.778	2.0	5.0
8. İnternette bulduğum sağlık kaynaklarını değerlendirebilecek beceriye sahibim	3.532	0.798	2.0	5.0
9. İnternetteki yüksek kaliteli sağlık kaynaklarını düşük kaliteli sağlık kaynaklarından ayırt edebilirim.	3.532	0.765	2.0	5.0
10. Sağlıkla ilgili kararlar verirken internetteki bilgileri kullanma konusunda kendime güveniyorum.	3.544	0.694	2.0	5.0
11. Toplumda, dezavantajlı durumdaki insanları düşündüğümde, kendimi onların yerine koymaya çalışırım.	4.101	0.652	3.0	5.0
12. Toplumda, dezavantajlı koşullarda yaşayan insanların ne hissettiğini umursamam.	2.076	1.118	1.0	5.0
13. Toplumda, dezavantajlı durumdaki insanları görmek, beni duygusal olarak etkiler.	4.241	0.625	3.0	5.0
14. Toplumda, kenara itilmiş/dışlanmış insanlara merhamet duyarım.	4.203	0.758	2.0	5.0
15. Benden daha az şanslı insanlara merhamet duymakta zorlanırım.	2.316	1.15	1.0	5.0
16. Bizden daha az şanslı insanlara yardım etmek etik bir sorumluluktur.	4.0	0.768	2.0	5.0
17. Toplumda, dezavantajlı durumdaki insanlara yardım etmek bizim için ahlaki bir yükümlülüktür.	4.228	0.678	3.0	5.0
18. Sosyal adalet, bizden daha az şanslı insanlara yardım etmemizi gerektirir.	4.063	0.774	2.0	5.0
19. Dezavantajlı durumdaki insanlara yardım etme gerekliliği, toplumsal ilkelerdendir.	4.152	0.718	3.0	5.0
20. Toplumsal problemleri çözmek, hepimizin katkıda bulunabileceği bir şeydir.	4.278	0.75	2.0	5.0
21. Kafama koyarsam, toplumsal sorunların çözümüne katkıda bulunabileceğime inanıyorum.	3.772	0.767	2.0	5.0
22. Toplumun karşılaştığı problemleri çözmeye yardım edecek bir yol bulabilirim.	3.709	0.77	2.0	5.0
23. Önemli bir toplumsal değişime yol açabileceğime inanmıyorum.	2.81	0.893	1.0	4.0
24. Toplumsal sorunları çözmek isteyen bir örgüt/kurum için yatırımcıları/destekçileri çekmek mümkündür.	3.532	0.617	3.0	5.0
25. Toplumda, kenara itilmiş/dışlanmış insanlara yardım etmek için bir örgüt(dernek, vakıf vb.) kurmak isteseydim insanlar bana destek olurdu.	3.418	0.672	2.0	5.0
26. Eğer önemli bir toplumsal sorunu çözmeyi planlasaydım, insanlar beni desteklerdi.	3.342	0.766	2.0	5.0
27. Sosyal bir girişim (dernek, vakıf vb.) kursaydım çok fazla destekleneceğimi düşünmüyorum.	3.127	0.806	1.0	5.0

Tablo 13. Alt Boyut Puanları ve Korelasyonlar

Alt boyutlar satırda tanımlıdır. Gözlem sayısı (tam puanı olan satırlar dahil/NaN hariç): 79.

Alt Boyut	E-Sağlık Okuryazarlığı (1-10)	Empati (11-20)	Sosyal Girişimcilik (21-27)
E-Sağlık Okuryazarlığı (1-10)	1.0	0.248	0.235
Empati (11-20)	0.248	1.0	0.318
Sosyal Girişimcilik (21-27)	0.235	0.318	1.0

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu araştırma, dijital farkındalık, e-sağlık okuryazarlığı, empati ve sosyal girişimcilik eğilimleri bağlamında kadınların teknoloji temelli destek mekanizmalarıyla ilişkisini bütüncül bir perspektifle incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, katılımcıların dijital teknolojilere ilişkin farkındalık düzeylerinin genel olarak yüksek olduğunu, buna karşın bu farkındalığın davranışsal ve uygulamaya dönük boyutlarda aynı ölçüde karşılık bulmadığını ortaya koymuştur.

Katılımcıların büyük çoğunluğunun genç yaş grubunda (özellikle 18–24 yaş) yer alması, araştırmanın dijital teknolojilerle daha yoğun etkileşim hâlinde olan bir örneklem üzerinde yürütüldüğünü göstermektedir. Eğitim ve çalışma durumu dağılımları, örneklemin hem aktif çalışma hayatında yer alan hem de öğrenim sürecini sürdüren bireylerden oluştuğunu ortaya koymakta; bu durum dijital farkındalık ve e-sağlık okuryazarlığı düzeylerinin değerlendirilmesi açısından önemli bir çeşitlilik sağlamaktadır.

Dijital farkındalık ölçeğine ilişkin bulgular, katılımcıların özellikle dijital güvenlik, etik, yasal sorumluluk ve siber riskler konusunda yüksek düzeyde farkındalığa sahip olduklarını göstermektedir. Buna karşın, dijital teknolojilerin eğitsel motivasyon ve sosyal etkileşim boyutlarına ilişkin farkındalık düzeylerinin görece daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, bireylerin dijital ortamların risklerine ilişkin bilinçlerinin güçlü olmasına rağmen, dijital araçların yapıcı ve dönüştürücü potansiyellerini sınırlı algıladıklarını düşündürmektedir.

E-sağlık okuryazarlığı bulguları incelendiğinde, katılımcıların interneti sağlıkla ilgili bilgi edinme amacıyla yoğun biçimde kullandıkları, ancak elde edilen bilgilerin güvenilirliğini sorgulama, değerlendirme ve karar süreçlerine dâhil etme aşamalarında sınırlılıklar yaşadıkları görülmektedir. Özellikle çevrim içi sağlık bilgilerini profesyonel sağlık uzmanlarının görüşleriyle karşılaştırma oranlarının düşük olması, dijital ortamların sağlık kararlarında eleştirel süzgeçten geçirilmeden kullanılabildiğini göstermektedir. Bu bulgu, dijital erişimin tek başına yeterli olmadığını; eleştirel değerlendirme becerilerinin e-sağlık okuryazarlığının temel bileşenlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada dijital şiddet ve teknoloji temelli kadın destek uygulamalarına ilişkin farkındalık düzeyi orta düzeyde bulunmuş, ancak bu uygulamaların aktif kullanım oranlarının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Genç yaş gruplarında farkındalık düzeyinin daha yüksek olmasına rağmen, kullanımın sınırlı kalması; orta ve ileri yaş gruplarında ise hem farkındalık hem de kullanım düzeylerinin düşük olması, bu tür dijital destek mekanizmalarının erişilebilirlik, güven ve kullanım kolaylığı açısından yeniden ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Empati ve sosyal girişimcilik boyutlarına ilişkin bulgular, katılımcıların dezavantajlı gruplara yönelik duyarlılık ve ahlaki sorumluluk algılarının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, toplumsal sorunlara yönelik aktif girişimde bulunma ve sürdürülebilir sosyal çözümler üretme konusundaki inanç ve beklentilerin daha sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, bireysel duyarlılığın her zaman eyleme dönüşmediğini ve destekleyici sosyal, kurumsal ve dijital ekosistemlere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Korelasyon analizleri, e-sağlık okuryazarlığı ile empati ve sosyal girişimcilik arasında pozitif ancak zayıf düzeyde ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, dijital sağlık okuryazarlığının yalnızca bireysel sağlık kararlarıyla değil, aynı zamanda toplumsal duyarlılık ve sosyal sorumluluk eğilimleriyle de ilişkili olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, araştırma bulguları; dijital farkındalık, e-sağlık okuryazarlığı ve toplumsal duyarlılık düzeylerinin yüksek olmasının, teknoloji temelli kadın destek uygulamalarının etkin kullanımı için tek başına yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, kadınlara yönelik dijital destek mekanizmalarının yalnızca bilgilendirme odaklı değil; kullanıcı dostu, güven verici, davranışa dönüştürücü ve sosyal girişimcilik perspektifiyle desteklenen yapılar hâlinde geliştirilmesi gerektiği söylenebilir.

KAYNAKÇA

Abrahams, N., Devries, K., Watts, C., Pallitto, C., Petzold, M., & Shamu, S. (2014). Worldwide prevalence of non-partner sexual violence: A systematic review. *The Lancet, 383*(9929), 1648-1654. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62243-6

Barker, G. (2016). Male violence or patriarchal violence? Global trends in men and violence. *Sexualidad, Salud y Sociedad (Rio de Janeiro)*, (22), 316-330.

Engel, B. (2023). *The emotionally abusive relationship: How to stop being abused and how to stop abusing*. John Wiley & Sons.

García-Moreno, C., Jansen, H. A. F. M., Ellsberg, M., Heise, L., & Watts, C. (2013). *Global and regional estimates of violence against women: Prevalence and health effects of intimate partner violence and non-partner sexual violence.* Geneva: World Health Organization.

Jordan, C. E., Campbell, R., & Follingstad, D. (2010). Violence and women's mental health: The impact of physical, sexual, and psychological aggression. *Annual Review of Clinical Psychology, 6*, 607-628. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-090209-151437

Karakurt, G., & Silver, K. E. (2013). Emotional abuse in intimate relationships: The role of gender and age. *Violence and Victims, 28*(5), 804–821. https://doi.org/10.1891/0886-6708.VV-D-12-00041

Karakuş, İ., & Kılıç, F. (2024). Dijital farkındalık algısı ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kesit Akademi Dergisi, 10*(??), ??–??. https://doi.org/10.29228/kesit.75135

Stylianou, A. M. (2018). Economic abuse within intimate partner violence: A review of the literature. *Violence & Victims*, *33*(1). https://doi.org/10.1891/0886-6708.33.1.3

Uskun, E., Doğan, E., Önal, Ö., & Kişioğlu, A. N. (2022). e-Sağlık okuryazarlığı ölçeği: 45 yaş üstü yetişkinlerde Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, *79*(4). 10.5505/TurkHijyen.2022.75608

World Health Organization. (2019). *RESPECT women: Preventing violence against women*. Geneva: Author. (WHO/RHR/18.19). https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/312261/WHO-RHR-18.19-eng.pdf

https://doi.org/10.71284/asc.2025253

KADIN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE DİJİTAL FARKINDALIK VE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞI İLİŞKİSİ: DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN BİR ANALİZ

THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITAL AWARENESS AND E-HEALTH LITERACY AMONG FEMALE UNIVERSITY STUDENTS: AN ANALYSIS BASED ON DEMOGRAPHIC VARIABLES

Okan Koç[1]

Özet

Araştırma, kadın öğrencilerin dijital farkındalık düzeyleri ile e-sağlık okuryazarlığı arasındaki ilişkiyi demografik değişkenler açısından incelemeyi amaçlamaktadır. Dijitalleşme sürecinde kadınların bilgiye erişim biçimleri, teknolojiyi sağlık alanında kullanma kapasiteleri ve demografik özelliklere göre gösterdikleri farklılıklar analiz edilmiştir. Araştırma, Balıkesir Üniversitesi'nde öğrenim gören 76 kadın öğrenciden elde edilen verilerle yürütülmüştür. Veri toplama sürecinde Dijital Farkındalık Ölçeği, E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği ve Demografik Bilgi Formu kullanılmış; analizler SPSS 26.0 programında yapılmıştır.

Bulgular, öğrencilerin dijital teknolojilerin öğrenme ve yaşam süreçlerine katkısının farkında olduklarını, ancak güvenilir sağlık bilgilerine erişim ve değerlendirme konusunda yetersizlik yaşadıklarını göstermektedir. Katılımcıların çoğu dijital ortamlarda etik kuralların öneminin farkındadır. E-sağlık okuryazarlığı açısından katılımcıların çoğu internetin sağlıkla ilgili karar süreçlerinde yararlı olduğunu düşünmektedir. Ancak güvenilir çevrimiçi sağlık kaynaklarına erişim ve bu bilgileri değerlendirme konularında yetersizlikler gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin toplumsal sorumluluk ve dijital girişimcilik bulguları, öğrencilerin dezavantajlı gruplara yönelik yardım ve sosyal adalet konularında yüksek duyarlılığa sahip olduklarını, ancak sosyal girişimlerde destek eksikliği algıladıklarını göstermektedir.

Sonuç olarak, kadın öğrencilerin dijital farkındalık düzeyleri yüksek, e-sağlık okuryazarlıkları ise orta düzeydedir. Bu durum, dijital sağlık okuryazarlığı ve toplumsal katılımı artıracak eğitim programlarının gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital farkındalık, e-sağlık okuryazarlığı, kadın üniversite öğrencileri

[1] Doç. Dr. Balıkesir Üniversitesi, okan.koc@balikesir.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5356-5940

Abstract

The study aims to examine the relationship between female students' levels of digital awareness and e-health literacy in terms of demographic variables. It analyzes how women's ways of accessing information, their capacity to use technology in the field of health, and the differences they display according to demographic characteristics are shaped within the process of digitalization. The research was conducted with data obtained from 76 female students studying at Balıkesir University. The Digital Awareness Scale, E-Health Literacy Scale, and a Demographic Information Form were used as data collection tools, and the analyses were performed using SPSS 26.0 software.

The findings indicate that students are aware of the contributions of digital technologies to learning and daily life processes; however, they experience difficulties in accessing and evaluating reliable health information. Most participants are aware of the importance of ethical rules in digital environments. In terms of e-health literacy, the majority of participants consider the internet useful in health-related decision-making processes, yet deficiencies were observed in accessing and assessing trustworthy online health sources. Additionally, findings regarding social responsibility and digital entrepreneurship reveal that students have a high level of sensitivity toward helping disadvantaged groups and promoting social justice, but they perceive a lack of support for social initiatives.

In conclusion, female students demonstrate high levels of digital awareness but moderate levels of e-health literacy. This highlights the need for educational programs aimed at enhancing digital health literacy and promoting social participation among women.

Keywords: Digital awareness, e-health literacy, female university students

GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen küresel ortamında, dijital yetkinlik, üniversite öğrencilerinin akademik ve mesleki açıdan başarılı olabilmeleri için edinmeleri gereken temel bir beceri seti haline gelmiştir. Dijital yetkinlik; öğrenmenin derinleştirilmesinde, etkileşimin artırılmasında ve genel akademik başarının geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu kavram, belirli amaçlara ulaşmak için dijital araçların etkili ve yetkin biçimde kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Martin ve Xie, 2022).

Dijital çağın başlaması, tüm sektörlerde eşi benzeri görülmemiş değişimleri beraberinde getirmiş; bu süreç, dijital ortamlara yönelimi hızlandıran COVID-19 pandemisi ile daha da ivme kazanmıştır [1]. Bu hızlı dijital dönüşüm, dünya genelinde ekonomileri, toplumları ve bireysel davranışları yeniden şekillendirmekte; hem kişisel hem de mesleki alanlarda yeni eğilimlerin ortaya çıkmasına ve uyum süreçlerinin geliştirilmesine ihtiyaç doğurmaktadır (Pînzaru vd., 2019; Małkowska, Urbaniec ve Kosała, 2021).

Üniversiteler, akademik programların iş gücü piyasasının ihtiyaçlarıyla uyumlu hâle getirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Times Higher Education'a (t.y.) göre üniversitelerin, mezunlarını sürekli değişen iş gücü piyasasının karşılaştığı zorluklara yanıt verebilecek donanıma sahip bireyler olarak yetiştirmeleri gerekmektedir. Günümüzde işverenler, mezunlardan teknolojik yeterlilik beklemekte; dijital beceriler, çalışma hayatına hazır olmanın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Choon, 2025).

Dijital ortam, günümüzde küresel ölçekte yaşanan kriz ve kesintiler karşısında sürekliliğin sağlanmasında kritik bir rol üstlenmekte; bu durum, dijital hazırlık ve dayanıklılığın gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır (Udovita, 2020). Dijital dönüşüm; dijital teknolojilerin iş dünyası ve toplumun tüm alanlarına entegre edilmesini kapsayan, kuruluşların çalışma biçimlerinde ve paydaşlara sundukları değerde temel değişimlere yol açan çok boyutlu bir süreci ifade etmektedir. Bu kapsamda, uzaktan çalışmayı mümkün kılan bulut bilişim uygulamalarından, karar alma süreçlerini güçlendiren yapay zekâ temelli analitik sistemlere kadar uzanan pek çok örnek söz konusudur.

Sosyal medya kullanımı, bireyler arasında yaygın ve gündelik bir pratik hâline gelmiş; iletişim kurma, bilgi paylaşımı ve topluluk oluşturma açısından temel bir kanal olarak konumlanmıştır. Sosyal medya kullanımının ardındaki motivasyonlar; arkadaşlar ve aile ile bağlantıda kalma isteğinden, profesyonel ağ oluşturma ve eğitim amaçlı kullanıma kadar geniş bir yelpazede değişkenlik göstermektedir. Bu yaygın etkileşim düzeyi, dijital dönüşüm üzerine yapılan çalışmalarda sosyal ağlar ve medya kullanımının incelenmesini gerekli kılmaktadır; zira bu platformlar, bilginin yayılmasında ve kamuoyunun algılarının şekillenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

1. DİJİTAL OKURYAZARLIK

Teknolojik evrim ve toplumun dijitalleşmesi, modern topluma tam anlamıyla entegre olabilmek için öğrenme yetkinliği ve teknolojiye hâkimiyetin kritik önem kazanmasına neden olmuştur. Alvin Toffler, okuryazarlığın artık yalnızca okuma ve yazma becerileriyle sınırlı olmadığını; bireylerin yaşamları boyunca sürekli öğrenme, öğrendiklerini terk edebilme ve yeniden öğrenebilme kapasitesini de kapsadığını ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, eğitimin yalnızca örgün eğitimle sınırlı kalmaması gerektiğini; örgün, yaygın ve informal öğrenme ortamlarını içeren daha geniş bir çerçevede ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu düşünce, eğitimin belirli bir yaşam dönemine sıkıştırılmaması, aksine yaşam boyu sürdürülmesi gerektiğini savunan yaşam boyu öğrenme anlayışıyla doğrudan ilişkilidir. Yaşam boyu öğrenme yaklaşımı; çevrim içi kurslara katılımı, iş ortamında beceri geliştirmeyi ve çeşitli eğitim kaynaklarına sürekli erişimi teşvik eden bütüncül bir öğrenme sürecini ifade etmektedir.

Ancak bu sürekli öğrenme süreci, çağdaş toplumda dijital teknolojilerin yaşamın tüm alanlarında merkezi bir rol üstlenmesi nedeniyle, kavramsal olarak yeniden tanımlanmayı gerektirmektedir. Bu bağlamda en uygun kavram "Dijital Yaşam Boyu Öğrenme (Digital Lifelong Learning)" olarak öne çıkmaktadır. Günümüz toplumunda başarı, bireylerin tüm toplumsal alanları etkileyen ve bu alanlardan etkilenen teknolojik değişimlere sürekli olarak uyum sağlayabilme becerisine sahip olmasına bağlıdır (Umah vd., 2023).

Dijital beceriler, yalnızca bilgisayar ve mobil cihazları kullanabilme yeteneğini değil; aynı zamanda bu dijital teknolojilerin etik, toplumsal ve politik sonuçlarını anlayabilmeyi de içermektedir. Bu nedenle yaşam boyu öğrenme anlayışı, dijital becerilerin kazanılması ve sürekli olarak geliştirilmesiyle doğrudan ve ayrılmaz bir ilişki içinde ele alınmalıdır. Dijital beceriler kavramı; internet ortamında gezinme, iletişim kurma, problem çözme ve çevrim içi ortamlarda güvenliği sağlama gibi görevleri yerine getirebilmek amacıyla dijital teknolojilerin ve araçların etkili bir biçimde kullanılabilme yeteneğini ifade etmektedir (Van Dijk ve Hacker 2003). Bu bağlamda dijital beceriler; yazılım ve donanım kullanımına ilişkin teknik becerilerden, çevrim içi bilgilerin değerlendirilmesi, dijital ortamlarda iş birliği yapılması ve dijital güvenliğin sürdürülmesi gibi bilişsel becerilere kadar uzanan geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu becerilere hâkimiyet, gündelik yaşamın sürdürülebilmesi açısından bir gereklilik olmanın ötesinde, dijitalleşmiş toplumda tam ve etkin katılımın temel bir yetkinliği olarak değerlendirilmektedir (Warschauer, 2004).

Dijital becerilerin geliştirilmesi, eşit fırsatların teşvik edilmesi açısından da temel bir öneme sahiptir; zira bu beceriler, bireylerin kökenleri, eğitim düzeyleri, gelir durumları, yaşları veya cinsiyetlerinden bağımsız olarak bilgiye, istihdam olanaklarına ve fırsatlara daha adil bir biçimde erişmelerini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, sağlık bağlamında dijital becerilere odaklanan çalışmalar, dijital teknolojilerin kısa vadede bazı eşitsizlikleri derinleştirme potansiyeline sahip olduğunu da ortaya koymaktadır.

2. E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞI

Sağlık okuryazarlığı, bireyin sağlık ve sağlık hizmetlerine ilişkin bilgilere erişme, bu bilgileri anlama, değerlendirme, hatırlama ve kullanma konusundaki bilgi, özgüven ve yeterlik düzeyi olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2022; Uyar, Aka ve Koç, 2025). Sağlık okuryazarlığı, sağlık hizmet sunucularının kanıta dayalı bilgiyi günlük mesleki uygulamalarına entegre edebilmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir (Yusefi vd., 2019; Mor-Anavy vd., 2021).

Bununla birlikte sağlık okuryazarlığı, yalnızca hastaların sağlık sonuçları açısından değil; sağlık hizmeti sunucularının kendi sağlıkları ve iyi oluş halleri açısından da temel bir belirleyici olarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda bu yetkinlik, sağlık çalışanlarının bakım sundukları bireylerin (örneğin hastaneye yatırılan hastalar) sağlık süreçleri üzerinde de dolaylı ve doğrudan etkilere sahiptir.

Son yıllarda hizmet sunumuna yönelik dijital çözümler ve çalışma yöntemleri, sağlık hizmeti sunucularının yetkinlik gereksinimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir (Jarva vd., 2023). Dijital teknolojilerin giderek artan kullanımıyla birlikte, dijital sağlık yetkinliği (digital health competency) kavramı son yıllarda kayda değer bir ilgi görmüş; bu alanda çeşitli çalışmalar yürütülmüştür (Jimenez vd., 2020). Buna karşın, elektronik sağlık okuryazarlığı (e-sağlık okuryazarlığı) kavramının sağlık hizmeti sunucuları bağlamında ele alınması ve incelenmesi hâlen sınırlı düzeyde kalmıştır.

E-sağlık okuryazarlığı kavramı, ilk kez Norman ve Skinner (2006) tarafından ortaya atılmış olup; bireyin elektronik kaynaklar aracılığıyla sağlık bilgilerini arama, bulma, anlama ve değerlendirme ile elde edilen bilgiyi bir sağlık sorununu ele almak veya çözmek amacıyla uygulayabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, iyi bilinen Lily modeli temel alınarak geliştirilmiş ve E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (eHealth Literacy Scale – eHEALS) aracılığıyla ölçülmüştür (Norman ve Skinner, 2006).

Yukarıda sunulan kavramsal çerçeve, dijital farkındalık, dijital beceriler ve e-sağlık okuryazarlığının bireylerin sağlıkla ilgili bilgiye erişim ve bu bilgiyi kullanma süreçlerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu kuramsal arka plan doğrultusunda, söz konusu kavramların belirli bir örneklem grubunda nasıl bir ilişki sergilediğinin ampirik olarak incelenmesi önem kazanmaktadır.

Bu araştırma, dijitalleşmenin sağlıkla ilgili bilgiye erişim, değerlendirme ve karar alma süreçlerini derinden etkilediği günümüz koşullarında, kadın üniversite öğrencilerinin dijital farkındalık düzeyleri ile e-sağlık okuryazarlıkları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Üniversite öğrencileri, dijital teknolojileri yoğun biçimde kullanan bir grup olmakla birlikte; kadın öğrenciler, toplumsal cinsiyet rolleri, sağlıkla ilgili sorumlulukların sıklıkla üstlenilmesi ve yaşam boyu sağlık karar süreçlerinde daha aktif bir konumda yer almaları nedeniyle bu alanda özel bir önem taşımaktadır. Dijital farkındalığın yetersiz olduğu durumlarda, e-sağlık okuryazarlığının yüzeysel kalması ve bireylerin yanlış bilgi, bilinçli yanıltma ve yapay zekâ ile üretilmiş sahte sağlık içeriklerine karşı daha kırılgan hâle gelmesi söz konusu olabilmektedir. Bu bağlamda dijital farkındalık ile e-sağlık okuryazarlığı arasındaki ilişkinin incelenmesi, yalnızca bireysel sağlık davranışlarını anlamak açısından değil; aynı zamanda sağlık eşitsizliklerinin azaltılması, bilinçli sağlık kararlarının desteklenmesi ve kadınların dijital sağlık ortamlarında güçlendirilmesi açısından da önem arz etmektedir. Araştırmadan elde edilecek bulguların, üniversite gençliğine yönelik dijital sağlık okuryazarlığına ilişkin eğitim ve müdahale programlarının geliştirilmesine ve toplumsal düzeyde daha kapsayıcı sağlık politikalarının oluşturulmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

3. YÖNTEM

Bu araştırma, kadın üniversite öğrencilerinin dijital farkındalık düzeyleri ile e-sağlık okuryazarlıkları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla ilişkisel tarama modeli kullanılarak yürütülmüştür. Nicel araştırma yaklaşımına dayanan ilişkisel tarama modeli, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin varlığını ve yönünü belirlemeyi amaçlayan bir araştırma desenidir. Bu kapsamda araştırmada, dijital farkındalık ve e-sağlık okuryazarlığı değişkenleri arasındaki ilişki incelenmiş; ayrıca söz konusu değişkenlerin demografik özellikler açısından farklılık gösterip göstermediği analiz edilmiştir.

Araştırmanın evrenini, Balıkesir Üniversitesi'nde öğrenim gören kadın öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise, evren içerisinden kolayda örnekleme yöntemi ile seçilmiş 76 kadın üniversite öğrencisinden oluşmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemi, araştırmacıya erişilebilir ve gönüllü katılımcılar üzerinden veri toplama imkânı sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir.

Araştırmada veri toplama aracı olarak E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği ve Dijital Farkındalık Algısı Ölçeği kullanılmıştır.

E-sağlık okuryazarlığını ölçmek amacıyla, Norman ve Skinner (2006) tarafından geliştirilen ve Uskun ve arkadaşları (2022) tarafından Türkçeye uyarlanan E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (eHEALS) kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin dijital ortamlarda sağlık bilgisine erişme, bu bilgiyi anlama, değerlendirme ve kullanma becerilerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Ölçek toplam 10 maddeden oluşmakta olup, maddeler beşli Likert tipi derecelendirme ile yanıtlanmaktadır (1 = Kesinlikle katılmıyorum, 5 = Kesinlikle katılıyorum).

Katılımcıların dijital farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla ise Karakuş ve Kılıç (2024) tarafından geliştirilen Dijital Farkındalık Algısı Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, bireylerin dijital teknolojilere yönelik farkındalık düzeylerini etik, yasal, bilişsel ve davranışsal boyutlarıyla ele almaktadır. Ölçek toplam 27 maddeden oluşmakta olup, bilişsel farkındalık, duygusal farkındalık ve davranışsal farkındalık olmak üzere üç alt boyuttan meydana gelmektedir.

4. BULGULAR

4.1. E-Sağlık Okuryazarlığı

Araştırmaya katılan kadın üniversite öğrencilerinin e-sağlık okuryazarlığına ilişkin genel ortalama puanı 3,44 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgu, katılımcıların e-sağlık okuryazarlığı düzeylerinin orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

E-sağlık okuryazarlığı ölçeğinin alt boyutları ayrı ayrı incelendiğinde, öğrencilerin dijital ortamlarda sağlık bilgisine erişme boyutunda görece daha yüksek düzeyde yeterlik sergiledikleri; buna karşın elde edilen sağlık bilgilerini değerlendirme ve karar süreçlerine dâhil etme boyutlarında daha düşük düzeyde puanlara sahip oldukları belirlenmiştir.

E-sağlık okuryazarlığı ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin ortalama puanlar incelendiğinde; öğrencilerin bilgiye erişim becerisi alt boyutunda ortalama puanının $\bar{X} = 3,68$, bilgiyi değerlendirme becerisi alt boyutunda $\bar{X} = 3,27$ ve bilgiyi kullanma becerisi alt boyutunda ise $\bar{X} = 3,37$ olduğu saptanmıştır.

Elde edilen veriler incelendiğinde, araştırmaya katılan öğrencilerin %84,2'sinin interneti sağlıkla ilgili bilgi edinme amacıyla aktif olarak kullandığı belirlenmiştir. Buna karşılık öğrencilerin %69,1'inin, dijital ortamlardan elde ettikleri sağlık bilgilerinin güvenilirliğini sorgulama konusunda yeterli farkındalığa sahip olmadığı saptanmıştır.

Katılımcıların %72,3'ü, sağlıkla ilgili sorunlar yaşadıklarında çevrim içi sağlık bilgilerine başvurduğunu belirtmiştir. Buna karşılık, katılımcıların yalnızca %34,2'sinin, çevrim içi kaynaklardan elde edilen bu bilgileri profesyonel bir sağlık uzmanının görüşüyle karşılaştırdığı saptanmıştır.

E-sağlık okuryazarlığı düzeyinin alt bileşenlerine ilişkin analizler, öğrencilerin "internet üzerinden sağlık bilgisine ulaşma" becerisinin görece yüksek olduğunu; buna karşın "ulaşılan bilgiyi değerlendirme" ve "bilgiyi karar verme sürecinde etkin biçimde kullanma" becerilerinin daha düşük düzeyde kaldığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin dijital ortamlarda sağlık bilgisine erişim konusunda yeterlik sergilediklerini, ancak bu bilgilerin değerlendirilmesi ve karar süreçlerine dâhil edilmesi aşamalarında sınırlılıkların bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Demografik değişkenler açısından yapılan analizler incelendiğinde, yaş grupları (18–20 ve 21–24) arasında e-sağlık okuryazarlığı düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p > .05$). Buna karşılık, eğitim düzeyi ve gelir durumu değişkenlerinin e-sağlık okuryazarlığı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($F(2,73) = 4.09$, $p < .05$).

Gelir düzeyi açısından yapılan karşılaştırmalarda, gelir düzeyi düşük olan öğrencilerin ortalama e-sağlık okuryazarlığı puanlarının, diğer gelir gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir ($t(74) = 2.41$, $p < .05$).

Öte yandan, internet kullanım süresi ile e-sağlık okuryazarlığı puanları arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r = 0.42$, $p < .01$). Bu bulgu, internet kullanım süresi arttıkça e-sağlık okuryazarlığı puanlarının da arttığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, kadın üniversite öğrencilerinin dijital araçlara erişim düzeylerinin yüksek olduğu, buna karşılık sağlıkla ilgili dijital bilgileri analiz etme ve kullanma becerilerinin daha düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Bulgular, öğrencilerin dijital ortamlarda sağlık bilgisine erişim konusunda yeterlik sergilediklerini; ancak ulaşılan bilgilerin değerlendirilmesi, doğruluğunun sorgulanması ve kullanımına ilişkin puanlarının görece daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

4.2. Dijital Farkındalık

Araştırmaya katılan kadın üniversite öğrencilerinin dijital farkındalık düzeyine ilişkin genel ortalama puanı 3,89 olarak saptanmıştır. Bu bulgu, katılımcıların dijital farkındalık ölçeğinden aldıkları puanların yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin dijital teknolojilere ilişkin bilgi ve farkındalık düzeylerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların %92'si, dijital ortamlarda etik ve güvenlik kurallarının farkında olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık, katılımcıların %57'si, söz konusu kuralları günlük dijital kullanım alışkanlıklarında düzenli olarak uygulamadığını ifade etmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin %88,2'si, dijital teknolojilerin öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığını belirtirken; %81,6'sı, dijital araçların toplumsal farkındalık oluşturma ve sosyal sorunlara dikkat çekme açısından önemli bir rol oynadığını ifade etmiştir. Buna karşılık, katılımcıların %63,1'i, dijital ortamlarda yanlış bilgi, siber zorbalık veya manipülatif içeriklerle karşılaştığını belirtmiştir.

Dijital farkındalık ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin bulgular incelendiğinde, öğrencilerin bilişsel farkındalık alt boyutundan aldıkları puanların yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, davranışsal farkındalık alt boyutuna ilişkin puanların, bilişsel farkındalık puanlarına kıyasla daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır.

Demografik değişkenler açısından yapılan analizler incelendiğinde, yaş grupları (18–20 ve 21–24) arasında dijital farkındalık düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p > .05$). Buna karşılık, eğitim düzeyi değişkeni açısından dijital farkındalık puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($F(2,73) = 4.28$, $p < .05$). Bu kapsamda, sağlıkla ilgili programlarda öğrenim gören öğrencilerin dijital farkındalık ortalama puanlarının, diğer bölümlerde öğrenim gören öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Öte yandan, gelir düzeyi değişkenine göre dijital farkındalık puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı saptanmıştır ($p > .05$).

4.3. E-Sağlık Okuryazarlığı ile Dijital Farkındalık Arasındaki İlişki

Araştırmada, kadın üniversite öğrencilerinin e-sağlık okuryazarlığı düzeyleri ile dijital farkındalık düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları, dijital farkındalık düzeyi ile e-sağlık okuryazarlığı düzeyi arasında pozitif yönde bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur.

Alt boyutlar düzeyinde yapılan analizler incelendiğinde, bilgiye erişim becerisi ile bilişsel farkındalık alt boyutu arasında güçlü düzeyde bir ilişki bulunduğu saptanmıştır.

SONUÇ

Bu araştırma, Balıkesir Üniversitesi'nde öğrenim gören kadın üniversite öğrencilerinin dijital farkındalık düzeyleri ile e-sağlık okuryazarlıkları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin genel olarak yüksek düzeyde dijital farkındalığa, buna karşın orta düzeyde e-sağlık okuryazarlığına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bu bulgu, kadın öğrencilerin dijital teknolojileri kullanma ve dijital ortamlara aşinalık düzeylerinin yüksek olmasına rağmen, çevrim içi sağlık bilgilerini değerlendirme, güvenilir kaynakları ayırt etme ve bu bilgileri sağlıkla ilgili karar süreçlerine dâhil etme konusunda sınırlılıklar yaşayabildiklerini göstermektedir.

Araştırmanın sonuçları, dijital farkındalık ile e-sağlık okuryazarlığı arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle bilgiye erişim becerisi ile bilişsel farkındalık alt boyutu arasında gözlenen güçlü ilişki, bireylerin dijital ortamlardaki bilinç düzeylerinin artmasının, çevrim içi sağlık bilgisine erişme ve bu bilgiyi yönetme süreçleriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, dijital farkındalığın yalnızca teknik kullanım yeterliğiyle sınırlı olmayan; bilgiye erişim, bilgiyi anlama ve değerlendirme süreçlerini kapsayan bütüncül bir yetkinlik alanı olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma bulguları, kadın üniversite öğrencilerinin dijital sağlık ortamlarında daha etkin ve güvenli biçimde yer alabilmeleri için dijital farkındalık düzeylerinin desteklenmesinin, e-sağlık okuryazarlığının geliştirilmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Araştırmadan elde edilen bulgular, kadın üniversite öğrencilerinin dijital ortamlarda sağlık bilgisine erişim konusunda görece yüksek bir yeterlik düzeyine sahip olduklarını; ancak bu bilgileri eleştirel biçimde değerlendirme ve sağlıkla ilgili karar süreçlerine etkin şekilde dâhil etme aşamalarında sınırlılıklar yaşadıklarını ortaya koymuştur. Özellikle e-sağlık okuryazarlığının alt boyutları incelendiğinde, bilgiye erişim becerisinin diğer boyutlara kıyasla daha yüksek olduğu; buna karşın bilgiyi değerlendirme ve kullanma becerilerinin daha düşük düzeyde kaldığı görülmüştür. Bu durum, dijital sağlık ortamlarında teknik erişimin tek başına yeterli olmadığını, üst düzey bilişsel becerilerin desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Araştırma sonuçları, dijital farkındalık düzeyinin genel olarak yüksek olmasına rağmen, bu farkındalığın davranışsal boyutta aynı düzeyde yansımadığını ortaya koymuştur. Katılımcıların büyük bir kısmının dijital ortamlarda etik ve güvenlik kurallarının farkında olduklarını belirtmelerine karşın, bu kuralları günlük dijital kullanım pratiklerinde düzenli olarak uygulamadıklarını ifade etmeleri, dijital farkındalık ile dijital davranışlar arasında bir farklılaşma bulunduğuna işaret etmektedir. Benzer biçimde, öğrencilerin dijital teknolojilerin öğrenme ve toplumsal farkındalık oluşturmadaki rolünü olumlu değerlendirmelerine rağmen, önemli bir bölümünün dijital ortamlarda yanlış bilgi ve manipülatif içeriklerle karşılaşması dikkat çekici bir bulgu olarak öne çıkmaktadır.

Demografik değişkenler açısından elde edilen sonuçlar, yaş ve gelir düzeyinin dijital farkındalık üzerinde belirleyici olmadığını; buna karşın eğitim alanının hem dijital farkındalık hem de e-sağlık okuryazarlığı açısından anlamlı bir farklılık yarattığını göstermektedir. Sağlıkla ilgili programlarda öğrenim gören öğrencilerin dijital farkındalık düzeylerinin daha yüksek olması, alanla ilişkili eğitim içeriğinin bu becerilerin gelişiminde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca internet kullanım süresi ile e-sağlık okuryazarlığı arasındaki pozitif ve anlamlı ilişki, dijital ortamlarla etkileşim yoğunluğunun sağlıkla ilgili dijital yeterliklerle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak, e-sağlık okuryazarlığı ile dijital farkındalık arasında saptanan pozitif ilişki ve özellikle bilgiye erişim becerisi ile bilişsel farkındalık arasındaki güçlü ilişki, dijital farkındalığın e-sağlık okuryazarlığının önemli bir bileşeni olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, üniversite öğrencilerine yönelik dijital sağlık okuryazarlığını geliştirmeye yönelik müdahalelerin, yalnızca teknik becerilere değil; eleştirel değerlendirme, bilgi doğrulama ve dijital etik farkındalık boyutlarına da odaklanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Choon, W. L. (2025). Shaping digital competence: The role of attitude, awareness, and personality in university students. *The International Journal of Learning in Higher Education, 32*(2), 123–136. https://doi.org/10.18848/2327-7955/CGP/v32i02/123-136

Jarva, E., Oikarinen, A., Andersson, J., Tomietto, M., Kääriäinen, M., & Mikkonen, K. (2023). Healthcare professionals' digital health competence and its core factors: Development and psychometric testing of two instruments. *International Journal of Medical Informatics, 171*, 104995. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.104995

Jimenez, G., Spinazze, P., Matchar, D., van der Koh Choon Huat, G., Chavannes, N. H., et al. (2020). Digital health competencies for primary healthcare professionals: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics, 143*, 104260. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104260

Małkowska, A., Urbaniec, M., & Kosała, M. (2021). The impact of digital transformation on European countries: Insights from a comparative analysis. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy, 16*(2), 325–355.

Mor-Anavy, S., Lev-Ari, S., & Levin-Zamir, D. (2021). Health literacy, primary care health care providers, and communication. *Health Literacy Research and Practice, 5*(3), e194–e200. https://doi.org/10.3928/24748307-20210529-01

Norman, C. D., & Skinner, H. A. (2006). eHEALS: The eHealth literacy scale. *Journal of Medical Internet Research, 8*(4), e27. https://doi.org/10.2196/jmir.8.4.e27

Pînzaru, F., Zbuchea, A., & Viţelar, A. (2019). Digital transformation trends reshaping companies. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*.

Udovita, P. (2020). Conceptual review on dimensions of digital transformation in modern era. *International Journal of Scientific and Research Publications, 10*(2), 520–529.

Umah, E. C., Imron, A., Hadi, S., & Praherdhiono, H. (2023). Madrasah principal digital leadership innovation in digital learning transformation. *Revista de Gestão Social e Ambiental, 17*(3), 1–16.

Uyar, F., Aka, N., & Koç, O. (2025). Sağlık okuryazarlığından dijital sağlık okuryazarlığına: Tıbbi sekreterlik eğitiminin evrimi. In *Yapay Zeka ve Bilgi Yönetimi: Sağlık, Eğitim ve Toplum İçin Yenilikçi Uygulamalar* (s. 29).

Van Dijk, J., & Hacker, K. (2003). The digital divide as a complex and dynamic phenomenon. *The Information Society, 19*(4), 315–326.

Warschauer, M. (2004). *Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide*. MIT Press.

World Health Organization. (2022). *Health literacy development for the prevention and control of noncommunicable diseases: Volume 2. A globally relevant perspective*. World Health Organization.

Yusefi, A., Ebrahim, Z., Bastani, P., Najibi, M., Radinmanesh, M., & Mehrtak, M. (2019). Health literacy status and its relationship with quality of life among nurses in teaching hospitals of Shiraz University of Medical Sciences. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research, 24*(1), 73–79. https://doi.org/10.4103/ijnmr.IJNMR_205_17

https://doi.org/10.71284/asc.2025251

SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI EKSENİNDE KÜRESEL KALKINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİN GELECEĞİ

GLOBAL DEVELOPMENT AND THE FUTURE OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE RESOURCE USE

Sinan Şentürk[1]
Serpil Ağcakaya[2]

Özet

21. yüzyıl itibarıyla ortaya çıkan finansal krizler, iklim değişikliği ve pandemiler, ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan tüm dünyayı etkileyen evrensel sorunlar olarak insanlığın refahını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerin yaşam koşullarını iyileştirmeye odaklanan geleneksel uluslararası kalkınma anlayışı yerine; yoksulluk, sağlık, iklim değişikliği gibi birbirine bağlı küresel ihtiyaçları hedefleyen bütüncül bir küresel kalkınma anlayışı önem kazanmaktadır. Tüm ülkelerin refah düzeylerinin olumlu dönüşümünü ve küresel yönetişimi öncelikli kılan sürdürülebilir kalkınma amaçları, insan refahı, sürdürülebilir ekonomik faaliyetler, ekosistem yönetimi ve küresel iş birliğine bütüncül bir kalkınma vizyonu sunmaktadır. Dolayısıyla mevcut ve gelecek nesillerin yaşamsal faydasının artırılması büyük ölçüde biyoçeşitliliğin korunması, sorumlu üretim ve tüketimin sağlanması, fırsat eşitsizliklerinin giderilmesi ve küresel ortak eylemin hayata geçirilmesini mümkün kılan sürdürülebilir kaynak kullanımı ile sağlanabilir. Çalışmada, günümüz itibarıyla küresel düzeyde Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini gerçekleştirmede en yüksek başarıya sahip beş ülkenin (Finlandiya, İsveç, Danimarka, Almanya ve Fransa) 2015-2022 yılları arasındaki kişi başına Ekolojik Ayak İzleri ile 2015-2025 yılları arasındaki Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi puan ve sıralamaları incelenmiştir. Buna göre, günümüz itibarıyla 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ne ulaşmada en yüksek performansı gösteren beş ülkenin kişi başına düşen Ekolojik Ayak İzi toplamı 237.8 küresel hektar (gha) olarak hesaplanmıştır. Türkçe literatürde, sürdürülebilir kaynak kullanımının doğrudan küresel kalkınma üzerindeki etkisini analiz eden bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile sürdürülebilir kaynak kullanımı ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ilişkisini inceleyen diğer çalışmalara temel bir referans sağlanması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Küresel kalkınma, sürdürülebilir kalkınma hedefleri, sürdürülebilir kaynak kullanımı, ekolojik ayak izi

[1]Süleyman Demirel Üniversitesi, senturkk.sinan@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2305-0356

[2]Süleyman Demirel Üniversitesi, serpilagcakaya@sdu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-6107-8205

Abstract

Since the beginning of the 21st century, financial crises, climate change, and pandemics have emerged as universal challenges that adversely affect human well-being from economic, environmental, and social perspectives. Therefore, instead of the traditional international development approach, which focuses on improving living conditions in developing countries, a holistic concept of global development has gained importance by addressing interconnected global needs such as poverty, health, and climate change. Sustainable Development Goals (SDGs), which prioritize the positive transformation of welfare levels in all countries and strengthen global governance, offer an integrated vision of development that encompasses human well-being, sustainable economic activities, ecosystem management, and international cooperation. Accordingly, enhancing the well-being of present and future generations largely depends on sustainable resource use, which enables biodiversity conservation, responsible production and consumption, reduction of inequalities, and the realization of collective global action. This study examines the per capita Ecological Footprints of the five countries that currently demonstrate the highest performance in achieving the SDGs (Finland, Sweden, Denmark, Germany, and France) during the period 2015–2022, as well as their SDG Index scores and rankings between 2015 and 2025. The findings reveal that, as of today, the total per capita Ecological Footprint of these five leading countries amounts to 237.8 global hectares (gha). To date, there has been no study in the Turkish literature that directly analyzes the impact of sustainable resource use on global development. This study, therefore, aims to provide a foundational reference for future research on the relationship between sustainable resource use and the Sustainable Development Goals.

Keywords: Global development, sustainable development goals, sustainable resource use, ecological footprint

GİRİŞ

21. yüzyıl itibarıyla derinleşen ekonomik, çevresel ve sosyal risklerin bir yansıması olarak, 2008-2009 küresel mali krizini COVİD-19 salgını ve giderek ağırlaşan iklim krizi izlemiş; bu durum devletleri ve toplumları sorunları bütüncül bir bakış açısıyla ele almaya yöneltmiştir (OECD, 2021: 10). Ayrıca Rusya-Ukrayna arasındaki savaştan dolayı 2022 yılında gıda, emtia ve enerji fiyatları artarak küresel düzeyde enflasyon artışı yaşanmış ve küresel ticaret engelleri ile belirsiz politik ortamın yaygın etkileri nedeniyle küresel büyüme, bir önceki yıla göre 2023 yılında %2,8 gerilemiştir (Ozili, 2024: 36; The World Bank, 2025: 3-4). Özellikle gelişmiş ülkelerde zenginlerin oranı arttıkça ve kurumlara olan güven azaldıkça orta sınıfın refahı azalmakla birlikte gelişmemiş ülkelerde ise çatışmaların ve ekonomik kırılganlıkların getirdiği yoksulluk ile kalıcı eşitsizlikler nedeniyle oluşan toplumsal gerilimler söz konusu olmaktadır (OECD, 2018: 13). Bunun yanı sıra, her yıl 6 milyar hektarlık ekilebilir alanın çöle dönmesi ve 11 milyondan fazla ormanın yok olması, dünyadaki ekosistemi kökten değiştirerek canlı yaşamını tehdit eden tehlikeleri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle insan faaliyetlerinin ekosisteme katkı sağlayacak şekilde tasarlanması hem insanlığın ekonomik çıkarları için hem de canlılığın devamı için önem kazanmaktadır (UN, 2009: 11-12).

Günümüzde artan küresel sağlık ve iklim değişikliği sorunları, küresel yoksulluk ve eşitsizlik, kıtlıkla birlikte artan gıda fiyatları ve çatışmalarla birlikte savaşlar nedeniyle kalkınmayı anlayışı; yardımlar yoluyla gelişmemiş ülkelerin sorunlarını çözmeye odaklanan geleneksel uluslararası kalkınma anlayışı yerine kolektif bir kalkınma anlayışına dönüşmeye başlamıştır. Bu nokta küresel kalkınma anlayışı, tüm ülkelerin dönüşüp iş birliği yaptığı daha adil ve sürdürülebilir bir dünyada ekonomik, sosyal, politik değişim süreçlerini inceleyen ve daha spesifik olarak küresel yoksulluk, çevresel kaygılar vb. temel kalkınma sorunlarına sürdürülebilir çözümler getirmeyi önceliklerinden bir kalkınma anlayışıdır (Sage, 2022: 3-4; Oldekop vd., 2020: 2).

2015 yılına gelindiğinde ise Birleşmiş Milletler (BM) nezdinde, küresel kalkınma anlayışı baz alınarak çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe odaklanan 2030 Gündemi belirlenmiş ve 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (yoksulluğa son, erişilebilir ve temiz enerji, sorumlu üretim ve tüketim vb.) belirlenmiştir (Schröder, 2020: 2-9). Bu bağlamda, sınırlı olan doğal kaynak girdilerinin azaltılması; üretim sürecinde kullanılan ürün ve malzemelerin geri dönüştürülerek ekonomik sistem içinde uzun süre dolaşımda tutulması ve tedarik zinciri boyunca muhafaza edilebilmesi (UN, 2023: 1; Schröder, 2020: 2) gibi uygulamalar, sürdürülebilir kaynak kullanımına vurgu yaparak küresel kalkınmanın gerçekleştirilmesindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır.

Çalışmada ilk olarak, sürdürülebilir kaynak kullanımının teorik çerçevesi kapsamında kavramsal açıklamalara ve kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılmasını sağlayan döngüsel ekonomi modeline odaklanılmıştır. İkinci olarak, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve küresel kalkınma ile ilişkilendirilen ‘‘Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi’’ kapsamında belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi üzerinde durulmuş ve bu hedefler tek tek açıklanmıştır. Son olarak ise 2025 yılı itibarıyla söz konusu hedeflerin gerçekleştirmesinde en yüksek başarıyı gösteren beş ülke (Finlandiya, İsveç, Danimarka, Almanya ve Fransa) sıralanmış; bu ülkelerin 2015-2025 yılları arasındaki başarı puanları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ardından, aynı ülkelerin 2015-2022 yılları arasındaki kişi başına düşen ekolojik ayak izi (gha) değerleri ortalama ve toplam bazda belirtilerek sürdürülebilir kaynak kullanımı açısından durumları incelenmiştir.

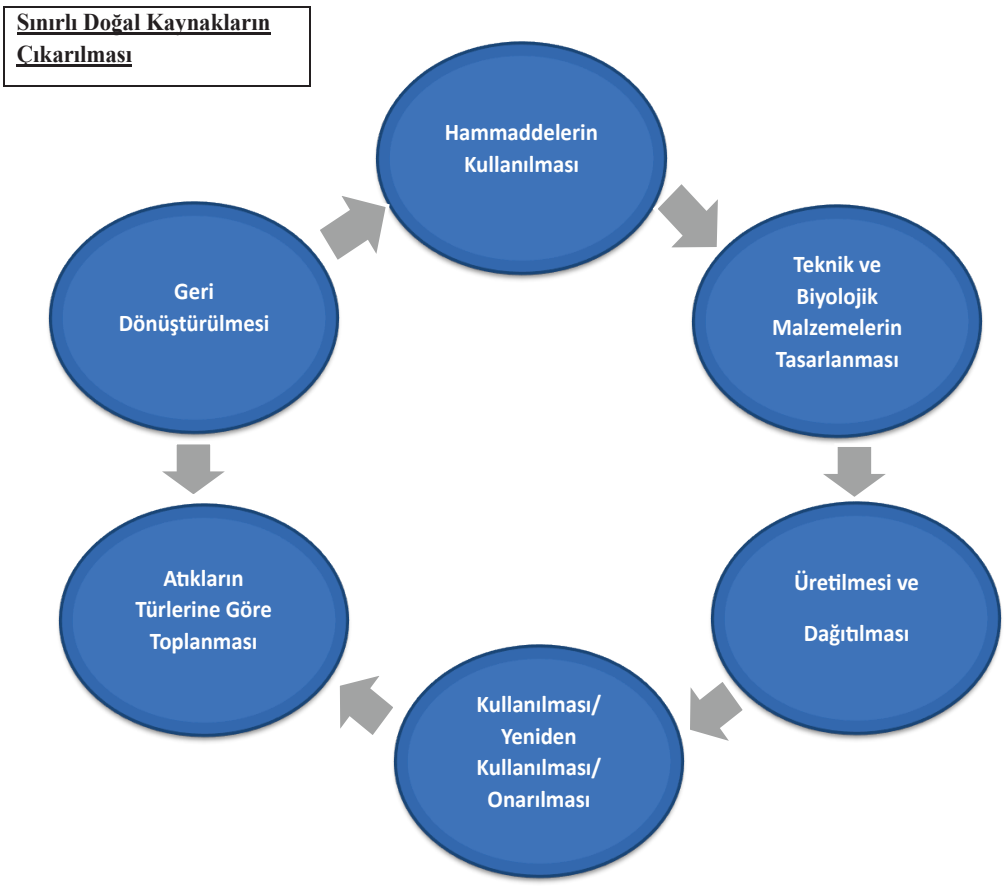
1. SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI KAVRAMI

Sürdürülebilir kaynak kullanımı; küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için doğal kaynakların, mevcut ihtiyaçları gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak kaynak bulunabilirliğini tehlikeye atmadan karşılayabilmek için dengeli bir biçimde kullanılmasını ifade eder (UNECE, Erişim Tarihi: 16.10.2025; Priya, 2024: 48). Özellikle sürdürülebilir kaynak kullanımının, sınırlı doğal kaynakları ve ürünler ile malzemeleri atıklar haline gelmeden yeniden kullanmak, geri dönüştürmek ve yenilenebilir kaynaklara öncelik vermek gibi ilkeleri olmasının yanı sıra çevreyi koruma ve nüfusun yaşam standartlarını iyileştirme amacı taşıyan bir yönü vardır (Priya, 2024: 47; Popović ve Radivojević, 2022: 45). Bugünün kullanılan ürün ve malzemeleri geri dönüştürme işlemine tabii olacağı için atık ve kirlilik ortadan kaldırılarak ekosistemin dengesi korunabilecektir. Doğal kaynakların ve ürünler ile malzemelerin kullanım ömürlerinin yeniden kullanım, onarım, geri dönüşüm ve yeniden üretim faaliyetleriyle uzaması sağlanarak atıl emek ve üretim maliyetlerinden tasarruf sağlanabilecektir. Aynı zamanda, biyoçeşitliliği iyileştirici faaliyetlerle ekosistemlerin bozulmasını önlenmenin yanında doğal sistemler de yenilenecektir (MacArthur Foundation, 2019: 7). Üretimde kullanılacak girdi maliyetlerindeki azalmalar nedeniyle rekabet gücü artarak ek istihdam talebi oluşabilecek ve inovatif yatırımların, robotların kullanımını kapsayan modernize edilmiş süreçleri desteklemesiyle işgücü verimliliği de artabilecektir (Ekren, 2022: 109; Horbach ve Rammer, 2019: 5). Bu bağlamda, sürdürülebilir kaynak kullanımı, küresel ölçekte çevresel, ekonomik ve sosyal iyileşmenin sürekliliğini güvence altına alıp sağlayan temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

1.1. Sürdürülebilir Kaynak Kullanımı Uygulama Modeli

Doğal kaynakların elde edilmesi için başvurulan madencilik faaliyetlerinden başlayarak üretim, dağıtım, tüketim ve nihayetinde atık aşamasının ardından çöp haline gelen ürün ve malzemeler; üretim sürecinin en başından itibaren tasarlanarak, onarılarak ve geri dönüşümle tekrar tekrar kullanılarak (Kouhihabibi, 2022: 229; UNIDO, 2017: 3) sürdürülebilir hale getirilebilir. Sınırlı doğal kaynakların çıkarılmasından başlayarak başı ve sonu belli olan doğrusal bir süreç sonucunda bertarafına kadar uzanan doğrusal ekonomi modeli yerine doğal kaynakların uzun ömürlü ürünler olacak şeklinde tasarlandığı, onarılarak kullanıldığı ve çevre dostu olarak geri dönüştürüldüğü döngüsel ekonomi modeli (Kouhihabibi, 2022: 231) önem kazanmaktadır. Her türlü ürün ve malzemenin tüketim ve enerji kaynağı olarak mümkün olduğu kadar uzun kullanıldığı ve yeni malzemenin eski ürünlerden karşılandığı bu ekonomi uygulama modelinde amaçlanan atıkları en aza indirip daha fazla değer oluşturmaktır (UNIDO, 2017: 3; EP, 2023: 1).

Şekil 1. Döngüsel Ekonomi Modeli



Kaynak: EEA, 2017: 8 ve EP, 2023: 3 verileri kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

Şekil 1'de, sürdürülebilir kaynak kullanımı uygulama modeli olarak tedarik zinciri aşamalarındaki işleyişi bakımından döngüsel ekonomi modeli gösterilmektedir. Sınırlı doğal kaynakların çıkarılıp hammaddelere dönüştürülmesiyle döngüsel ekonominin ilk aşaması gerçekleşmiş olur. Hammaddelerin sanayi işlemleriyle malzemelere dönüştürülerek ve teknik/biyolojik bakımdan ayrılarak yeniden dönüştürülebilir olarak tasarlanmasıyla üretim ve dağıtım sürecine geçilir. Ardından nihai tüketiciye ulaşan ürünler, kullanım ömürleri gözetilerek kullanılır, yeniden kullanılır veya onarılır. Döngüsel ekonomi modelinin tamamlanan beş aşamasıyla birlikte ortaya çıkan atıklar türlerine göre ayrıştırılarak toplanır ve ayrıştırılan ürünlerin ya aynı hammadde ya da farklı bir formda geri dönüştürülmesiyle altıncı ve yedinci aşamalar da tamamlanmış olur. Nihayetinde tüm bu süreç kapalı devre bir sistemde işleyerek aynı proseslerde dolaşımda kalacaktır.

Bir malzemenin çevreye olumlu ya da olumsuz etkilerinin %80'inden fazlasının teknik veya biyolojik olarak ayrıldıktan sonra gerçekleştirilen tasarım aşamasında ortaya çıktığı düşünüldüğünde, malzemelerin geri dönüştürülmesini esas döngüsel ekonomi modeli, doğal kaynakların korunmasını sağlayarak çevre üzerinde olumlu etkiler oluşturacaktır. Doğal kaynakların çıkarılması kontrol altına alınacağı ve çevre dostu sürdürülebilir ürünler tasarlanacağı için hem atık miktarında bir azalma olacak hem de toplam yıllık sera gazı emisyonları azalacaktır. Ayrıca yeni ürünlerin üretiminden kaynaklanan ekosistem tahribatını azaltarak iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına da katkı sağlayacaktır (EP, 2023: 4; Heinrich-Böll-Stiftung, 2024).

Hammaddelerin geri dönüştürülmesi, malzeme ve kaynakların verimli kullanımı ve ürün bileşenlerinin onarılması hem fiyatlardaki oynaklığı azaltacak hem de ürün/malzeme bulunabilirliğini artırdığı için üretim maliyetleri düşecektir (EP, 2023: 4; Heinrich-Böll-Stiftung, 2024; WEF, 2023). Ayrıca, ürün ve

bileşenlerinin geri kazanılması ile onarım, yeniden dağıtım ve yenileme hizmetleriyle tekrarlayan gelir kaynakları oluşturacak ve kullanılabilir atıkların da ekonomik varlıklar olarak değerlendirilmesini sağlayacaktır (WEF, 2023).

Malzemelerin sürdürülebilir kaynak kullanımına göre tasarlanması ve tüketicilerin yaşam standartlarını yükseltecek ve uzun vadede tasarruf sağlayacak şekilde üretilmesi nedeniyle ekonominin farklı sektörlerinde inovasyonu teşvik ederek istihdam oluşturacaktır (EP, 2023: 5). Ayrıca ürün sağlayıcıları, satış sonrasında ürünün bakımı, onarımı, dayanıklılığı ve yükseltilmesi için iş ekosistemi içerisinde müşterilerle sürekli diyalog halinde olup yerel geri dönüşümü teşvik ederler. Bu bağlamda, paylaşım ekonomisi içinde yerel müşterilerin tüketim kalıpları analiz edilebilecek ve yerel ekonomik kalkınmayla birlikte sosyal uyum gelişebilecektir (WEF, 2023; Heinrich-Böll-Stiftung, 2024).

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI VE KÜRESEL KALKINMA İLİŞKİSİ

Günümüz itibarıyla, salt ekonominin geliştirilmesi ana başlığı altında sektörel üretkenlik ile arzu edilen tüketimdeki olumlu değişime odaklanan geleneksel uluslararası kalkınma anlayışı yerine dünya üzerindeki tüm insanlar için bir gelecek sağlama ve toplumun çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan geliştirilmesine odaklanan küresel kalkınma anlayışı önem kazanmaya başlamıştır. Aynı zamanda küresel kalkınma anlayışı, bugünün ve gelecek neslin insanlarının gelecekle ilgili belirsizlikler ve yoksulluktan uzak, artan yaşam beklentisi ve fırsat eşitliğine sahip, doğanın korunup doğal kaynakların sorumlu kullanıldığı ve küresel iş birliğinin sağlandığı bir dünyada yaşaması gerektiğine vurgu yapmaktadır (Kates, Parris ve Leiserowitz, 2005: 11; UNDP, 2012: 2).

1987 yılında Brundtland Raporu ile gelecek nesillerin ihtiyaçlarını optimal şekilde karşılayabilme imkanından ödün vermeden bugünkü neslin ihtiyaçlarını eksiksiz karşılamak olarak ifade edilen sürdürülebilir kalkınma kavramı, küresel kalkınma çerçevesinde tanımlanarak insan, gezegen ve ekonomik kazanç arasındaki dengeye vurgu yapmaktadır (UNDP, 2012: 2; Wardrop, 2023: 1). Özellikle bu denge fırsat eşitliği gereken ve yoksul insanların ihtiyaçlarını karşılamak ile insanların ihtiyaçları için kullandığı doğal kaynakların sınırlı olduğu gerçeğini kabul etmek arasında kurulmalıdır. Gıdaya, sağlık hizmetlerine ve yüksek tüketim düzeyi imkanına sahip olan yaşam standartları yüksek kesimle gıdaya, sağlık hizmetlerine, yakıta ve güvenli su-sanitasyon vb. gibi temel kaynaklara erişimi olmayan topluluklar arasında eşitlik sağlanmalıdır. Bu eşitliğin sağlanmasının kilit noktası ise gezegendeki doğal çevrenin korunmasıdır. Bu bağlamda, çevresel eylemlerin birçoğu ekosistemlerden elde edebileceğimiz kaynakların veya ekosistemlerin atıklar ile kirliliği emme kapasitesinin sınırlı olduğu gerçeği üzerine şekillenmektedir. Ayrıca, ekosistemlerin ekonomik faaliyetler sürdürülürken bozulmadan işlevini tüm insanlığa fayda sağlayacak şekilde devam ettirebilmesi de temel amaç olarak karşımıza çıkmaktadır (Wardrop, 2023: 1-2).

25 Eylül 2015 tarihinde Birleşmiş Milletler Üye Devletleri hem bugünkü hem de gelecekteki nesil ve gezegen için barış ve refah kapsamında eşitsizliklerle mücadele etmek, iklim değişikliğinin etkilerini en aza indirmek ve her türlü yoksulluğu sona erdirmek için ortak bir plan olarak ‘‘Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi’ni’’ kabul etmişlerdir. Planın temelini, tüm ülkelerin küresel bir ortaklık içerisinde ve 2030 yılına kadar gerçekleştirmesi beklenen acil eylem çağrısı niteliğindeki 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SDG) oluşturmaktadır (UN, Erişim Tarihi: 26.10.2025; UN, 2023: 3).

Tablo 1. Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi'nin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SDG) ve Açıklamaları

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SDG)	Açıklama
1. Yoksulluğa Son	Her yerde yoksulluğun her türlüsüne son vermek.
2. Açlığa Son	Açlığa son vermek, gıda güvenliği ile iyi beslenmeyi sağlamak ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmek.
3. Sağlık ve Kaliteli Yaşam	Her yaştan herkesin sağlıklı yaşamasını sağlamak ve refahı teşvik etmek.
4. Nitelikli Eğitim	Kapsayıcı ve eşit kaliteli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmek.
5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği	Cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kızları güçlendirmek.
6. Temiz Su ve Sanitasyon	Herkes için su ile sanitasyonun bulunabilirliğini ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak.
7. Erişilebilir ve Temiz Enerji	Herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye ulaşımı sağlamak.
8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	Herkes için kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve insana yakışır işleri teşvik etmek.
9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı	Dayanıklı bir altyapı inşa etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir sanayiyi teşvik etmek ve inovasyonu desteklemek.
10. Eşitsizliklerin Azaltılması	Ülke içinde ve ülkelerarasında eşitsizliği azaltmak
11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirmek.
12. Sorumlu Üretim ve Tüketim	Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarını sağlamak.
13. İklim Eylemi	İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acilen harekete geçmek.
14. Sudaki Yaşam	Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir şekilde kullanmak.
15. Karasal Yaşam	Karasal ekosistemleri korumak, ormanları sürdürülebilir şekilde yönetmek ve biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmak.
16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumları teşvik etmek, herkes için adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, şeffaf ve kapsayıcı kurumlar inşa etmek.
17. Amaçlar için Ortaklıklar	Sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığın uygulama araçlarını güçlendirmek ve canlandırmak.

Kaynak: Castillo, 2020: 1-18'den alınan bilgiler tarafımızca tablo formatında sunulmuştur.

Tablo 1'de, gezegenimizin biyosferini oluşturan tüm ekosistemlerin; doğal kaynakların sınırlılığı ve yaşanabilir refah artışı dikkate alınarak çevresel, ekonomik, sosyal ve küresel yönetişim boyutlarında sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik olarak 2030 Gündemi kapsamında belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi gösterilmiştir. Bu hedefler, bugünkü ve gelecek neslin daha sürdürülebilir bir dünyada sadece hayatlarını idame ettirebilecekleri gelirlere sahip olmalarının ötesinde fiziksel, ruhsal ve sosyal ihtiyaçlarını tam olarak karşılayan, dünya ekosisteminde yaşamı destekleyen toprak, hava, su gibi hayati kaynaklardan en yüksek faydayı sağlayacakları şekilde yararlanan, doğal kaynakların bilinçli kullanımı ile erişilebilecek refah artışından faydalanan ve küresel düzeyde güçlü bir iş birliğiyle kalkınmanın temel aktörleri haline gelen topluluklar olmasını hedeflemektedir.

Canlı yaşamıyla birlikte canlılığa yardımcı olan biyokütle, metal cevherler, metalik olmayan mineraller ve enerji sağlayıcıları da içine alan biyosferin korunması tüm insanlığı olumlu olarak doğrudan etkileyecektir.

Özellikle sürdürülebilir kaynak kullanımı, küresel düzeyde birincil politikalardan biri olarak uygulandığı takdirde doğal kaynak israfı önlenerek ve malzeme/ürünlerin ömrü uzatılarak maliyet tasarrufu sağlanacak; inovatif ürün ile hizmet ağının genişlemesiyle birlikte gelir akışı sağlanarak istihdam alanları oluşturulacak; çevre dostu üretim ve tüketim kalıplarıyla çevresel bozulma en aza indirilecek ve döngüsel ekonomi modelinin gerekli kıldığı iş birliğiyle ortak amaçlar için çalışılabilecektir. Kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanıldığı bir dünya da çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar küresel kalkınmayı sağlayarak 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ne ulaşmaya yardım edecektir.

Tablo 2. Küresel Düzeyde Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi: Puan ve Sıralama (2015-2025)

Sıralama*	Yıllar Ülkeler	2015	2019	2020	2022	2023	2025
1.	Finlandiya	86.34	86.40	86.87	87.00	87.10	87.02
2.	İsveç	85.63	85.75	86.05	85.89	86.06	85.74
3.	Danimarka	84.60	84.66	85.01	85.03	85.25	85.26
4.	Almanya	82.45	82.98	83.39	83.54	83.56	83.67
5.	Fransa	81.35	82.79	83.25	83.19	83.22	83.14

Kaynak: Sustainable Development Report Dashboards, Erişim Tarihi: 29.10.2025 ve Sachs vd., 2025a verileri kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

*Sıralamalar, 2025 yılı baz alınarak oluşturulmuştur.

*Ülkeler, 2025 yılı genel puanlarına göre sıralanmışlardır. Genel puan, 2030 Gündemi'ne göre belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ni gerçekleştirme yolundaki toplam ilerlemeyi ölçer. Puanlar, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin başarı yüzdesi olarak değerlendirilebilir. 100 puan, 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ne de ulaşıldığını gösterir.

Tablo 2'de, 2025 yılı itibarıyla 2030 Gündemi kapsamında belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'nin gerçekleştirilmesinde en başarılı beş ülkenin 2015-2025 yılları arasındaki ilerlemeleri gösterilmektedir. 2025 yılına ait başarı sıralaması, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin kabul edildiği yıl olan 2015 yılından günümüze kadar olan süreçte değişmemiş ve en başarılı beş ülke çevresel, ekonomik ve sosyal faydaları attırarak küresel kalkınmayı sağlayacak hedefler doğrultusundaki ilerleme oranlarını daha da geliştirmişlerdir. 2025 yılı itibarıyla ilk sırada yer alan Finlandiya'nın 2015-2023 yılları arasındaki başarı yüzdeleri, bir önceki döneme göre 0,06; 0,47; 0,13; 0,10 yüzde puan olarak artmış ve beşinci sırada yer alan Fransa'da ise 1,44 ve 0,46 yüzde puanlık artışın ardından 0,06'lık bir azalma yaşanmış, ancak bir yıl sonra 0,03 oranında bir artış meydana gelmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü sıralarda yer alan İsveç, Danimarka ve Almanya'da ise 2015-2023 yılları arasındaki Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri başarı yüzdeleri %80'in üzerinde gerçekleşmiştir. 2025 yılı itibarıyla bir önceki döneme göre, Danimarka ve Almanya harici diğer ülkelerde başarı yüzdeleri azalış gösterse de toplamda çok az bir oranda (0,16) gerileme yaşanmıştır.

Tablo 3. 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ne Ulaşmada En Yüksek Performansı Gösteren Beş Ülkenin Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi Değerleri (gha) (2015-2022)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Toplam
Finlandiya	5.8	6.1	6.1	6.4	5.4	5.5	5.9	6.4	47.6
İsveç	6.1	6.2	6.3	6.2	6.4	5.5	5.9	6.1	48.7
Danimarka	8.2	7.8	8.0	7.6	7.9	7.5	7.1	7.5	61.6
Almanya	5.2	5.1	5.1	5.0	4.8	4.4	4.6	4.6	38.8
Fransa	5.4	5.0	5.5	5.1	5.2	4.6	5.2	5.1	41.1
									237.8 gha*

Kaynak: Global Footprint Network, 2025 verileri kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

gha: Küresel hektar

Tablo 3'te, günümüz itibarıyla 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ni gerçekleştirmede en yüksek başarıya sahip beş ülkenin (Finlandiya, İsveç, Danimarka, Almanya ve Fransa) 2015-2022 yılları arasındaki kişi başına düşen ekolojik ayak izi değerleri yani kişi başına doğal kaynak kullanımları küresel hektar (gha) cinsinden gösterilmektedir. 2015-2022 yılları arasında en yüksek başarı puanına sahip Finlandiya'nın kişi başına düşen ekolojik ayak izi değeri ortalama 5.9 gha ile toplamda 47.6 gha olarak gerçekleşmiş. En düşük başarı puanına sahip Fransa'nın kişi başına düşen ekolojik ayak izi değeri ortalama 5.1 gha ile toplamda 41.1 gha olarak gerçekleşmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü sıralardaki İsveç, Danimarka ve Almanya'nın ise kişi başına düşen ekolojik ayak izi değerleri sırasıyla ortalama 6.0; 7.7; 4.8 gha ile toplamda 48.7; 61.6; 38.8 gha olarak gerçekleşmiştir. Küresel kalkınma hedeflerini gerçekleştirmede en başarılı beş ülke arasından kişi başına düşen ekolojik ayak izi değeri en düşük ülke dördüncü sıradaki Almanya olmak üzere beş ülkenin toplam değeri 237.8 gha olarak belirlenmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Arjantin, Brezilya ve Tayland'ın 2015-2022 yılları arasındaki kişi başına düşen ekolojik ayak izi ortalama ve toplam değerlerine baktığımızda, sırasıyla 3.3; 2.5; 2.2 gha ile 26.6; 20.5; 18.0 gha (Global Footprint Network, 2025) değerlerini görmekteyiz. Gelişmekte olan ülke değerlerin Tablo 3'de gösterilen gelişmiş ülke değerlerinin altında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve uygulama modeli olan döngüsel ekonominin doğrudan düşük ekolojik ayak izi değerleriyle bağlantılı olmadığını göstermektedir. 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ni gerçekleştirmede en başarılı beş ülkenin (Finlandiya, İsveç, Danimarka, Almanya ve Fransa) kişi başına düşen ekolojik ayak izi değerleri gelişmiş ekonomik faaliyetleri nedeniyle yüksek seyretmektedir.

17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi kapsamında Finlandiya'da 2021 yılı itibarıyla geri dönüştürülmeyen katı belediye atıkları yalnızca kişi başına günlük 1,1 kg, 2022 yılı itibarıyla temiz yakıtlara erişimi olan nüfus oranı %100, iyileştirilmiş su kaynağına erişebilen kentsel nüfus %100 ve 2024 itibarıyla ithalat yoluyla elde edilen sera gazı emisyonları değeri de kişi başına sadece 7,4 ton CO_2 eşdeğerindedir (Sachs vd., 2025b: 183). Kalkınma hedeflerini gerçekleştirmedeki başarı sıralamasında beşinci sırada yer alan Fransa'da 2022 yılı itibarıyla toplanmayan elektronik atık kişi başına 9,1 kg ve 2023 yılı itibarıyla elektrik üretimi için kullanılan yakıtlardan kaynaklanan CO2 emisyonu ise elektrik üretimi başına yalnızca 0,5 megaton CO_2 kadardır (Sachs vd., 2025b: 185). İkinci, üçüncü ve dördüncü sıralarda yer alan İsveç, Danimarka ve Almanya'nın ise sırasıyla 2024 yılı ithalat yoluyla elde edilen sera gazı emisyonları değeri kişi başına 7,3 ton CO_2 eşdeğerinde, plastik atık ihracatı kişi başına 13,6 kg ve kişi başına fosil yakıt ihracatına gömülü CO_2 emisyonu 0,2 ton gerçekleşmiştir (Sachs vd., 2025b: 157-397). Söz konusu veriler, küresel kalkınma hedeflerini gerçekleştirme açısından en başarılı beş ülkenin, kişi başına düşen ekolojik ayak izi ortalama ve toplam değerleri gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha yüksek olmasına rağmen, gelişmiş ekonomik yapıları içinde kaynakları sürdürülebilir biçimde kullandıklarını ve uygulama modeli olarak döngüsel ekonomiyi istikrarlı bir şekilde benimsediklerini göstermektedir.

SONUÇ

Günümüz dünyasında yoğunlaşarak devam eden çevresel, ekonomik ve sosyal etkileşimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan uluslararası bütünleşme, 21. yüzyıl ile birlikte etki alanını genişleten finansal krizler, çevresel sorunlar ve sosyal bozulmaların etkisiyle küresel bir boyut kazanmıştır. Bu bağlamda, bütüncül bir bakış açısıyla karakterize edilmesi gereken küresel problemlerin belirli bir ülke grubu ya da topluluğu etkilemesinin ötesinde ele alınması gerekliliği ortaya çıkmış ve mevcut ile gelecek nesillerin refahını birlikte artırmayı hedefleyen küresel kalkınma anlayışı, geleneksel uluslararası kalkınma anlayışının yerini almıştır.

Mevcut insanlığın artan çevresel, ekonomik ve sosyal ihtiyaçları karşısında dünya ekosisteminde bulunan doğal kaynakların sınırlılığı; bugünkü neslin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin faydasında bir azalmaya yol açmamak gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, 2015 yılında kabul edilen ‘‘Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi’’ kapsamında, çevresel sürdürülebilirlik, sosyal refah ve eşitlik, ekonomik gelişme ve yenilik ile küresel düzeyde iş birliğini amaçlayan 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi belirlenmiştir. Sorumlu üretim ve tüketimin sağlanması, erişilebilir ve temiz enerjinin hayata geçirilmesi, sanayi, yenilikçilik ve altyapının güçlendirilmesi, ulusal ve uluslararası düzeyde eşitsizliklerin azaltılması ve küresel yönetişimin hız kazanması gibi hedeflerin tümü; sınırlı doğal kaynakların kullanımın etkin bir şekilde yönetilmesi, yani sürdürülebilir hale getirilmesiyle gerçekleştirilebilecektir. Özellikle bu noktada, sürdürülebilir kaynak kullanımının uygulama modeli olan döngüsel ekonomi, doğal kaynakların ürün ve malzeme olarak tasarlanmış biçimleriyle kullanımı, yeniden kullanımı, onarımı veya farklı bir formda geri dönüştürülmesi yoluyla sürdürülebilir kullanımını sağlayan bir sistem olarak ön plana çıkmaktadır. Kaynak tüketimini ve atıkları en aza indirmeyi amaçlayan döngüsel ekonomi modeli, doğal kaynakların çıkarılmasının azaltılmasını ve malzeme tasarlarımı süreçlerini kapsayan aşamalarıyla; çevresel sorunların azaltılmasına, doğal kaynakların yaşam döngülerini uzatması yoluyla maliyet ve sürekli gelir akışı avantajı sağlamaya, inovatif yatırımları ve küresel ortaklığı teşvik eden yapısıyla ise istihdamın, küresel yönetişimin ve sosyal refahın artmasına katkıda bulunabilecektir.

2025 yılı itibarıyla, 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi’ni gerçekleştirme açısından toplam ilerleme olarak en çok başarı sağlayan beş ülke sırasıyla Finlandiya, İsveç, Danimarka, Almanya ve Fransa olmuştur. 2015-2025 yılları arasında bu ülkelerin hedefleri gerçekleştirme açısından başarı yüzdeleri ise %80 gibi yüksek bir oranın üzerinde seyretmiştir. Bu ülkelerin 2015-2022 yılları arasındaki kişi başına düşen doğal kaynak kullanımlarını küresel hektar (gha) cinsinden ifade eden kişi başına düşen ekolojik ayak izi değerleri ise ülkelerin hedefleri gerçekleştirme açısından yakaladıkları başarı sıralamasıyla paralel bir azalış göstermemiş ve kişi başına düşen en yüksek doğal kaynak kullanımı 61.6 gha ile üçüncü sıradaki Danimarka tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, aynı yıllar arasında gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Arjantin, Brezilya ve Tayland’ın kişi başına düşen ekolojik ayak izi ortalaması 21.7 gha ile düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi’ni gerçekleştirmede en yüksek başarıyı göstererek küresel kalkınmaya öncülük eden beş ülkenin, toplam üretim ve tüketim düzeylerinin büyüklüğü nedeniyle kişi başına düşen ekolojik ayak izi değerleri, gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha yüksek seyretmektedir. Ancak bu durum, söz konusu ülkelerde kaynak kullanımında sürdürülebilirliğin sağlanmadığı anlamına gelmemektedir. Aksine, bu ülkeler geri dönüşüm yoluyla kaynak verimliliğini artıran ve ürünler ile malzemelere uzun bir kullanım ömrü kazandıran döngüsel ekonomi uygulamaları sayesinde küresel kalkınmaya katkı sunmaktadır.

Küresel ölçekte çevresel, ekonomik, sosyal ve küresel iş birliği boyutlarıyla sürdürülebilir bir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için, ülkelerin ulusal kalkınma planlarını sürdürülebilir kaynak kullanımının temel uygulama modeli olan döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumlu hale getirmesi gerekmektedir. Ayrıca, sürdürülebilir kaynak kullanımının maliyet avantajı ve istihdam artırıcı etkisi dikkate alınarak, yeşil teknoloji yatırımları artırılmalı ve yenilikçi üretim süreçleri teşvik edilmelidir. Bunların yanı sıra, gelişmiş ülkeler, kişi başına düşen doğal kaynak kullanımları düşük seviyelerde seyreden gelişmekte olan ülkelerle, doğal kaynakların doğru biçimlerde yönetilmesi konusunda stratejileri paylaşmalı ve iş birliğini

güçlendirmelidir. Sonuç olarak, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve küresel kalkınma hedeflerinin arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi çevresel, ekonomik ve sosyal refahın da sürdürülebilir kılınması açısından önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, yukarıda sıralanan politika, ekonomik, toplumsal ve akademik düzeydeki öneriler, bütüncül bir küresel kalkınma anlayışının hayata geçirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Castillo, S. (2020). *The 2030 Agenda for Sustainable Development's 17 Sustainable Development Goals (SDGs)* [Fact sheet]. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-09/SDG%20Resource%20Document_Targets%20Overview.pdf.

EEA (European Environment Agency). (2017). *Circular by Design - Products in the Circular Economy* [Fact sheet]. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular_by_design_-_products_in_the_circular_economy.pdf.

Ekren, N. (2022). Döngüsel Ekonominin İşgücü Piyasalarına Etkileri: Ekonomi Politik Değerlendirme. M. Bulut ve C. Korkut (Eds), *Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat* (s. 101-122). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. DOI: 10.53478/TUBA.978-605-2249-97-0.ch04.

EP (European Parliament). (2023). *Circular Economy: Definition, Importance and Benefits* [Fact sheet]. https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits.

Global Footprint Network. (2025). *Ecological Deficit/Reserve* [Fact sheet]. https://data.footprintnetwork.org/#/.

Heinrich-Böll-Stiftung. (2024, Mart 9). Circular Economy: Principles, Benefits, and Applications. https://il.boell.org/en/2024/03/09/understanding-circular-economy-principles-benefits-and-applications#.

Horbach, J. ve Rammer, C. (2019). *Employment and Performance Effects of Circular Economy Innovations* [Fact sheet]. https://www.researchgate.net/publication/333285703_Employment_and_Performance_Effects_of_Circular_Economy_Innovations.

Kates, R. W., Parris, T. M. ve Leiserowitz, A. A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8-21. https://climatecommunication.yale.edu/app/uploads/2016/02/2005_04_What-is-sustainable-development.pdf.

Kouhihabibi, M. (2022). Linear Economy versus Circular Economy: New raw material. *Journal of Management and Economic Studies,* 4(3), 227-246. http://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1057.

MacArthur Foundation. (2019). *Artificial Intelligence and The Circular Economy AI as a Tool to Accelerate the Transition* [Fact sheet]. https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/49d694a56a279163/original/Artificial-intelligence-and-the-circular-economy.pdf?_gl=1*xyp796*_gcl_au*ODI2MTI3Njk1LjE3NjA2MTM1MTk.*_ga*MTI2NDI5MTA0MS4xNzYwNjEzNTE5*_ga_V32N675KJX*czE3NjI3ODQwNDMkbzEkZzAkdDE3NjI3ODQwNDMkajYwJGwwJGgw.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2021). *Perspectives on Global Development 2021. From Protest to Progress?* OECD Publishing, Paris. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/06/perspectives-on-global-development-2021_3713504b/405e4c32-en.pdf.

OECD. (2018). *Perspectives on Global Development 2019: Rethinking Development Strategies.* OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/persp_glob_dev-2019-en.

Oldekop J. A. vd. (2020). World Development. *Elsevier,* 134, 1-4. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105044.

Ozili, P. K. (2024). *Global Economic Consequences of Russian Invasion of Ukraine.* Dealing With Regional Conflicts of Global Importance. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9467-7.ch010.

Popović, A. ve Radivojević, V. (2022). The Circular Economy - Principles, Strategies and Goals. *Economics of Sustainable Development*, *6*(1), 45-56. DOI: 10.5937/ESD2201045P.

Priya, K. B. (2024). Sustainable Resource Management. *Interdisciplinary Approach towards Business Sustainability*. https://www.doi.org/10.58532/nbennuriach4.

Sachs, J. D., Lafortune, G., Fuller, G., Iablonovski, G. (2025a). *Rankings. The overall performance of all 193 UN Member States* [Fact sheet]. https://dashboards.sdgindex.org/rankings/.

Sachs, J. D., Lafortune, G., Fuller, G., Iablonovski, G. (2025b). *Sustainable Development Report 2025. Financing Sustainable Development to 2030 and Mid-Century Includes the SDG Index and Dashboards*. Library of Congress Cataloging-in-Publication data. https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2025/sustainable-development-report-2025.pdf.

Sage, N. (2022). *The Short Guide to International Development.* Bristol University Press. https://policy.bristoluniversitypress.co.uk/asset/13543/blad-sage-the-short-guide-to-international-development.pdf.

Schröder, P. (2020). *Promoting a Just Transition to an Inclusive Circular Economy.* Energy, Environment and Resources Programme. https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2020-04-01-inclusive-circular-economy-schroder.pdf.

Sustainable Development Report Dashboards. (n.d.). *Overall Score* [Fact sheet]. https://dashboards.sdgindex.org/explorer/.

The World Bank. (2025). *Global Economic Prospects.* https://thedocs.worldbank.org/en/doc/8bf0b62ec6bcb886d97295ad930059e9-0050012025/original/GEP-June-2025.pdf.

UN (The United Nations). (2009). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.* https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf.

UN. (2023). *New Economics for Sustainable Development. Circular Economy.* United Nations Economist Network. https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/circular_economy_14_march.pdf.

UN. (2023). *Sustainable Development Goals* [Fact sheet]. https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp content/uploads/2023/09/E_SDG_Guidelines_Sep20238.pdf.

UN. (n.d.). *The 17 Goals* [Fact sheet]. Department of Economic and Social Affairs. https://sdgs.un.org/goals.

UNDP (United Nations Development Programme). (2012). *Sustainable Development Time for Action* [Brochure]. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP_brochure_Rio+20_Sustainable_Development_Time_for_Action.pdf.

UNECE (The United Nations Economic Commission for Europe). (n.d.). *Sustainable Resource Management* [Fact sheet]. https://unece.org/sustainable-energy/sustainable-resource-management.

UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). (2017). *Circular Economy* [Fact sheet]. https://www.unido.org/sites/default/files/2017-07/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf.

Wardrop, L. (2023). *What is Sustainable Development?* [Fact sheet]. https://edwebcontent.ed.ac.uk/sites/default/files/atoms/files/topic_3_sustainable_development.pdf.

WEF (World Economic Forum). (2023, Mart 20). 8 Ways The Circular Economy Will Transform How Business is Done. https://www.weforum.org/stories/2023/03/8-ways-the-circular-economy-outperforms-traditional-business-models/.

https://doi.org/10.71284/asc.2025254

SAĞLIK OKURYAZARLIĞI NEDEN ÖNEMLİ

WHY HEALTH LITERACY IS IMPORTANT

Ufuk Karadavut[1]
Mehmet Murat Şahin[2]
İlkay Bedia Karadavut[3]

Özet

Okuryazar olmanın sadece bir şeyleri okumak anlamına gelmediği anlaşılmıştır. Özellikle sağlık alanında yapılan insanların sağlıklarını koruma ve geliştirme uygulamalarının etkilerini çok iyi görebilmek gerekmektedir. Kendilerine verilen sağlık hizmetlerini anlamaları, hizmeti tanımaları, fayda ve zararlarını bilmeleri, sağlıkları açısından önemli olanın ne olduğunu çok iyi kavramaları ve sorumluluk sahibi olmaları için gerekenler yapılabilmelidir. Son yıllarda özellikle sanal medyanın gelişmesiyle birlikte okuryazarlık öne çıkmaya başlamıştır. İnsanlara verilen bilgilerin ne derece doğru ve gerçekçi oldukları hakkında ciddi şüpheler ve kaygılar bulunmaktadır. İnsanları yönlendirme ve gerçeklikten uzaklaştırma yaklaşımları her geçen gün artmaktadır. Yanlış sağlık uygulamalarının olması ve sonu ölüme kadar giden reklamların olması sağlık alanında daha ciddi şekilde sağlık kültürü oluşturulması gerekliliğini otaya koymaktadır. Bunun içinde bir sağlık okuryazarlığı bize yol gösterici olabilecek potansiyele sahip gözükmektedir.

Sağlık okuryazarlığı sadece bu konuda bilgi almak isteyenlere değil aynı zamanda bilgi vermek isteyenlerde yardımcı olabilecektir. Sağlık alanında çalışan uzmanların mesleki olarak tatmin olmaları, doğru iletişim ve bilgilendirme sağlamalarına ve klinik beceriler için katkı sağlayabilmektedir. Sağlık hizmeti alanlarda ise; alınan bilgilerin sağlıklı ve güvenilir olması, anlaşılabilir olması, sağlık hizmetinin kaliteli olmasını ve sağlık uygulamalarına katılımı sağlamakta yardımcı olacaktır. Çünkü sağlık okuryazarlığı doğru bilgiye ve doğru hizmete ulaşma becerilerinin gelişmesine yardımcı olabilir. Bunun dışında sağlık hizmetlerinin doğru şekilde kullanılmasını ve sağlık hizmetlerinin doğru şekilde anlaşılmasını sağlayabilecektir.

Sağlık okuryazarlığı; Sağlıklı yaşam süresinin ve kalitesinin arıtılmasını, Sağlık alanında görülen eşitsizliklerin giderilmesini ve sağlık ile ilgili olarak doğru kaynaklara ulaşılmasını sağlayabilecektir. Okuma, Dinleme, Analiz etme, Karara katılma, Karar verme ve Hayata uyarlama olmak üzere altı kısımdan oluşan sağlık okuryazarlığı aynı zamanda sağlıklı kalmanın yollarını bizlere gösterecektir. Hepimiz ilaç kullanırken öncelikle ilacın etkilerini ve yan etkilerini görmek isteriz. Ancak büyük kısmını anlamadığımızdan okuyamayız. İlaç kutularının içindeki bilgiye anlamak ve kavramak, tıbbi alanlarda yazılan eğitim ve bilgilendirme yazıları anlayabilme, doktorların bizlere söyledikleri teşhis ve tedaviye yönelik gayretleri ile sağlık hizmetlerinin bütüncül şekilde yerine getirilebilmesi için gerekli görülmektedir. Bunların sağlanabilmesi için görsel olarak okuryazarlık, bilgisayar gibi teknik ekipmanları ile okuryazarlık ve sayısal okuryazarlık yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada sağlık okuryazarlığının neden gerekli olduğu ve neler yapılması gerektiği açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, okuryazarlık, eğitim, dezenformasyon, sağlık bilgisi

[1]Prof. Dr., Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ABD, Karabük, Türkiye, ufukkaradavut@karabuk.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-2476-3574

[2]Dr. Öğretim Üyesi, Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dahili Bilimler, Aile Hekimliği ABD, Karabük, Türkiye murat.sahin@karabuk.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-8223-2731

[3]Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye

Abstract

It has become clear that being literate does not just mean reading. It is essential to be able to clearly understand the effects of practices implemented in the healthcare field, especially in protecting and improving people's health. Necessary steps should be taken to ensure that they understand the healthcare services provided, understand their benefits and harms, clearly understand what is important for their health, and take responsibility. In recent years, especially with the development of virtual media, literacy has become increasingly prominent. There are serious doubts and concerns about the accuracy and reality of the information provided to people. Approaches to manipulating and detaching people from reality are increasing daily. The prevalence of inappropriate health practices and advertising that can lead to death highlights the need to more effectively establish a health culture in the healthcare field. Health literacy appears to have the potential to guide us in this regard.

Health literacy can assist not only those seeking information but also those seeking to provide it. It can contribute to healthcare professionals professional satisfaction, accurate communication and information, and clinical skills. For those receiving healthcare services, ensuring that the information they receive is accurate, reliable, and understandable will contribute to the quality of healthcare services and participation in healthcare practices. Health literacy can help develop the skills to access accurate information and the right services. Furthermore, it can ensure the proper use and understanding of healthcare services.

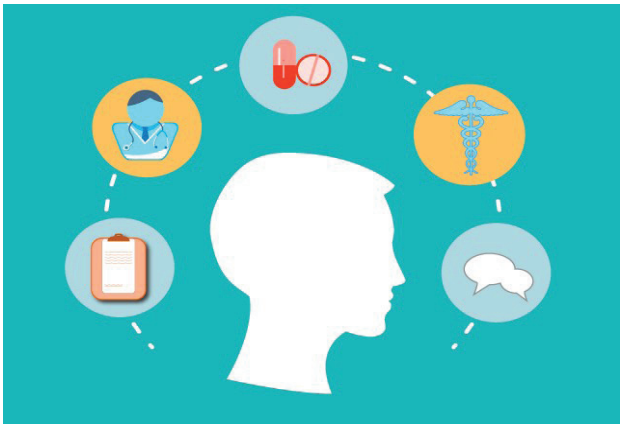
Health literacy can improve the length and quality of healthy life, eliminate health inequalities, and access accurate health resources. Health literacy, comprised of six components: Reading, Listening, Analyzing, Participating in Decisions, Making Decisions, and Adapting to Life, will also guide us toward staying healthy. When taking medication, we all want to see its effects and side effects first. However, we can't read much of it because we don't understand it. Understanding and comprehending the information on medication labels, understanding medical education and informational materials, and doctors' efforts to diagnose and treat us are all essential for holistic healthcare delivery. To achieve these, visual literacy, literacy with technical equipment like computers, and numerical literacy are essential. This study explains why health literacy is necessary and what needs to be done.

Keywords: Health, literacy, education, disinformation, health ınformation

1. GİRİŞ

Sağlık insan için her zaman önemli olmuştur. Rahatsızlandığımızda vücudumuzda nasıl değişimlerin olduğunu ve neler yapmamız gerektiği konusunda bilgi sahibi olmak isteriz. Bunlar doğal insani davranışlardır. Toplumsal olarak hekime en son noktada gitmeye gayret gösteririz. Bunun içinde bilgi alabileceğimiz arkadaşlarımız, ailemizdekiler ya da diğer tanıdıklardan yardım almaya çalışırız. Ancak son yıllarda toplumsal olarak yaşanan değişim ve dönüşümle birlikte sanal medya kullanımı adeta her yaş grubu ve kültürden insanların kullandığı alan hale gelmiştir (Sudore ve ark., 2006). Gözlenen bu sanal medya kullanımındaki artışa bağlı olarak sanal aleme girilen bilgilerde de ciddi artışla olmaya başlamıştır. Ancak girilen bilgilerin ne kadarının doğru ve ne kadarının ise yanlış bilgi olduğu bilmek zorlaşmıştır. Özellikle sağlık alanında bilgili/bilgisiz çok sayıda kişinin bilgilendirme yapması insanların kafalarını karıştırmakta ve özellikle sağlıksız ürünlerin satılması nedeniyle hayati tehlikenin de oluştuğunu görebilmekteyiz (Sezgin, 2013). Aslında devletler buna karşı koyabilecek güçtedirler. Ancak çoğu zaman uğraşmamaktadırlar. Ancak bu işi ciddiye alarak ve önemseyerek yapılırsa başarılı mücadele imkânı olabilecektir. Şekil 1'de kafa karıştırıcı çok faktörün karar almayı etkilemesi anlatılmaktadır. Çok sayıda bilginin hangisinin doğru ya da yanlış olduğu bizleri nereye yönlendirdiği hakkında bilgi sahibi olunması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Bilir, 2014).

Şekil 1. Sağlık alanındaki çok sayıda bilgi kafaları karıştırabilmektedir



Doğru bilgiye ulaşabilmek için sağlık okuryazarlığı konusunda çocuklar ve gençlerden başlayarak doğru bilgilerin verilmesi gerekmektedir (Berkman ve ark., 2011). Doğru bilgiler ile her zaman için baları şansı yükselecektir. Ancak sahip olunan bilgilerin doğru yer ve zamanda kullanılabilmesi önemlidir. Bunun yapılabilmesi için ise sağlık okuryazarlığının yerleşmesi gerekmektedir.

2. SAĞLIK OKUR YAZARLIĞI NEDİR?

Sağlık okuryazarlığı oldukça geniş kapsamlı bir özelliğe sahip olmakla birlikte genel olarak sağlıkla ilgili günlük aktiviteler, sosyal etkileşimler ile tarihsel bilgi birikimleri ve yeteneklerin anlaşılmasını ifade etmektedir (Whitehead, 2006). İnsanların kendilerini ve çevrelerini daha iyi anlamak ve anlamlandırabilmek için gelişmeleri çok iyi okumaları ve anlamaları gerekmektedir. Kendisini ve çevresini çok iyi anlayan bireyler her zaman için bilgi ve hizmetlere erişim bakımından daha şanslı olmaktadırlar. Ayrıca olayları ve gelişmeleri anlama ve değerlendirme bakımından farklı bakış açılarına sahip olmaları nedeniyle sağlık alanındaki değişimleri daha yakından izleyebilmektedirler. Bireysel olarak yapılan sağlık okuryazarlığı olduğu gibi örgütler düzeyinde yapılan sağlık okuryazarlıkları da bulunmaktadır Buna örgütsel sağlık okuryazarlık denilmektedir (von Wagner ve ark., 2007). Bireysel olsun örgütsel olsun sağlık okuryazarlığı her zaman için insanın kafasını karıştırmakta ve ne yapacağını çoğu zaman bilememektedir. Şekil 2'de sağlık okuryazarlarının işlerinin çok kolay olmadığı ve her konuya dikkat etmeleri gerektiğini göstermektedir. Çünkü çoğu zaman ince ayrıntılar arkasına gizlenen yönlendirmeler farkında olmadan bizleri de alıp götürebilecektir. Özellikle sanal alemde bilinç altına hitap eden ve insanları etkileye çalışan çok sayıda bilgi ve görsel bulunmaktadır. Bu görsellerin okunması ve değerlendirilmesi için sağlık okuryazarlığı önemli olmaktadır.

Şekil 2. Sağlık okur yazarlarının en ince ayrıntıları bile gözden kaçırmamaları gerekir

Genel olarak bakıldığında sağlık okuryazarlığı insanların gelirleri, çalışma durumları, eğitimleri ve sosyo-kültürel yapılarının belirleyicisidir. Bunun belirlenmesi sadece gelişimi ya da gelişmemiş ülkelerin özelliği olarak değerlendirilemez. Buna toplumların tümünü ilgilendiren konu olarak bakılmalıdır (Sentel ve ark., (2015). Çünkü dijitalleşen ve her geçen gün sanallaşan hayatımızda sadece çocuk ve gençlerin değil aynı her yaştaki insanların sağlık okuryazarlıkları sınırlıdır ve bunlar becerilerine de yansımaktadır. Sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi toplumsal olarak bireylerin belli seviyede eğitilmelerini desteklerken aynı zamanda var olan eşitsizlikleri kaldırma konusunda yardımcı olmaktadır. Çünkü sağlık okuryazarlığı sağlığın bevliyecisi olma yolunda ilerlemektedir. Sağlıklı toplum olmak için sağlıklı bireyler yetiştirmek gerekmektedir (Joplin ve ark., 2015). Bunun için de sağlık konularında bilgili gençlerin yetiştirilmeleri gerekmektedir. Sağlık okuryazarlığı toplumun sağlığı, refahı ve hizmetlere erişiminin akılcı şekilde yapılabilmesi için kolaylık sağlamaktadır. Çünkü değerlendirmelerin, kullanabilmenin ve anlayabilmenin nasıl ve ne şekilde yapılacağı hakkında ayrıntılı bilgiler verilebilecektir (Yılmaz ve Tiryaki, 2015). Her görülen bilginin aslında bilgi olmayabileceğini ve bizleri farklı yerlere yönlendiren sinsi tuzaklar olabileceğini bilmek önemlidir.

Dijital dünyada web sitelerinin sayıları milyarlar ile ifade edilmektedir. Web sitelerine erişmek, orada verilen bilgileri okuyabilmek ve orada önerilen sağlık bilgilerini takip edebilmek için sağlık okuryazarlığı bilgisine sahip olunması gerekmektedir. Sağlık okuryazarlığı bu işlemleri de kapsayan çok geniş bir içeriğe sahiptir. Sağlığın geliştirilmesine yönelik olarak kişisel ve toplumsal gereksinimlerin sağlanmasında gerekli olan eleştirel düşüncelere sahip olmak gereklidir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sağlık okuryazarlığını açıklarken "günlük aktiviteler, sosyal etkileşimler ve nesiller boyunca biriken kişisel bilgi ve yetkinlikleri temsil eder" demektedir. Bu tanıma göre kişisel bilgi birikimleri ile yetkinliklerin insanların hem kendileri ve hem de çevrelerindekilere sunduğu kolaylık sağlık hizmetine erişim ve sağlık öğütlerinin ne yağmak istediklerini daha iyi anlamayı gerektirmektedir.

Sağlık okuryazarlığının farklı tipleri bulunmaktadır. Bunlar Tablo 1'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde kavram olarak sağlık okuryazarlığının farklı kısımlara ayrıldığı görülecektir. Kanat (2021) den yararlanılarak geliştirilen çizelgede sağlık ile ilgili gerekli kavramların açıklanması ile bunun neden önemli oldukları açıklanmaktadır.

Tablo 1. Sağlık okuryazarlığının kısımları

Kavram	**Açıklama**	**Önemi**
Sağlık Okuryazarlığı	Sağlık ile ilgili veri, bilgi ve araştırmaları inceleme ve sorgulama yeteneğine sahip olmak	Bireyin sağlık hakkında bilinçli kararlar alması
Sosyal Medya Okuryazarlığı	Sosyal medya platformlarındaki bilgileri doğru şekilde değerlendirebilme yeteneğine sahip olmak.	Sosyal medyadaki yanıltıcı ve yönlendirici hareketleri bilmek
Dijital Okuryazarlık	Dijital alandaki bilgileri kullanabilmek	Doğru bilgiye erişimin kolaylaştırılması
Medya Okuryazarlığı	Medyanın dilini çözebilme yeteneğine sahip olmak	Bireylerin medyada sunulan bilgilere kesinlik atfetmeden dikkatli yaklamaları.
Tıbbi Materyaller Okuryazarlığı	Reçeteler, ilaç tanıtım bilgileri ve benzeri sağlık bilgilerini okuyup anlayabilme yeteneğine sahip olmak	Bireyin hem kendi sağlığını ve hem de yakınlarının sağlıklarını yakında izleyebilmeleri
Sağlık Haberleri	Sağlıkla ilgili haber ve bilgilere süzgeçten geçirerek akla yatkın olanları seçme yeteneği	Sağlıkla ilgili güncel bilgileri doğru analiz edebilme onlardan yararlanma
Sağlıkla İlgili Yalan Haberler	Sağlıkla ilgili yalan ve yanıltıcı haberlere dikkat etmek ve kaynağı belli olmayan bilgilere güvenmeme	Sağlığı olumsuz etkileyebilecek bilgilerden uzak durmak
Sağlık Hizmeti	Doğru bilgiler tıp hizmetlerinden daha iyi faydalanma	Bireyin doğru kararlar almasını sağlamak

3. YÜKSEK SAĞLIK OKURYAZARLIĞI ORANLARININ SOSYAL FAYDALARI VE EŞİTSİZLİKLERİN KALDIRILMASI

Sağlık okuryazarlığının faydalarını sadece bireysele sığdırmak doğru olmayacaktır. Bunun yanında toplumsal olarak faydalarının olduğunu bilmek gerekmektedir (Eicher ve ark., 2009). Sosyal faydaları şu şekilde sıralamak mümkündür (Howard ve ark., 2005);

- Sağlığı korunmak ve iyileştirmek için daha aktif rol almak,
- Sağlıklı kalmak ve toplum sağlığına katkı sunabilmek için toplumsal eylemlere aktif olarak katılmak,
- Bireylerin sağlık okuryazarlığı onsundaki ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik çalışmalar yapmak,
- Sağlığa erişimin herkes için olabilmesi için yapılan çalışmalara destek olmak,
- Medyadaki kirliliğe dikkat çekmek ve doğru sağlı bilgilerine ulaşılmasın katkı sunmak
- Sağlık okuryazarlığının kaliteli ve güvenilir sağlık hizmetine ulaşımı sağlayabileceğini yaymak,

Burada bahsedilen konular bireylerin sosyal durumları ne olursa olsun sağlık durumlarını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek özellikle olduğunu bilmek gereklidir. İnsanların sosyal yapılar aynı zamanda sosyal ayrışmayı ve farklı bakış açılarına sahip olmayı beraberinde getirmektedir. Ancak eşitsizlikten beslenen bazı gurupların sürekli olarak üstünde durdukları ve kaşıyarak kanatmaya çalıştıkları konulardır (Nutbeam, 2000). Sağlık okur yazarlığı eşitsizliklerin azaltılmasına doğrudan katkı sağlayabilecek özelliklere sahiptir. Bu nedenle sağlık politikası geliştiricilerin daha dikkatli olması ve kötü niyetli kişilerin hareket alanlarını mümkün olduğunca daraltılmasına çalışmalıdırlar (Osborn ve ark., 2011). Özellikle tıbbi terimlerin bilinmesi ve vücudun tanınması, sağlık istatistiklerinin yorumlanması ve riskleri değerlendirilmesi, ciddi bir hastalık durumunda olaylara soğukkanlı şekilde bakılması, yoğun stres altında yaşayanların aldıkları karalarında güvenirlikleri düşük olabilmesi ve öz bakım konusunda yetersizlikler sosyal olarak geliştirilmeye açık konulardır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık okuryazarlığı sadece bireysel anlamda önemli değil toplumsal anlamda da önemlidir. Sağlık okuryazarlığının geliştilrmesi için öncelikli olarak Örgütsel sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun için de iletişimin güçlendirilmesi, bilinçli karar alma ve kültürel ve dilsel olarak uygun sağlık bilgisi ve hizmetlerine erişim dahil olmak üzere eğitim ve örgütsel süreçlerin iyileştirilmesiyle desteklenebilir. İkinci olarak Profesyonel sağlık okuryazarlığının desteklenmesi gereklidir. Sağlık ve eğitim profesyonellerine düzenli eğitimler verilerek bu ihtiyaç karşılanabilir. Üçüncü olarak ise Kişisel sağlık okuryazarlığının geliştirmesi gerekliliğidir. Özellikle ilk gelişim yıllarından itibaren verilecek olan eğitimler ile bu konuda başarılan elde edilebilecektir.

KAYNAKÇA

Berkman ND, Sheridan SL, Donahue KE, Halperin, Crotty K. (2011). Low health literacy and health outcomes: an updated systematic review. Ann Intern Med 2011; 155(2): 97- 107.

Bilir, N. (2014). Sağlık okur-yazarlığı. Turkish Journal of Public Health, 12(1):61-68.

Eicher, K., Wieser, S., Bruegger, U. (2009). The costs of limited health literacy: a systematic review. International Journal of Public Health, 54(5), 313-324.

Howard, D., Gazmararian, J.A., Parker, R. (2005). The Impact of Low Health Literacy on the Medical Costs of Medicare Managed Care Enrollees. The American Journal of Medicine, 118(4), 371-377.

Joplin S, van der Zwan R, Joshua F, Wong PK. Medication adherence in patients with rheumatoid arthritis: the effect of patient education, health literacy, and musculoskeletal ultrasound. Biomed Res Int. 150658

Kanat, E.B. (2021). Sağlık Okuryazarlığı Nedir? https://www.iienstitu.com/tr/blog/saglik-okuryazarligi (ET:21.08.2025).

Kendir Ç.C, Kartal M. Sağlık Okuryazarlığı Nedir? Nasıl Değerlendirilir? Neden Önemli? TJFMPC. 2016;10(1):42-47.

Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st Century. Health Promotion International, 15 (3), 9–1.

Osborn, C.Y., Paasche-Orlow, M.K., Bailey, S.C., & Wolf, M.S. (2011). The mechanisms linking health literacy to behavior and health status, American Journal of Health Behavior, 35(1),118-28.

Sentell T, Braun KL, Davis J, Davis T. (2015). Health literacy and meeting breast and cervical cancer screening guidelines among Asians and whites in California. Springerplus 8(19);4:432.

Sezgin, D. (2013). Sağlık Okuryazarlığını Anlamak. Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi (2013): 73-92.

Sudore, R. L.,Yaffe, K., Satterfield, S., Harris, T. B., Mehta, K. M., Simonsick, E. M., Schillinger, D. (2006). Limited literacy and mortality in the elderly: the health, aging, and body composition study. Journal of general internal medicine, 21(8), 806-812.

von Wagner C, Knight K, Steptoe A, Wardle J. (2007). Functional health literacy and health-promoting behaviour in a national sample of British adults.J Epidemiology & Community Health. 2007;61(12):1086–1090.

Whitehead D. Workplace health promotion, role and responsibility of health care managers. Journal of Nursing Management 2006; 14: 59–68.

Yılmaz, M., Tiraki, Z. (2016). Sağlık Okuryazarlığı Nedir? Nasıl Ölçülür? Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 9(4), 142-147.

The University of Faisalabad

Hosted by the University of Faisalabad

X. ASC 2025 / Fall

16-18 October 2025 - Faisalabad / Pakistan

In-person & Online

Planet, People & Peace (3Ps) in the era of AI

ASC Congress Program

Deadline for Abstract Submission : 01 October 2025

Deadline for Full Text Submission: 31 October 2025

All abstracts will be published in the abstract booklet.
There will be opportunities for publication in SCOPUS, TRDizin, and international journals.

To submit a paper, please visit https://asc.academicianstudies.com/

The title: ExperienCe Design in Service Industries: The Role of Technology

Prof. Dr. Cihan Çobanoğlu

Prof. Dr. Cihan Çobanoğlu, lisans derecesini Çukurova Üniversitesi'nden, yüksek lisans ve doktora derecelerini Oklahoma Eyalet Üniversitesi'nden almıştır. Şu anda Kaliforniya'nın Irvine şehrinde bulunan Virscend Üniversitesi'nde Rektör Yardımcısı (Provost) olarak görev yapmaktadır. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri merkezli Küresel Eğitimciler Birliği (AGE) Başkanıdır ve Journal of Hospitality and Tourism Technology ile Journal of Global Business Insights dergilerinin kurucu editörlerindendir.

Dr. Cihan Cobanoglu is currently the Provost at Virscend University in Irvine, California. Previously, he served as the Dean and the McKibbon Endowed Chair Professor of the School of Hospitality and Tourism Management (SHTM) in the Muma College of Business at the University of South Florida (USF) from 2010 to 2025. Dr. Cobanoglu is a Fulbright Specialist (2018-2021) and a Certified Hospitality Technology Professional (CHTP). He serves as the Editor of the Journal of Hospitality and Tourism Technology, indexed with an Impact Factor of 6.4 in the SSCI. Additionally, he is currently serving as the President of the Association of Global Educators (AGE).

10TH INTERNATIONAL ACADEMIC STUDIES CONGRESS - OPENING SESSION RUNDOWN

Date: 16th October 2025
Venue: NBS Auditorium, Amin Campus, The University of Faisalabad

zoom: https://us06web.zoom.us/j/86382248863?pwd=8D4m6LOuQPXXJtQ3bDVVpmZekRoJyS.1

Time	Activity / Segment	Details / Description	Lead / Responsibility
9:00 – 9:30 a.m.	**Reception of Guests**	Welcoming of Guests of Honour, Delegates, and Participants at the venue entrance.	Reception Committee
9:30 – 9:35 a.m.	**Recitation of Holy Quran**	Opening with *asma ul husna to* formally commence the session.	Play on screen
9:35 – 9:38 a.m.	**Naat Sharif**	Recitation of *Naat* in praise of the Holy Prophet (PBUH).	Student
9:38 – 9:42 a.m.	**National Anthem Pakistan**	All participants and guests stand for Pakistan's National Anthem.	Played on screen
9:42 – 9:50 a.m.	**Welcome Address**	**Chairman Board of Governors (BoG)** formally opens the congress and welcomes all guests, dignitaries, and participants.	Chairman BoG
9:50 – 9:55 a.m.	**Address by Rector, TUF**	Brief remarks highlighting the vision and academic collaboration behind the congress.	Rector, TUF
9:55 – 10:00 a.m.	**Address by Registrar, TUF**	Acknowledgment of organizing efforts and overview of academic objectives.	Registrar, TUF
10:00 – 10:10 a.m.	**Address by Congress Chair**	**Prof. Dr. Muhammad Ashfaq**, Dean Faculty of Management Studies, introduces the congress theme — *"People, Planet, Peace in the Age of A.I."*	Congress Chair
10:10 - 10:20	**Address by Congress co- Chair**	**Prof. Selcuk Balı, Selçuk University**	Congress co-Chair
10:20 - 10:40	**Keynote Speech**	**Prof. Ashfaq Ahmad Chattha, VC Ghazi University**	VC
10:40 - 11:00	**Keynote Speech**	**Prof. Dr Cihan Çobanoğlu** **Provost Virscend University, Irvine, CA, USA**	Rector, PVU
11:00 11:30	**Messages from International Delegates**	**Prof. Winnie Lee USA, Prof. Logais and Prof. Azamat,**	Moderator
11:30 a.m.	**Closing Remarks & Transition to Tea Break**	Session formally closed with a vote of thanks and invitation for tea.	Congress Secretary
11:30 – 12:00 p.m.	**Hi-Tea / Networking Break**	Refreshments served in the foyer / designated area.	Hospitality Committee

The University of Faisalabad

NATIONAL BUSINESS SCHOOL
Accredited by NBEAC

AKADEMİK ÇALIŞMALAR GRUBU

Welcome

DISTINGUISHED GUESTS TO THE 10 ACADEMIC STUDIES CONGRESS

PROF. DR. SELÇUK BALI
DEAN OF AKŞEHIR,
SELÇUK UNIVERSITY

PROF. DR. HIMMET KARADAL
BOLU ABANT İZZET
BAYSAL UNIVERSITY

ASSOC. PROF. DR. MURAT CI-HANGIR
DEPARTMENT HEAD
BATMAN UNIVERSITY

ASSOC. PROF. DR. OSMAN YILMAZ
ASSOCIATE PROFESSOR,
BATMAN UNIVERSITY

PROF. DR. UFUK KARADAVUT
HEAD OF DEPARTMENT AT
KARABÜK UNIVERSITY

DR. TALHA TURHAN
DEPUTY DIRECTOR
ERCIYES UNIVERSITY

ASSOC. PROF. DR. GÖKBEN BAYRAMOĞLU
HITIT UNIVERSITY

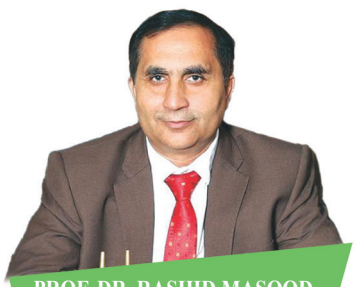
PROF. DR. SERPIL AĞCAKAYA
DOKUZ EYLÜL UNIVERSITY

PROF. DR. ZULFIQAR ALI
VICE CHANCELLOR,
UAF

PROF. DR. ASHFAQ AHMAD
VICE CHANCELLOR
GHAZI UNIVERSITY

PROF. DR. RAI ASIF
VICE CHANCELLOR,
MNS UNIVERSITY OF MULTAN

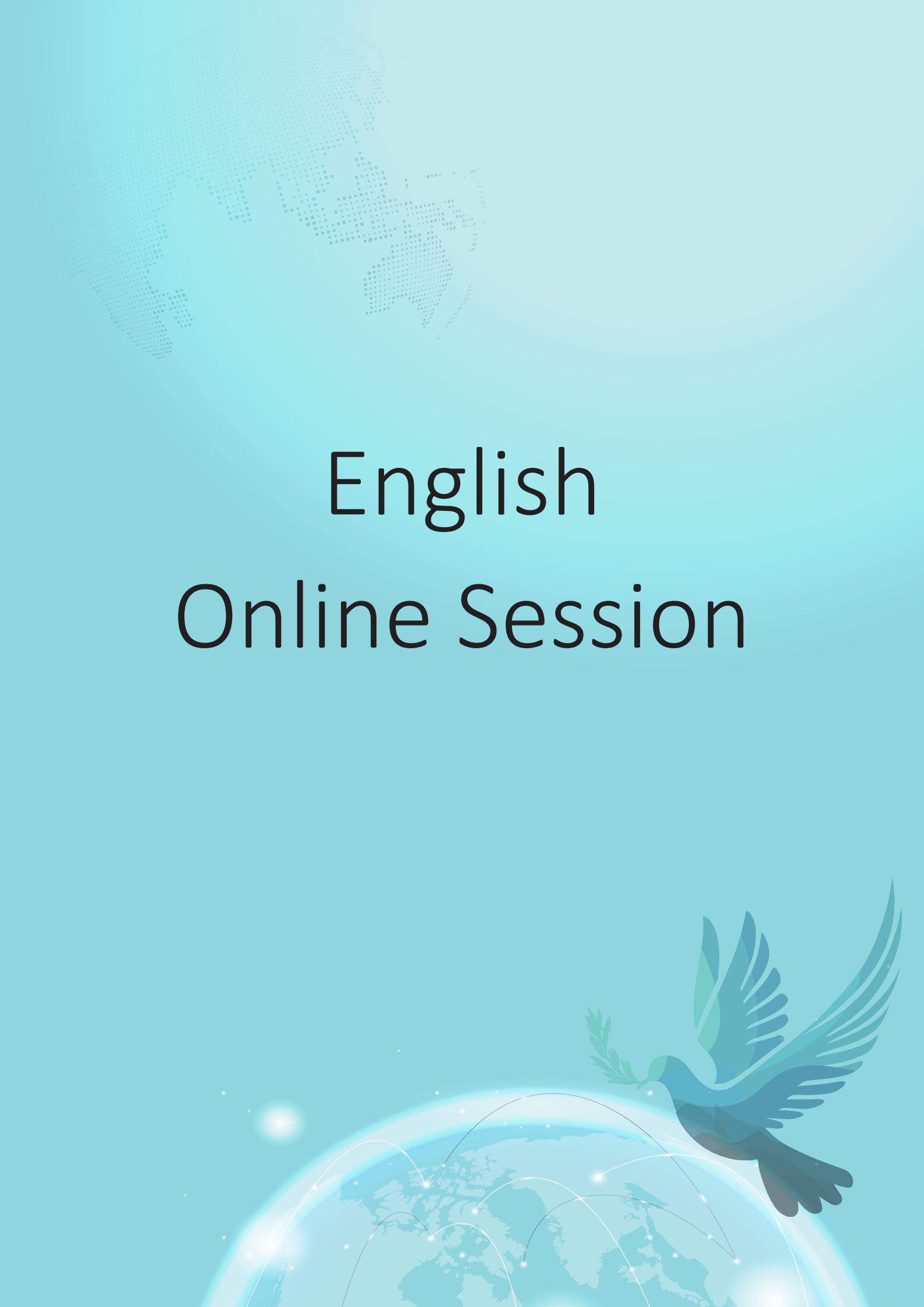
DR. NADEEM BHATTI
VICE CHANCELLOR,
LEADS UNIVERSITY LAHORE



PROF. DR. RASHID MASOOD
RECTOR,
NATIONAL TEXTILE UNIVERSITY

PROF. DR. MAZHAR HAYAT
VICE CHANCELLOR,
CHOLISTAN UNIVERSITY

English
Online Session



ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 1

Thursday, October 16, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 11:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/hkn-aomt-kwh

Session Chair: Dr. Logaiswari Indiran

- **ETHICALLY-GOVERNED ADAPTIVE COGNITIVE TRANSFORMATION (EGACT): A FULLY SOFTWARE-VIRTUALIZED FRAMEWORK FOR MULTIMODAL ENRICHMENT, FEDERATED REASONING, AND CONTINUOUS FAIRNESS AUDITING IN SCALABLE AI SYSTEMS (15M)**

Muhammad Mahmood (Virtual University of Pakistan)

- **BRIDGING THE DIGITAL DIVIDE: ENSURING EQUITABLE QUALITY OF LIFE IN THE DIGITAL ERA (15M)**

Ayesha Batool (University of Agriculture Faisalabad)

- **DIGITAL TRANSFORMATION ETHICS: FINDING A BALANCE BETWEEN PRIVACY AND INNOVATION (15M)**

Khazra Noor (University of Agriculture)

Saira Khanm (University of Agriculture, IAEERD)

Dr. Gulfam Hasan (University of Agriculture, Faisalabad)

- **DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED TYRE PATCHING TOOL FOR ENHANCED EFFICIENCY AND SAFETY IN VEHICLE MAINTENANCE (15M)**

Herman Nordiadi Abd Wahab (Politeknik Kuching Sarawak)

Nurul Nisa Mohd Nasir (Politeknik Kuching Sarawak)

- **DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WEB BASED LAUNDRY BOOKING SYSTEM FOR ENHANCED OPERATIONAL EFFICIENCY: A CASE STUDY OF POLIKU LAUNDRY (15M)**

Nurul Nisa Mohd Nasir (Politeknik Kuching Sarawak)

Herman Nordiadi Abd Wahab (Politeknik Kuching Sarawak)

- **DEEPFAKES, MISINFORMATION, AND MEDIA TRUST: EXPLORING THE ROLE OF SYNTHETIC VIDEOS IN SHAPING NEWS PERCEPTION ON SOCIAL MEDIA (15M)**

Hudda Javaid Azeemi (The University of Faisalabad)

- **THE CAUSAL NEXUS BETWEEN TIME USE BEHAVIOR AND RESIDENTIAL ELECTRICITY CONSUMPTION IN CENTRAL PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Zahra Zafar (University of Agriculture Faisalabad)

Tahira Sadaf (Institute of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Social Sciences, University of Agriculture Faisalabad)

Ayesha Rouf (Institute of Agricultural and Resource Economics, University of Agriculture Faisalabad)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 2

Thursday, October 16, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 11:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/own-ypia-woc

Session Chair: Ts Dr Nick Cheah U-Meng

- **AN ANALYSIS OF METROPOLIZATION VIA CLUSTERING IN REPUBLIC OF SOUTH AFRICA FOR INFRASTRUCTURAL EFFICIENCY (15M)**

Mehmet Kızıltaş (Istanbul Beykent University)

- **INEVITABLE ENROLLMENT DECLINE IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: POSSIBLE FUTURE DIRECTIONS (15M)**

Saira Khanam (University of Agriculture, Faisalabad)

- **PUBLIC PERCEPTION TOWARDS A NEW ECONOMY AND FINANCIAL SYSTEM MODEL (15M)**

Levent Sumer (Bogazici University)

- **DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTION FLUID PUMP FOR AUTOMOTIVE WORKSHOPS (15M)**

Herman Nordiadi Abd Wahab (Politeknik Kuching Sarawak)

Nurul Nisa Mohd Nasir (Politeknik Kuching Sarawak)

- **FARMER'S PERCEPTION AND ADAPTATION STRATEGIES APROPOS CLIMATE CHANGE: IMPACT AND IMPLICATIONS ON SMALL RUMINANTS IN BALOCHISTAN, PAKISTAN (15M)**

Wakeel Rehman (MNS University of Agriculture Multan)

- **BRIDGING DIGITAL INEQUITIES THROUGH AI EDUCATION: THE IMPACT OF AI LITERACY ON REDUCING THE DIGITAL DIVIDE**

Seyma Bozkurt Uzan (Beykent University)

- **DATA SCIENCE AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE CONTRIBUTION TO THE GLOBAL ECONOMIC DEVELOPMENT: SCIENCE MAPPING WITH R (15M)**

Gökhan Türköz (Turkish Gendarmerie General Command)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 3

Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 12:30

English Online Session_1: https://meet.google.com/hkn-aomt-kwh

Session Chair: Ts Dr Nick Cheah U-Meng

- **TECHNOLOGICAL INVESTMENT, HEALTHCARE INFRASTRUCTURE, AND ECONOMIC LEVERAGE: A COMPARATIVE PANEL ANALYSIS OF HEALTH OUTCOMES IN G7 NATIONS AND PAKISTAN (2000–2025) (15M)**

Muhammad Mahmood (Virtual University of Pakistan)

- **IMPACT OF MINIMALLY INVASIVE TECHNIQUES ON POSTOPERATIVE INFECTIONS IN GENERAL SURGERY: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS (15M)**
Abdulloh Mo'minov (Qo'qon Universiteti Andijon Filiali)

- **ARTIFICIAL INTELLECT USING TO THE OPERATION PREPARATION SEE (15M)**
Abdulloh Mo'minov (Qo'qon Universiteti Andijon Filiali)

- **CONTROL COMMUNICATION LATENCY, CLIENTS' DATA PRIVACY AND IMPROVE CONVERGENCE RATE IN IOT USING FEDERATED LEARNING (15M)**
Sadia Razzaq (The University of Faisalabad)

- **PLANET, PEOPLE AND PEACE IN DEVELOPED COUNTRIES: A HOLISTIC APPROACH TOWARDS HAPPINESS**

Bushra Qaisrani (Ghazi University)

- **AGENT-BASED MODELING & SIMULATION OF COOPERATIVE LEARNING STRATEGIES (15M)**
Sadia Razzaq (The University of Faisalabad)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 4

Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 12:30

English Online Session_2: https://meet.google.com/own-ypia-woc

Session Chair: Mr. Mohammad Azmin bin Zainal

- **WHY FARMERS ARE NOT INTERESTED IN IPM ADOPTION IN THE SINDH PROVINCE OF PAKISTAN? (10M)**

Qaim Ddin (Ph.D Scholar)

- **EXTREME WEATHER AND POLICY FAILURES: A REVIEW OF PAKISTAN 2025 FLOODS (10M)**

Amna Yousaf (University of Agriculture Faisalabad)

Dr. M. Amjed Iqbal (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

- **INSIGHTS ON AGRI-INNOVATIONS FOR CLIMATE RESILIENCE AND SUSTAINABILITY (15M)**

Saddam Hussain (University of Agriculture Faisalabad)

- **THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURAL INPUTS ON WHEAT PRODUCTIVITY IN FAISALABAD DIVISION, PAKISTAN (15M)**

Mishal Anwar (University of Agriculture)

- **IMPLEMENTATION OF SMART FARMING BY DOCTOR PADDY TO CONTROL DOMINANCE PEST PADDY IN NORTHERN SUMATERA, INDONESIA (15M)**

Assoc. Prof. Ameilia Siregar, M.Sc, Ph.D (University Sumatera Utara (USU))

- **CONTRIBUTION OF WOMEN IN THE PROVISION OF HOUSEHOLD FOOD SECURITY: A CASE STUDY OF DISTRICT JHANG (15M)**

Sania Liaqat (University of Agriculture Faisalabad)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 5

Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 14:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/hkn-aomt-kwh

Session Chair: Ts Liew Foong Ching

- **IMPACT OF CAUSE-RELATED MARKETING ON PURCHASE INTENTION AND BRAND LOYALTY: THE ROLE OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY (15M)**

Muhammad Awais Rashid (The University of Faisalabad)

- **THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) INTO SELF-TRAINING: PEDAGOGICAL EFFECTIVENESS (15M)**

Gulsanam Rakhimova (The Uzbekistan State of World Languages University)

- **ENHANCING EVENT MANAGEMENT EDUCATION THROUGH THE EVENT POSTER DIAGRAM KIT: AN INNOVATIVE VISUAL LEARNING TOOL (15M)**

Faizal Abdul Razak (Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin)

- **DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED NEWS PORTAL SYSTEM FOR EFFICIENT DIGITAL CONTENT MANAGEMENT (15M)**

Nurul Nisa Mohd Nasir (Politeknik Kuching Sarawak)

Herman Nordiadi Abd Wahab (Politeknik Kuching Sarawak)

- **EXPLORING THE IMPACT OF GAMIFICATION AND SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS ON ADOLESCENTS' COMMUNICATION SKILLS AND INTERACTION ANXIETY: INSIGHTS FROM THE 'A DAY IN NATURE' PROGRAM (15M)**

Dr. Caner Yazıcıoğlu (Istanbul Topkapı University),

Dr. Ali Eren Balıkel (Istanbul Kent University),

Fatih Ölçekciler (Istinye University),

Gizem Ölçekciler (Istinye University),

Ercan Tutar (Istanbul Kent University).

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 6

Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 16/10/2025- 14:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/own-ypia-woc

Session Chair: Ms. Ung Ean Na

- **AN ANALYSIS OF METROPOLIZATION VIA CLUSTERING IN REPUBLIC OF SOUTH AFRICA FOR INFRASTRUCTURAL EFFICIENCY**

Mehmet Kızıltaş (Istanbul Beykent University)

- **PEACE APPROACHES IN INTERNATIONAL RELATIONS: THEORIES OF REALISM AND LIBERALISM (15M)**

Üstün Yüksel (Academician Studies)

- **IMPACT OF PARTICIPATIVE LEADERSHIP ON EMPLOYEES' READINESS FOR ORGANIZATIONAL CHANGE: MODERATING ROLE OF EMPLOYEES' OPENNESS TO EXPERIENCE (15M)**

Natasha Sheikh (University of Wah)

- **THE IMPACT OF CORPORATE PHILANTHROPY ON ACCOUNTING BASED PERFORMANCE OF FIRMS: MODERATING IMPACT OF AUDIT QUALITY IN THE TEXTILE SECTOR OF PAKISTAN (15M)**

Usman Ali (The University of Faisalabad)

- **BUILDING CLIMATE-RESILIENT EDUCATION SYSTEMS IN RURAL PUNJAB: LESSONS FROM FLOOD- AND HEAT-PRONE COMMUNITIES (15M)**

Saira Khanam (University of Agriculture, Faisalabad)

- **PLANET-FRIENDLY ARTIFICIAL INTELLIGENCE STRATEGIES: A MODEL PROPOSAL FOR BUSINESS MANAGEMENT AND STRATEGY**

Duygu Toplu Yaşlıoğlu (Istanbul University)

- **A REVIEW OF POVERTY ALLEVIATION STRATEGIES IN PAKISTAN (15M)**

Dr. Gulfam Hasan (University of Agriculture, Faisalabad)

Khazra Noor (University of Agriculture)

Muhammad Rafay Muzamil (University of Agriculture Faisalabad)

Saira Khanm (University of Agriculture, IAEERD)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 7

Friday, October 17, 2025 at 9:00:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 07:00

Engilish Online Session_1: https://meet.google.com/svo-otpb-hpt

Session Chair: Dr. Yogeeswari Subramaniam

- **PLANT, PEOPLE & PEACE (3Ps) IN THE ERA OF AI**

Muhammad Aslam (Ghazi University)

- **LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRIPRENEURSHIP TO STRENGTHEN CLIMATE RESILIENCE AND SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH**

Muhammad Sajjad Khan (Ghazi University Dera Ghazi Khan)

- **ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR GREEN MATERIALS: ADVANCING BIODEGRADABLE PLASTICS TO SAFEGUARD PLANET AND PEACE (15M)**

Ayesha Batool (University of Agriculture Faisalabad)

- **HARNESSING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOLAR ENERGY FOR SUSTAINABLE SME GROWTH: EVIDENCE FROM PAKISTAN (15M)**

Qaisar Abbas (University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan)

- **GENERATIVE AI IN ACADEMIC STUDIES: TVET STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE IMPACT, BENEFITS, AND CHALLENGES (15M)**

Diana Lee (Politeknik Sultan Azlan Shah)

- **FROM RED AI TO GREEN AI: HOW WE CAN MAKE AI MORE SUSTAINABLE (15M)**

Meenakshi Murugappan (University of Nottingham Malaysia)

- **CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Saeed Rahman (Ghazi University)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 8

Friday, October 17, 2025 at 9:00:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 07:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/dib-cqbu-dxj

Session Chair: Ms. Meenakshi Murugappan

- **THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT: A STUDY OF ITS ROLE IN ENHANCING HUMAN WELL-BEING (15M)**

Mr. Aasheesh Kumar (CMP Degree College University of Allahabad)

- **BARRIERS TO DIGITAL PARTICIPATION IN DEVELOPING COUNTRIES: ANALYZING TECHNOLOGICAL, SOCIAL, AND CULTURAL OBSTACLES TO COMMUNITY ENGAGEMENT (15M)**

Sobia Maqsood (The University of Faisalabad)

- **INTEGRATING DIGITAL POLICY AND SUSTAINABILITY IN EDUCATION: INSIGHTS FROM PAKISTAN AND CHINA (15M)**

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

Alina Idrees (The University of Faisalabad)

- **LEVERAGING DYNAMIC CAPABILITIES FOR FIRM PERFORMANCE: THE MEDIATING EFFECT OF BPMC (15M)**

Hira Shafqat (The University of Faisalabad)

Rimsha Shahid (The University of Faisalabad)

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

Ayesha Sadiqa (The University of Faisalabad)

Hira Shafqat (The University of Faisalabad)

Alina Idrees (The University of Faisalabad)

- **A COMPARATIVE STUDY ON CONVENTIONAL EDUCATIONAL SYSTEM AND OUTCOME BASED LEARNING AT UNIVERSITY OF AGRICULTURE FAISALABAD (15M)**

Aqeela Saghir (University of Agriculture Faisalabad Pakistan)

- **DIGITAL TRANSFORMATION AND HUMAN WELL-BEING: PATHWAYS TO A BETTER LIFE (15M)**

Jawad Anwar (Price Control & Commodities Management Department, Government of Punjab)

Shagufta Rasheed (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 9

Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 12:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 08:30

English Online Session_1: https://meet.google.com/svo-otpb-hpt

Session Chair: Dr. Faradina Ahmad

- **ECONOMIC GROWTH, INEQUALITY, AND HUMAN DEVELOPMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USA, SWEDEN, CHINA, AND INDIA (2000–2023) (15M)**

Mr. Aasheesh Kumar (CMP Degree College University of Allahabad)

- **BRIDGING THE CLIMATE FINANCE GAP: THE ROLE OF GREEN FINTECH IN PAKISTAN AND CHINA'S DEVELOPMENT STRATEGIES (15M)**

Rimsha Shahid (The University of Faisalabad)

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

Alina Idrees (The University of Faisalabad)

- **NEXUS BETWEEN GREEN INVESTMENT AND CORPORATE PERFORMANCE, THE CONDITIONAL EFFECT OF INSTITUTIONAL QUALITY: A SOUTH ASIAN PERSPECTIVE (15M)**

Mubashira Ali Khushi (The University of Faisalabad)

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

Rimsha Shahid (The University of Faisalabad)

- **SUSTAINING COMPETITIVENESS IN GLOBAL TEXTILE TRADE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF PAKISTAN AND CHINA IN THE U.S. MARKET UNDER GREEN TRADE BARRIERS (15M)**

Komal Azhar (University of Agriculture, Faisalabad)

Tahira Sadaf (Institute of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Social Sciences, University of Agriculture, Faisalabad)

Ayesha Rouf (Institute of Agricultural and Resource Economics, University of Agriculture Faisalabad)

- **AI FOR INCLUSIVE ENTREPRENEURSHIP: EMPOWERING WOMEN-LED STARTUPS TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

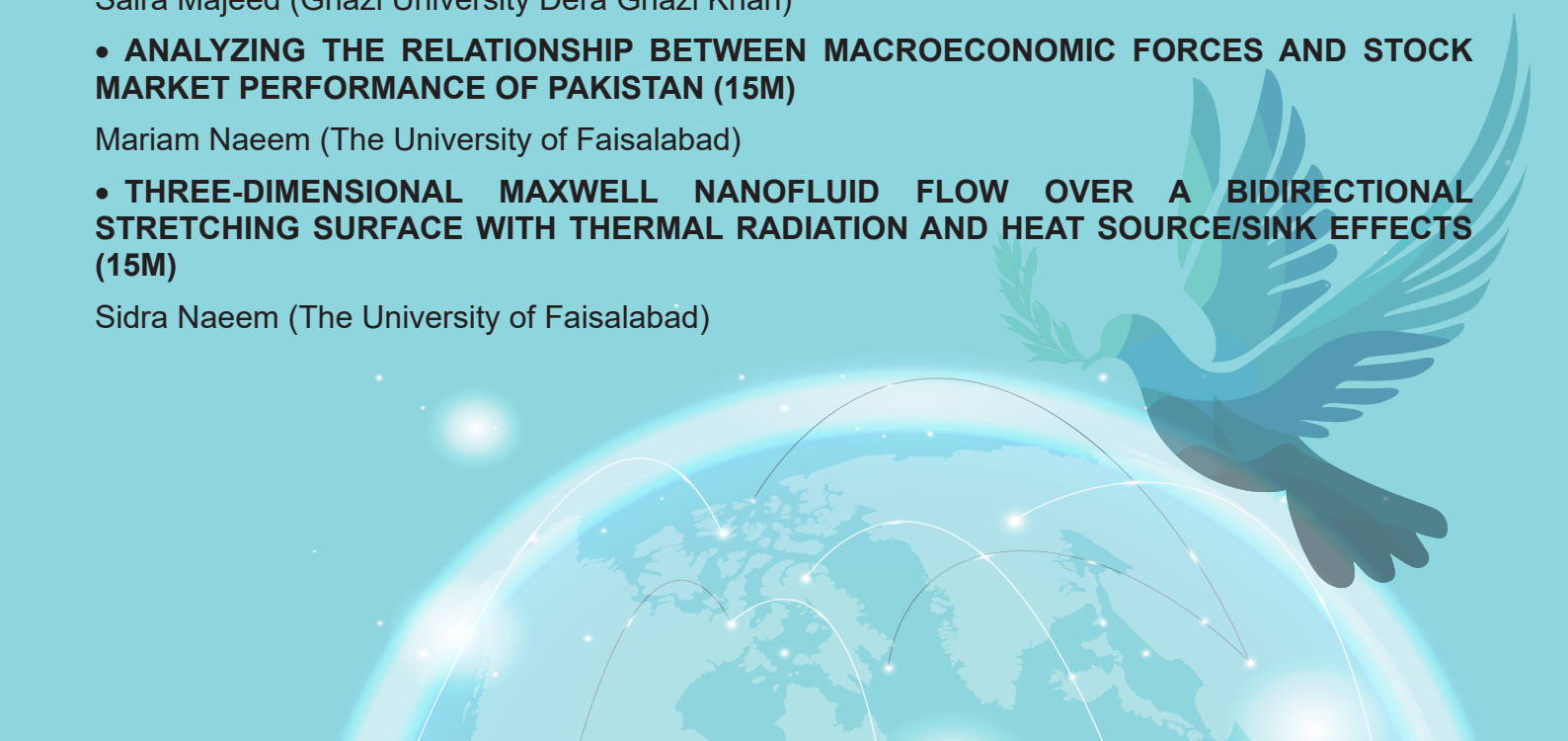
Saira Majeed (Ghazi University Dera Ghazi Khan)

- **ANALYZING THE RELATIONSHIP BETWEEN MACROECONOMIC FORCES AND STOCK MARKET PERFORMANCE OF PAKISTAN (15M)**

Mariam Naeem (The University of Faisalabad)

- **THREE-DIMENSIONAL MAXWELL NANOFLUID FLOW OVER A BIDIRECTIONAL STRETCHING SURFACE WITH THERMAL RADIATION AND HEAT SOURCE/SINK EFFECTS (15M)**

Sidra Naeem (The University of Faisalabad)



ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 10

Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 12:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 08:30

English Online Session_2: https://meet.google.com/dib-cqbu-dxj

Session Chair: Dr. Hanini Ilyana Che Hashim

- **MOLECULAR DOCKING SIMULATIONS IN DRUG DISCOVERY: A REVIEW (15M)**

Idris Arslan (Zonguldak Bülent Ecevit University)

- **THE IMPACT OF HEALTH CAPITAL ON ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN (15M)**

Shama Naz Manzoor Huss (UAF)

- **NAVIGATING DIGITAL TRANSFORMATION STRESS: THE ROLE OF PSYCHOLOGICAL CAPITAL AND SUPERVISOR SUPPORT IN SHAPING JOB INVOLVEMENT IN PAKISTAN'S HEALTHCARE SECTOR (15M)**

Tariq Jamil (The University of Faisalabad)

- **LUNG INFLAMMATION (PNEUMONIA) AND ITS CONSEQUENCES (15M)**

Yulduzoy Toxirjonova (Kokand University Andijan Branch)

ENGLISH ONLINE SESSION –SESSION 11

Friday, October 17, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 12:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/svo-otpb-hpt

Session Chair: Assoc. Prof. A. Gözde İyicil

- **IMPACT OF SOCIAL MEDIA MARKETING ON BRAND EQUITY: THE ROLE OF EXPERIENTIAL VALUE (15M)**

Muhammad Rehmat (Fauji Fresh n Freeze)

- **A COMPREHENSIVE QUANTUM CHEMICAL STUDY OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: GEOMETRY, ELECTRONIC PROPERTIES, AND REACTIVITY DESCRIPTORS (15M)**

Asaf Ülgen (Şırnak Üniversitesi)

Ümit Erdem (Kirikkale University)

Gürcan Yıldırım (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

- **CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Saeed Rahman (Ghazi University)

- **DFT AND HF INVESTIGATIONS OF PARA-AMINOHIPPURIC ACID: STRUCTURAL, SPECTROSCOPIC, AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSES (15M)**

Asaf Ülgen (Şırnak Üniversitesi)

Ümit Erdem (Kirikkale University)

Gürcan Yıldırım (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

- **LIGHTWEIGHT GREEN AI MODELS FOR ADAPTIVE TUTORING IN LOW-RESOURCE ENVIRONMENTS (15M)**

Noureen Hameed (The University of Faisalabad, Amin Campus, Faisalabad, Pakistan)

Shakeel Saeed (Virtual University of Pakistan)

- **THE RIQUEZA GAME BOARD: AN AI-DRIVEN AND SUSTAINABLE APPROACH TO ENHANCING STUDENT ENGAGEMENT AND PERFORMANCE (15M)**

Rose Faida Ahmad Zabidi (Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin)

- **COMMERCIALIZATION, SUSTAINABILITY AND WELL-BEING: EVALUATING CLUSTER FARMING IN PUNJAB (3PS LENS)**

Farrukh Shahzad (Muhammad Nawaz Shareef University of Agriculture)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 12

Friday, October 17, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 12:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/dib-cqbu-dxj

Session Chair: Dr. Miray Celepli Sütbaş

- **COGNITIVE ERGONOMICS AND MENTAL TOUGHNESS AS DRIVERS OF HUMAN CAPITAL SUSTAINABILITY FOR CLIMATE RESILIENCE (15M)**

Fasiha Batool (TUF)

- **STUDENT AS CONSUMER: A FUNDAMENTAL APPROACH IN HIGHER EDUCATION (15M)**

Dr. Gulfam Hasan (University of Agriculture, Faisalabad)

Muhammad Rafay Muzamil (University of Agriculture Faisalabad)

Khazra Noor (University of Agriculture)

Saira Khanm (University of Agriculture, IAEERD)

- **DEVELOPMENT OF FREEZIT EDUCATION CARD AS A TEACHING ASSIST IN HVAC EDUCATION (15M)**

Muhammad Qusyairie (Politeknik Kuching Sarawak)

- **FACTORS INFLUENCING THE USE OF CHATGPT IN MALAYSIAN POLYTECHNIC COMMUNICATIVE ENGLISH CLASSROOMS: STUDENTS' PERSPECTIVES (15M)**

Radika Subramaniam (Politeknik Sultan Idris Shah)

- **IMPACT OF SMOG ON LABOR PRODUCTIVITY AND HEALTH OUTCOMES: A CASE STUDY OF DISTRICT FAISALABAD (15M)**

Sidra Firdous (University of Agriculture Faisalabad)

- **AIRLINE OMNI-CHANNEL EXPERIENCE AND RE-PURCHASING INTENTION: THE TASK OF AIRLINE CHOICE, WORD OF MOUTH, AND INNOVATION (15M)**

Vahap Onen (Istanbul Topkapı University)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 13

Friday, October 17, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 12:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/svo-otpb-hpt

Session Chair: Prof. Dr. Hüseyin Özgür

- **BUILDING ETHICAL AI IN PAKISTAN: CHALLENGES AND GAPS IN THE NATIONAL POLICY (15M)**

Shabnum Amanat ((The University of Faisalabad))

- **PHYTOMEDIATION AND WATER QUALITY ENHANCEMENT FOR MANKA CANAL: MODERN STRATEGIES FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT, DERA GHAZI KHAN, PUNJAB**

Fatima Gulzar (Ghazi University

- **INVISIBLE ECONOMİES: RURAL WOMEN'S FOOD DECISION-MAKING AND HOUSEHOLD SECURITY IN AGRARIAN PUNJAB, PAKİSTAN** (15M)

Dr Madiha Naz (uaf)

- **WATER-FOOD-ECOSYSTEM NEXUS AMID CLIMATE CHANGE: A SYSTEMATIC REVIEW OF RESOURCE SECURITY IN PAKISTAN'S SPECIAL ECONOMIC ZONES** (15M)

Memona Nasir (University of Agriculture, Faisalabad)

- **LINKING SMALLHOLDERS TO MARKETS: BARRIERS AND ENABLERS OF PRIVATE SECTOR PARTNERSHIPS IN PULSE VALUE CHAINS (15M)**

Dr. M. Amjed Iqbal (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

- **FROM COMMODİTY TO BRAND: A CASE STUDY OF CHİCKPEA VALUE CHAİN DEVELOPMENT İN PAKİSTAN (15M)**

Dr. M. Amjed Iqbal (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

- **ASSESSMENT OF COLEOPTILE LENGTH AND SEMINAL ROOT ANGLE IN SOME TETRAPLOID WHEATS AT SEEDLING STAGE** (10m)

Zain Ali (Çukurova University)

Melike Biçici (Çukurova Üniversity)

Mihriban Taş (Cukurova University)

- **FROM WILLINGNESS TO ACTION: SOCIO-ECONOMIC AND BEHAVIORAL DETERMINANTS OF RENEWABLE ENERGY ADOPTION IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Tayyab Zeeshan Shahid (University of Agriculture Faisalabad)

Salman Waseem (The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

Saria Jabeen (University of Agriculture, FSD)

- **LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ADDRESS LIVELIHOOD VULNERABILITY AND HOUSEHOLD DIETARY DIVERSITY IN DEVELOPING COUNTRIES: PATHWAYS TO RESILIENCE AND EQUITY (15 m)**

Mohsın Raza (MNS University of Agriculture Multan)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 14

Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 5:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 17/10/2025- 13:30

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/dib-cqbu-dxj

Session Chair: Prof. Dr. İlhan EGE/ Mersin Üniversitesi

- **EFFECTS OF MEDIA ON DEVELOPMENT OF EATING DISORDERS IN YOUNG FEMALES (15M)**

Anisa Riaz (University of Agriculture Faisalabad)

- **IMPACT OF URBANIZATION ON CLIMATE CHANGE: A CASE STUDY OF PUNJAB, PROVINCE OF PAKISTAN (15M)**

Azhar Iqbal (MNS Agricultural University)

- **DISSECTING DEPRIVATION IN PUNJAB, PAKISTAN: ZONAL DISPARITIES, GENDER DYNAMICS, AND EDUCATION'S ROLE IN MULTIDIMENSIONAL POVERTY (15M)**

Salman Waseem (The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

Qaisar Abbas (University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan)

Saria Jabeen (University of Agriculture, FSD)

Tayyab Zeeshan Shahid (University of Agriculture Faisalabad)

- **CIVIL SOCIETY'S CONTRIBUTION TO THE ADVANCEMENT OF SOCIAL JUSTICE (15M)**

Khazra Noor (University of Agriculture)

Saira Khanm (University of Agriculture, IAEERD)

Dr. Gulfam Hasan (University of Agriculture, Faisalabad)

- **ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND RURAL FUTURES: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR DIVERSIFICATION (15M)**

Jawad Anwar (Price Control & Commodities Management Department, Government of Punjab)
Shagufta Rasheed (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

- **TRUST LEVELS OF PHILANTHROPISTS IN NGOS: ANALYZING FUND UTILIZATION TRANSPARENCY IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Muhammad Faizan (The University of Faisalabad)

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

Rimsha Shahid (The University of Faisalabad)

- **THE TRANSFORMATION OF THE MAHALLA SYSTEM IN UZBEKISTAN (15M)**

Manzuraxon Yunusova (Andijan State University)

- **PHYTOREMEDIATIONANDWATERQUALITYENHANCEMENTFORMANKACANAL:MODERN STRATEGIES FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT, DERA GHAZI KHAN, PUNJAB (15M)**

Fatima Gulzar (Ghazi University)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 15

Saturday, October 18, 2025 at 11:30:00 AM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 09:30

English Online Session_2: https://meet.google.com/nvm-owzi-gex

Session Chair: Dr Mazilah Abdullah

- **GLOBAL FINANCIAL INSTABILITY IN THE ERA OF AI TECHNOLOGIES (15M)**

Shameem Chalil (Koneru Lakshmaiah Education Foundation, Vijayawada, Andhra Pradesh)

- **STRENGTHENING ORGANIZATIONAL MANAGEMENT MECHANISMS WITH CRISIS-MANAGEMENT PRINCIPLES IN THE AGE OF AI AND UNCERTAINTY (15M)**

Elena Khanzadyan (Management Development Institute of Singapore in Tashkent)

- **EXPLORATION OF TVET STUDENTS' PERCEPTION OF GENERATIVE AI BASED ON TECHNOLOGICAL ACCEPTANCE MODEL (15M)**

Diana Lee (Politeknik Sultan Azlan Shah)

- **AI DIGITAL SKILLS AND INNOVATION: THE ROLES OF KNOWLEDGE AND LEADERSHIP (15M)**

Muhammad Imran (The University of Faisalabad)

- **AI ETHICS: AN ANALYSIS OF TURKEY'S NATIONAL STRATEGY AND INTERNATIONAL DOCUMENTS (15M)**

Elif Miray Kasap (İnönü Üniversitesi)

- **AI ADOPTION AND SME PERFORMANCE IN THE DIGITAL ERA: UNPACKING THE ROLES OF STRATEGIC AGILITY, OPERATIONAL EFFICIENCY, AND DIGITAL LEADERSHIP (15M)**

Riffut Jabeen (Ghazi University, D.G. Khan)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 16

Saturday, October 18, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 11:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/vyy-ypea-qaq

Session Chair: Dr. Kağan Çavuşoğlu

- **NAVIGATING THE DIGITAL LANDSCAPE: ASSESSING THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON WELL-BEING (10M)**

Ananda Majumdar (North Central Theological Seminary, Kennedy University of Saint Lucia)

- **SALIENT OBJECT-FOCUSED IMAGE COMPRESSION USING ROI-BASED METHODS IN CONSTRUCTION SITE IMAGERY (15M)**

Sema Yıldırım (Selcuk University)

- **AI-POWERED DIGITAL TRANSFORMATION: SHAPING A BETTER FUTURE FOR PAKISTAN (15M)**

Abid Aziz (PTCL)

- **THE IMPACT OF MOBILE PAYMENT SYSTEMS ON CONSUMER SPENDING AND SAVING BEHAVIOR OF YOUTH IN FAISALABAD, PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Malaika Shahid (The University of Faisalabad)

Noor Amer (The University of Faisalabad)

- **GENERATIVE AI MEETS THE SOCRATIC METHOD: TOWARD A SELF-EVOLVING LEARNING ENVIRONMENT FOR HIGHER EDUCATION (15M)**

Sana Maqbool (The University of Faisalabad)

Majid Hussain (The University of Faisalabad)

AN OVERVIEW OF AUTOMOTIVE DEMAND FORECASTING METHODS (15M)

İlknur Tanrıverdi (Bursa Technical University)

- **THE MEDIATING EFFECT OF WORKERS' SELF EFFICACY BELIEF BETWEEN THE PERCEPTION OF ORGANIZATIONAL HEALTH LEVEL AND SILENT QUITTING BEHAVIOURS (10M)**

Pınar Çömez (Duzce University)

Ali Rokhman (Jenderal Soedirman University)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 17

Saturday, October 18, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 11:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/nvm-owzi-gex

Session Chair: Dr. Pınar Çömez

- **DIGITAL TRANSFORMATION AND CAPABILITIES FOR SUSTAINABLE SME GROWTH IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (15M)**

Muhammad Rizwan Ullah (The University of Faisalabad, Pakistan)

- **AI ADOPTION AND EMPLOYEE ENGAGEMENT: HOW DIGITAL LITERACY MAKES THE DIFFERENCE (15M)**

Dr. Maryam Saleem (The University of Faisalabad)

- **RETHINKING MONETARY POLICY FOR SUSTAINABLE DEBT REDUCTION IN PAKISTAN (15M)**

Rai Aqdas Hayat (UAF)

Nazia Tabasam (University of Agriculture Faisalabad)

- **IMPACT OF INCOME INEQUALITY ON ECONOMIC GROWTH OF PAKISTAN (15M)**

Farhana Gul (The University of Swabi)

- **PATHWAYS TO PROSPERITY: A STATISTICAL ANALYSIS OF ECONOMIC WELL-BEING AND INCLUSIVE GROWTH IN CHENGALPATTU DISTRICT, TAMIL NADU (15M)**

M. R. Ramesh (Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam)

- **DARK-SIDE OF GENERATIVE AI COLLABORATION AND EMPLOYEE CREATIVITY: THE ROLE OF AUTONOMY AND LEADERSHIP (15M)**

Maryam Liaqat (The University of Faisalabad)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 18

Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 12:30

English Online Session_1: https://meet.google.com/vyy-ypea-qaq

Session Chair: Dr. Üstün Yüksel

- **ECONOMIC IMPLICATIONS OF DIABETES MELLITUS: A CASE STUDY OF THE COST OF ILLNESS IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Sana Riasat (Planet, People & Peace (3Ps) in the Era of AI)

- **IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON EMPLOYEE PERFORMANCE AND ORGANIZATION GROWTH IN PAKISTAN (15M)**

Tahreem Nawaz (The University of Faisalabad)

- **THE ROLE OF WOMEN IN ENSURING DOMESTIC FOOD SECURITY IN RURAL COMMUNITIES: A COMPARATIVE STUDY OF PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Dr. Madiha Naz (UAF)

- **ESTIMATING AGRICULTURAL INCOME TAX REVENUE IN PAKISTAN: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR INSTITUTIONAL IMPROVEMENT (15M)**

Khadija Syed (Muhammad Nawaz Shreef University of Agriculture Multan, Pakistan)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 19

Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 12:30

English Online Session_2: https://meet.google.com/nvm-owzi-gex

Session Chair: Assoc. Prof. Azamat Maksudünov

- **ANALYZING THE CONSTRAINTS FACED BY IMPORTERS, PROCESSORS AND WHOLESALERS IN GHEE AND OIL INDUSTRY (15M)**

Fatima Zahid (The University of Faisalabad)

- **ANALYZING THE CONSTRAINTS FACED BY RETAILERS AND CONSUMERS IN THE PALM OIL INDUSTRY (15M)**

Wajeeha Nawaz (The University of Faisalabad)

- **ISSUES AND WAGE DIFFERENTIALS AMONG SEASONAL WORKERS IN THE SUGAR INDUSTRY IN JHANG DISTRICT (15M)**

Muhammad Farooq (University)

- **ECONOMIC FEASIBILITY OF SOLAR TUBE WELLS FOR RICE IRRIGATION IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Rahman Illahi (University of Agriculture Faisalabad)

- **SOCIOECONOMIC FACTORS OF BRAIN DRAIN IN PAKISTAN; ITS IMPLICATIONS ON ECONOMIC GROWTH (15M)**

Afeera Fatima (University of Agriculture, Faisalabad)

- **FINANCIAL LITERACY AND MANAGEMENT AMONG THE HOUSEHOLD WOMEN IN FAISALABAD (15M)**

Noor Amer (The University of Faisalabad)

Malaika Shahid (The University of Faisalabad)

- **PRACTICAL ASPECTS OF BIOGAS PRODUCTION TECHNOLOGIES AND BIOFUEL ENERGY USE (15M)**

Muxriddin Eshbekov (Termiz State University of Engineering and Agrotechnologies)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 20

Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 14:00

English Online Session_1: https://meet.google.com/vyy-ypea-qaq

Session Chair: Dr.Ahmet Erkasap

- **SURVIVING THE HEAT: A SYSTEMATIC REVIEW OF CLIMATE-INDUCED HEALTH RISKS AND SOCIOECONOMIC IMPACTS IN SOUTH ASIA (2020–2024) (15M)**

Muhammad Nafees (The University of Faisalabad)

Farhana Nosheen (GC University Faisalabad)

- **ADVANCING SUSTAINABILITY ADOPTION: THE ROLE OF INCENTIVES, CONSUMERISM, AND COMMUNITY ENGAGEMENT (10M)**

Muhammad Khan (The University of Faisalabad)

- **LEADER HYPOCRISY AND EMPLOYEE SOCIAL LOAFING: A MODERATED MEDIATION MODEL OF PSYCHOLOGICAL CONTRACT BREACH AND POWER DISTANCE ORIENTATION (15M)**

Dr. Muhammad Ahmad (TUF)

- **AGEING AND INCOME INEQUALITY (15M)**

Gulsum Akarsu (Ondokuz Mayıs University)

- **STUDENTS' PERCEPTIONS OF CHALLENGES IN IMPLEMENTING EXPERIENTIAL LEARNING ACTIVITIES TO ENHANCE ACADEMIC PERFORMANCE AT UNIVERSITY LEVEL (15M)**

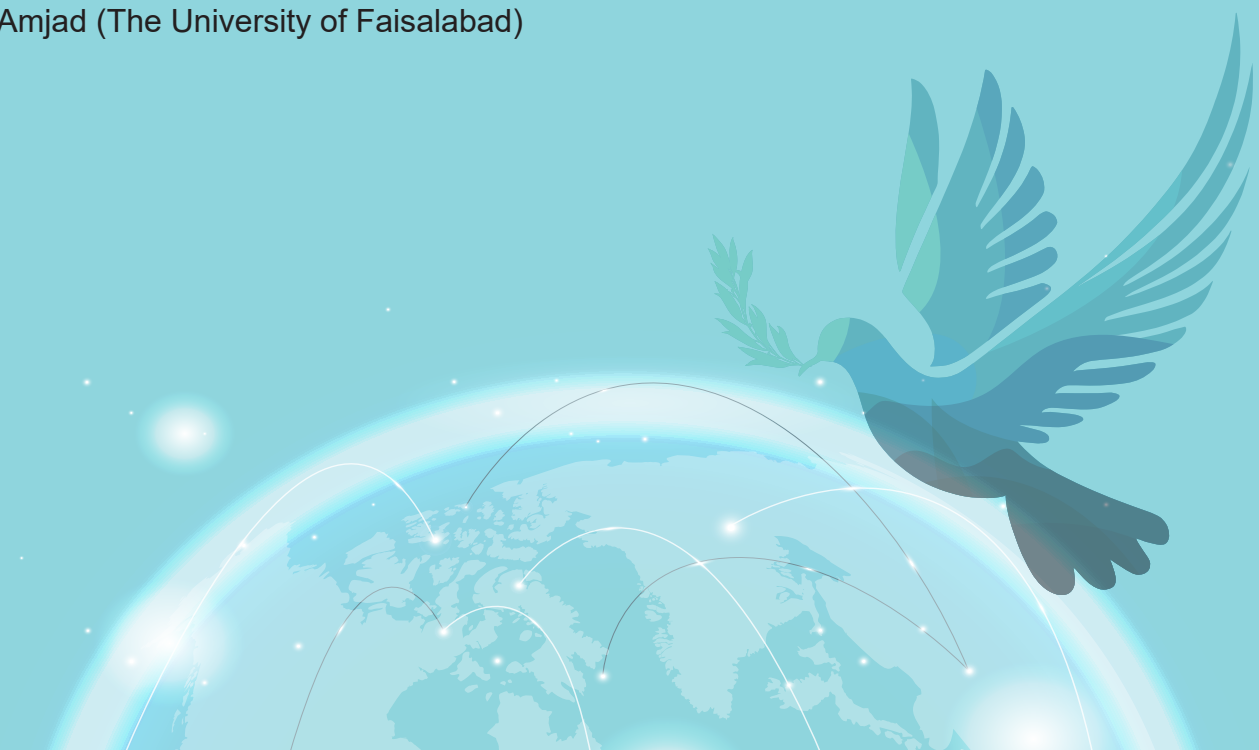
Aqeela Saghir (University of Agriculture Faisalabad Pakistan)

- **SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS AFFECTING EDUCATIONAL ATTAINMENT AMONG RURAL AND URBAN FEMALE STUDENTS IN DISTRICT NANKANA (15M)**

Habiba Amjad (UAF)

- **CSR-MIX AND SECTORAL SCORING: A FRAMEWORK FOR TRANSPARENT, INCLUSIVE, AND MEASURABLE CSR IN PAKISTAN (15M)**

Hafiz Hassan Amjad (The University of Faisalabad)



ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 21

Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Time: 18/10/2025- 14:00

English Online Session_2: https://meet.google.com/nvm-owzi-gex

Session Chair: Assoc. Prof. Hakan Emre Ziyagil

- **ENVIRONMENTAL POLLUTION AND ITS EFFECTS ON HUMAN HEALTH: A SOCIOLOGICAL STUDY IN DERA GHAZI KHAN CITY**

Sharjeel Saleem (Ghazi University Dera Ghazi Khan)

- **DIGITAL AND CLIMATE-SMART PATHWAYS FOR SUSTAINABLE FOOD AND ENERGY SYSTEMS IN PAKISTAN: TIME TO ACT (15M)**

Ashfaq Ahmad (Ghazi University)

- **IMPACT OF INTROVERSION AND EXTRAVERSION PERSONALITY TRAITS ON STUDENTS' LEARNING IN HIGHER EDUCATION LEVEL: A CASE STUDY AT UAF (15M)**

Aqeela Saghir (University of Agriculture Faisalabad Pakistan)

- **BRIDGING INNOVATION AND INCLUSION: NEW DIRECTIONS FOR GLOBAL EDUCATION (15M)**

Shagufta Rasheed (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

Nazia Tabasam (University of Agriculture Faisalabad)

Saria Jabeen (University of Agriculture, FSD)

- **AN ANALYSIS OF SPENDING BEHAVIOR AMONG THE UNIVERSITY STUDENTS: A CASE STUDY OF THE UNIVERSITY OF FAISALABAD (15M)**

Muhammad Faizan (The University of Faisalabad)

Sidra Ghulam Muhammad (The University of Faisalabad)

- **APPLICATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY (VR/AR) TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS AND DIGITALIZATION OF PEDAGOGICAL PRACTICES FOR MEDICAL STUDENTS AT FERGANA MEDICAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH (15M)**

Elyor Valitov (Fergana Medical Institute of Public Health)

- **WHAT MAKES USERS CLICK? INVESTIGATING THE LATENT FEATURES IN EDUCATION APP ICONS AND TITLES INFLUENCING DOWNLOADS (15M)**

Ahmad Bilal (The University of Lahore)

ENGLISH ONLINE SESSION – SESSION 22

Sat Oct 18 2025 16:00:00 GMT+0300 (GMT+03:00)

Turkish Time: 18/10/2025-14:00

https://meet.google.com/vyy-ypea-qaq

Session Chair: Assoc. Reşat Arıca

- **ENVIRONMENTAL POLLUTION AND ITS EFFECTS ON HUMAN HEALTH: A SOCIOLOGICAL STUDY IN DERA GHAZI KHAN CITY (15M)**

Sharjeel Saleem (Ghazi University Dera Ghazi Khan)

- **AI-DRIVEN FORECASTING OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION, ENERGY RECOVERY, AND BIOCHAR PRODUCTION POTENTIAL IN DERA GHAZI KHAN (2022–2050) (15M)**

Nosheen Mirza (Ghazi University)

- **LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING POULTRY MANURE COMPOSTING AND ENHANCING SUSTAINABLE AGRICULTURE PRODUCTION (15M)**

Nosheen Mirza (Ghazi University)

- **ARTIFICIAL INTELLIGENCE–DRIVEN INSIGHTS INTO BIOCHAR–NANOPARTICLE SYNERGY FOR ENHANCING ARSENIC TOLERANCE IN NEEM PLANT (15M)**

Nosheen Mirza (Ghazi University)

- **THE FUTURE OF LOGISTICS OPERATIONS IN BUSINESSES: THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (15M)**

Ahmet Aydın (İstanbul Nişantaşı Üniversitesi)

Turkish
Online Session

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 1

Thursday, October 16, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Türkiye Saati: 16/10/2025- 11:00

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Sena Altın (Kayseri Üniversitesi)

- **SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM, GIDA VE ENERJİ SİSTEMLERİ** (15M)

Furkan Doğan (Fırat Üniversitesi)

- **SOLAR ENERGY POLICIES IN TURKEY AND COMPARATIVE LESSONS FROM EUROPE** (15M)

Mehmet Tunçer(Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Hasret Kaya(Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Yasin Çağlar Kaya(Karadeniz Teknik Üniversitesi)

- **TURKEY'S 2025 AREAL RAINFALL FORECAST** (15M)

Burhan Bahadır (Tarım Orman)

Ufuk Karadavut (Karabük Üniversitesi)

- **DİSTRİBÜTÖRLÜK ANLAŞMALARININ ETİK BOYUTLARI VE TEDARİK ZİNCİRİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: TÜRKİYE'DE BİR ACENTE TEORİSİ PERSPEKTİFİ** (15M)

Murat ATILGAN (Batman Üniversitesi)

Osman Yılmaz (Batman Üniversitesi)

- **KÜRESEL PİYASA KOŞULLARI ALTINDA ORTA ASYA'DA BÖLGESEL STRATEJİK İŞ BİRLİĞİ SAĞLAMAYA YÖNELİK BİLİMSEL İNOVASYON YAKLAŞIMI** (15M)

Kamaldin Yunusov (Andijan State University)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 2

Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Türkiye Saati: 16/10/2025- 12:30

Turkish Online Session: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Ayşe Meriç Yazıcı (İstanbul Gelişim Üniversitesi)

• **YÜKSEKÖĞRETİMDE DİJİTALLEŞEN DANIŞMANLIK: SANAL OFİS VE ASİSTAN UYGULAMALARININ DENEYİMSEL İNCELEMESİ** (15M)

Orkun Şen (Anadolu University)

• **YAPAY ZEKâ DESTEKLİ ATIK SINIFLANDIRMA VE YÖNLENDİRME SİSTEMİ: AKILLI KAMPÜS UYGULAMASI** (15M)

Neşe Karçık

Dilara Kaymaz

▪ Ayşe Meriç Yazıcı (İstanbul Gelişim Üniversitesi)

• **DİJİTAL UÇURUM: GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE EŞİTSİZLİKLERİN AZALTILMASINA YÖNELİK POLİTİKA ÖNERİLERİ** (15M)

Kevser Gündüz (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi)

• **VERİ ODAKLI GASTRONOMİ SİSTEMLERİ: YAPAY ZEKÂNIN YÖRESEL MUTFAK MİRASININ KORUNMASI VE TOPLUMSAL BÜTÜNLEŞMEYE ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME** (15M)

Rukiye Saydam Şaşı (Kocaeli Üniversitesi)

Bilsen Bilgili (Kocaeli Üniversitesi)

• **KURGAN VE YAPAY ZEKA: TÜRKİYE'DE VERGİ DENETİMİNDE DİJİTAL DEVRİM** (15M)

Gümrah Can Başdağ (Gümrah Can Başdağ)

• **MOBİL BANKACILIKTA DİJİTAL SESLİ ASİSTAN HİZMET KALİTESİ, DENEYSEL BİR KARŞILAŞTIRMA** (15M)

Özkan Çıtak (Akdeniz University)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 3

Thursday, October 16, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Türkiye Saati: 16/10/2025- 14:00

Oturum Başkanı: Dr. Tuğçe Metin (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)

- **SÜRDÜRÜLEBİLİR KAYNAK KULLANIMI EKSENİNDE KÜRESEL KALKINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİN GELECEĞİ** (15M)

Sinan Şentürk (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Serpil Ağcakaya (Süleyman Demirel Üniversitesi)

- **NATURAL DISASTERS, UNCERTAINTY, AND ECONOMIC BEHAVIORS: INSIGHTS FROM THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES** (15M)

Tuğçe Metin (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)

- **YEŞİL TAHVİLLERİN GELİŞMİŞ ÜLKELERİN FİNANSAL PİYASALARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ** (15M)

Abdullah Ferit Erol (Batman Üniversitesi)

- **OFİS ÇALIŞANLARININ CHATGPT KULLANIM DAVRANIŞLARI: KİŞİSELLEŞTİRME, GÜVEN VE TAVSİYE NİYETİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA** (15M)

Orkun Şen (Anadolu University)

- **PARA ÜRETİM SÜRECİNDE FİRMA, BANKA VE MERKEZ BANKASI İLİŞKİSİNİN MUHASEBESİ: POST KEYNESYEN BAKIŞ** (15M)

Özgür Özkan (YMM ofisi)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 4

Thursday, October 16, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 7:00:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Türkiye Saati: 16/10/2025- 15:30

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Semih Aktuğ (Siirt Üniversitesi)

- **STRATEGIES TO REDUCE POVERTY IN DEVELOPING COUNTRIES** (15M)

Semih Aktuğ (Siirt Üniversitesi)

- **ONE OF THE DYNAMICS OF THE HEALTH SECTOR IN OUR CENTURY: THE PLACE OF EXOSOMES IN DIAGNOSIS AND TREATMENT** (15M)

Leyla Bahar (Mersin Üniversitesi)

- **HİSTOPATOLOJİK TANIDA YAPAYZEKA: 21. YÜZYILIN YENİ ASİSTANI** (15M)

Leyla Bahar (Mersin Üniversitesi)

- **TURKEY'S 2025 AREAL TEMPERATURE STATUS** (15M)

Burhan Bahadır (Tarım Orman)

Ufuk Karadavut (Karabük Üniversitesi)

- **MULTILINGUAL AI AND DIGITAL INEQUALITY IN UZBEKISTAN: PATHWAYS TO EQUITABLE DEVELOPMENT (15M)**

Eldar Asanov (National Archaeological Center of the Academy of Sciences of Uzbekistan)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 5

Friday, October 17, 2025 at 11:30:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Türkiye Saati: 17/10/2025- 09:30

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOÇ/ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

- **AR-GE TEŞVİKLERİNİN SANAYİ KATMA DEĞERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE 2009–2024**

İsmail Koç (Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi)

Recep Koç (Bağımız Araştırmacı)

- **TURİZMDE ÜRETKEN YAPAY ZEKANIN İKİLİ DOĞASI: DEĞERİN BİRLİKTE YARATIMI VE YIKIMINA YÖNELİK BÜTÜNSEL BİR YAKLAŞIM** (15M)

Birsel Tepebaşı (İstanbul Nişantaşı Üniversitesi)

Bilsen Bilgili (Kocaeli University)

- **MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARINDA KULLANICI DENEYİMİ: E-NABIZ ÜZERİNE BİR İÇERİK ANALİZİ** (15M)

Fikret Işık (Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi)

- **İŞYERİ NEZAKETSİZLİĞİNİN İŞ STRESİNİN ÜRETKENLİK KARŞITI İŞ DAVRANIŞLARINA ETKİSİNDE İŞ STRESİNİN ARACI ROLÜ** (15M)

Mustafa Şeker (Nearest University)

- **EKOLOJİK AYAK İZİNİN MİNİMİZE EDİLMESİ: SIFIR ATIK PROJESİ VE ÇEVRESEL GÜVENLİK İLİŞKİSİ**

İbrahim Yıldız (Siirt Üniversitesi)

- **GREEN ARTİFİCİAL INTELLİGENCE IN BUSİNESS: A BİBLİOMETRİC ANALYSİS** (15M)

Tuba Bıyıkbeyi (Kilis 7 Aralik University)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 6

Friday, October 17, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Türkiye Saati: 17/10/2025- 12:30

Oturum Başkanı: Dr.Şerife Karagöz (Avrasya Üniversitesi)

- **DİJİTAL LİDERLİK, OKUL İKLİMİ VE ÖĞRETMEN DİJİTAL ÖZYETERLİLİĞİ: YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA DÖNÜŞÜM MODELİ** (15M)

Mahmut Karakaya (Bağımsız Araştırmacı)

- **MESLEKİ TÜKENMİŞLİĞİN İŞ DOYUMU ÜZERİNE ETKİSİ: BATMAN ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ** (15M)

Yavuz Elitok (Batman üniversitesi)

- **DIGGING THEİR OWN GRAVE? EXPLORİNG TRADITIONAL ENTREPRENEURS' DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AWARENESS** (15M)

Oğuzhan Aytar (Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi)

- **A COMPARİSON OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP AND FOUNDATİON VOLUNTEERİNG FROM A SOCIAL VALUE PERSPECTIVE** (15M)

Oğuzhan Aytar (Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi)

- **ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN STRESLE BAŞA ÇIKMA BECERİSİNİ GELİŞTİRMEDE BDT, ACT VE MİNDFULNESS'IN ROLÜ: BİR DERLEME** (15M)

Merve Nur Koçakoğlu (Konya Teknik Üniversitesi)

Mustafa Güler (Selçuk Üniversitesi)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 7

Friday, October 17, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/nfp-chwh-qba

Türkiye Saati: 17/10/2025- 14:00

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Özel (Kastamonu Üniversitesi)

- **COMPARATİVE ANALYSİS OF THALAMİC NUCLEİ VOLUME ALTERATİONS İN SELECTED NEUROPSYCHİATRİC DİSORDERS**

Menşure Şahin (Karabuk University)

Necati Emre Şahin (Karabuk University)

Şeyma Toy (Karabuk University)

- **SARCOIDOSIS OR TUBERCULOSIS – OR BOTH?** (15M)

Hatice Elmas (Institute of Pathology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf UKE- and (ARCN), (DZL), Germany and Vocational School of Health Services, Malatya Turgut Ozal University)

Ayfer Kılıç (Vocational School of Health Services, Malatya Turgut Ozal University, Malatya, Türkiye)

- **VOLUMETRIC INSIGHTS INTO THE AMYGDALA ACROSS MAJOR PSYCHIATRIC DISORDERS** (15M)

Menşure Şahin (Karabuk University)

Necati Emre Şahin (Karabuk University)

Şeyma Toy (Karabuk University)

- **YAPAY ZEKADA ETİK DÖNÜM NOKTASI: İNSAN ONURU VE DİJİTAL BARIŞ** (15M)

Sabiha Kılıç (Hitit University)

- **PHYSIOTHERAPY PRACTICES IN THE HEALTHCARE SECTOR IN THE 21st CENTURY: THE EMERGING ROLE OF TELEREHABILITATION** (15M)

Mert Uysal (Karabuk University)

- **AGEING POPULATION IN THE 21st CENTURY: HEALTHY AND ACTIVE AGEING** (15M)

Mert Uysal (Karabuk University)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 8

Friday, October 17, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 7:00:00 PM GMT+3

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/iwa-nbef-ceq

Türkiye Saati: 17/10/2025- 15:30

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Berrin Sarıtunç

- **TÜRKİYE'DE 6-7 ŞUBAT DEPREMİ SONRASINDA GÖÇ EDEN BİREYLERİN SOSYAL UYUM ÇABALARI** (15M)

Ceylan Kardas (Batman Üniversitesi)

- **DEVELOPMENT OF SYNTHETİC BREAD WHEAT BY USİNG WİLD EMMER (T. DİCOCCOİDES) AND DURUM WHEAT (T. DURUM)** (15M)

Melike Biçici (Çukurova Üniversitesi)

Zain Ali (Çukurova University)

Mihriban TAŞ (Cukurova University)

- **KIRGIZİSTAN MÜCEVHER SEKTÖRÜNDE DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ**

Tansuluu Usenalieva (Kyrgyz-Turkish Manas University)

Azamat Maksudunov (Kyrgyz-Turkish Manas University)

- **EVALUATİON OF THE POTENTİAL OF SAİNFOİN (ONOBRYCHİS VİCİİFOLİA) İN SUSTAİNABLE AGRİCULTURE: AGRONOMİC, GENETİC, AND ARTİFİCİAL INTELLİGENCE PERSPECTİVES** (15M)

Sevim Döndü Kara Öztürk (Çukurova Üniversitesi)

- **SEED TRAITS AND YIELD RELATIONSHIPS IN SOYBEAN (GLYCINE MAX L.) LINES GROWN AS A SECOND CROP UNDER CUKUROVA CONDITIONS** (15M)

Mihriban Taş (Cukurova University)

Zain Ali (Çukurova University)

Melike Biçici (Çukurova Üniversitesi)

- **YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ TARIM TEKNOLOJİLERİNİN TARIM İŞÇİLERİ ÜZERİNDEKİ SOSYO EKONOMİK ETKİLERİ** (15M)

Banu Özbucak Albar (Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi)

- **YSA, SVR VE ARIMA MODELLERİYLE GÜNLÜK ENERJİ TAHMİNİ VE BELİRSİZLİK ANALİZİ** (15M)

Suleyman Kose (Izmir Katip Celebi University)

Bayram Köse (İzmir Bakırçay Üniversitesi)

Ceyda Mülayim (İzmir Bakırçay Üniversitesi)

- **THE ROLE OF WORKING LIFE IN LIFE SATISFACTION: A LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS OF THE 2024 SURVEY** (15M)

Zeynep Görgülü (Selçuk University)

Hasan Bozgeyikli (Selçuk University)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 9

Saturday, October 18, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Türkiye Saati: 18/10/2025- 11:00

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/iwa-nbef-ceq

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Şerife Karagöz

- **ARTİFİCİAL INTELLIGENCE GUIDANCE IN INSTRUMENT LEARNING USING SOUND AND IMAGE ANALYSIS** (15M)

Hakan Emre Ziyagil (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)

- **DİJİTAL İKİZ TEKNOLOJİLERİNİN DAYANIKLI KENTLER ÜZERİNDEKİ ROLÜ** (15M)

Betül Ertoy Sarıışık (Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi)

- **CORRELATION NETWORK ANALYSIS OF URBAN IMAGE COMPONENTS: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ** (15M)

Ömer Büyükbaş (KSÜ)

- **KADIN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE DİJİTAL FARKINDALIK VE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞI İLİŞKİSİ: DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN BİR ANALİZ**

Okan Koç (Balıkesir Univercity)

- **KADINLARDA SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE DİJİTAL GİRİŞİMCİLİK: KADINA YÖNELİK ŞİDDETLE MÜCADELEDE TEKNOLOJİ TABANLI UYGULAMALAR** (15M)

Okan Koç (Balıkesir Univercity)

- **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VERİLERİNİN SAĞLIK YÖNETİMİNDE KULLANIMI: YAPAY ZEKÂ İLE POLİTİKA KARARLARINI DESTEKLEMEK** (15M)

Seçil Ergül (İstanbul Beykent Üniversitesi)

- **DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN İŞ YAŞAMINA ETKİLERİ :ZOOM YORGUNLUĞU** (15M)

Esra Akay (Bozok Üniversitesi)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 10

Saturday, October 18, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3

Türkiye Saati: 18/10/2025- 12:30

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/iwa-nbef-ceq

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Mücahit ÇAYIN (Batman Üniversitesi)

- **EARLY DIAGNOSIS AND STAGING OF LIVER CIRRHOSIS: THE USE OF MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING ALGORITHMS**

Betül Karabudak (Karabuk University)

- **MULTI-OMIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE– BASED APPROACHES IN EARLY DIAGNOSIS OF LUNG CANCER**

Betül Karabudak (Karabuk University)

- **YAPAY ZEKÂ ODAKLI MOLEKÜLER HEDEF AVI: ANTİ-KANSER İLAÇ KEŞFİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR** (15M)

Seda Bulut (İstanbul Beykent Üniversitesi)

- **PAKİSTAN EKONOMİSİNDE MAKROEKONOMİK VE ENERJİ FAKTÖRLERİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: AMPİRİK BİR ANALİZ** (15M)

Muhammet Kerem Güneş (Batman University)

Bayram Kayantaş (Batman Üniversitesi)

Mücahit Çayin (Batman Üniversitesi)

- **KÜRTAJ YAPTIRAN KADINLARIN KARAR SÜREÇLERİNE, KÜRTAJ ANINA VE SONRASINA DAİR DENEYİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI** (10m)

Elif Kara (Sakarya Universitesi)
Gamze Özbayrak (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa)
Ömer Miraç Yaman (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa)

TURKISH ONLINE SESSION – SESSION 11

Saturday, October 18, 2025 at 4:00:00 PM GMT+3 – Saturday, October 18, 2025 at 5:30:00 PM GMT+3

Türkiye Saati: 18/10/2025- 14:00

Turkish Online Session_1: https://meet.google.com/iwa-nbef-ceq

Oturum Başkanı: Seda BULUT (İstanbul Beykent Üniversitesi)

- **ABD PAKİSTAN İLİŞKİLERİNİN STRATEJİK ARKA PLANI** (15M)

İzzettin Kayapınar (Batman Üniversitesi)

- **APPLICATION OF TRANSIT SEARCH AND GOLDEN JACKAL OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY SETTINGS IN POWER GRIDS** (15M)

İbrahim Arslanoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

İsmail Hakkı Altaş (Ostim Teknik Üniversitesi)

- **KRİZ DÖNEMİNDE ÖRGÜTSEL DAYANIKLILIKLA YENİDEN YAPILANMA: ÖRGÜTSEL ÖĞRENME YETENEĞİNİN İHRACAT FİRMALARININ ÜRÜN İNOVASYONU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ** (15M)

Aybige Özer Koçak (İstanbul Beykent Üniversitesi)

- **THE ROLE OF PYROLYSIS TECHNOLOGY IN THE INTEGRATION OF AGRİCULTURE, FOOD, AND ENERGY** (15M)

Ayse Açıkkapı (Karabük Üniversitesi)

- **THE POTENTIAL OF AGRICULTURAL WASTES IN THERMOCHEMICAL BIOMASS CONVERSION TECHNOLOGIES** (15M)

Ayse Açıkkapı (Karabük Üniversitesi)

Turkish
In Person

TURKISH IN-PERSON – SESSION 1

Thursday, October 16, 2025 at 1:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 2:30:00 PM GMT+3

Hall_1: 203- (TUF)

Doç. Dr. Gökben Bayramoğlu/ Hitit Üniversitesi

- **MEDENİYET GETİREN "YABANCI KRAL" OLARAK YAPAY ZEKÂ: "PERSON OF INTEREST" DİZİSİ ÜZERİNDEN KÜLTÜREL VE SİYASAL BİR OKUMA** (15M)

Gökben Bayramoğlu (Hitit Üniversitesi)

Nida PALABIYIK (Yozgat Bozok Üniversitesi)

- **INTEGRATION OF TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION INTO DIGITAL TRANSFORMATION** (15M)

Muzaffer Bimay (Batman University)

- **TOPLUMSAL DAYANIŞMA VE ÜÇÜNCÜ KUŞAK HAKLAR BAĞLAMINDA BARIŞIN SOSYOLOJİK TEMELLERİ** (15M)

Talha Turhan (Erciyes Üniversitesi)

- **KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ AMPİRİK UYGULAMA** (15M)

Mehmet Ferhat Çelik (Selçuk University)

Selçuk Balı (Selçuk University)

- **KURUMSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSAL BİLGİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: TEORİK BİR DEĞERLENDİRME** (15M)

Mehmet Ferhat Çelik (Selçuk University)

Selçuk Balı (Selçuk University)

- **ÇALIŞAN ANNELERİN ÖZ ŞEFKAT VE EBEVEYN TÜKENMİŞLİĞİ DÜZEYLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ** (15M)

Mustafa GÜLER (Selçuk Üniversitesi)

Nevriye Şenses (Selçuk Üniversitesi)

- **PSİKOLOJİK DANIŞMADA YAPAY ZEKA KULANIMI:AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI**

Ayşe Bozgeyikli (Necmettin Erbakan Üniversitesi)

Selahattin Avşaroğlu (Necmettin Erbakan Üniversitesi))

TURKISH IN-PERSON – SESSION 2

Thursday, October 16, 2025 at 2:45:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 4:15:00 PM GMT+3

Hall_1: 203- (TUF)

Prof. Dr. Hasan Bozgeyikli (Selçuk University)

- **DİJİTAL VATANDAŞLIK VE OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE ETİK DEĞERLER: TEORİK BİR MODEL ÖNERİSİ** (15M)

H. Buluthan Çetintaş (Necmettin Erbakan University)

- **PREPARING YOUNG PEOPLE FOR UNCERTAINTY: CAREER AGILITY** (15M)

Ayhan Ünal (Selçuk Üniversitesi)

Hasan Bozgeyikli (Selçuk University)

- **SAĞLIK OKURYAZARLIĞI NEDEN ÖNEMLİ** (15M)

Ufuk Karadavut (Karabük üniversitesi)

Mehmet Murat Şahin (Karabük Üniversitesi)

İlkay Karadavut (Bolu Abant İzzet Baysal)

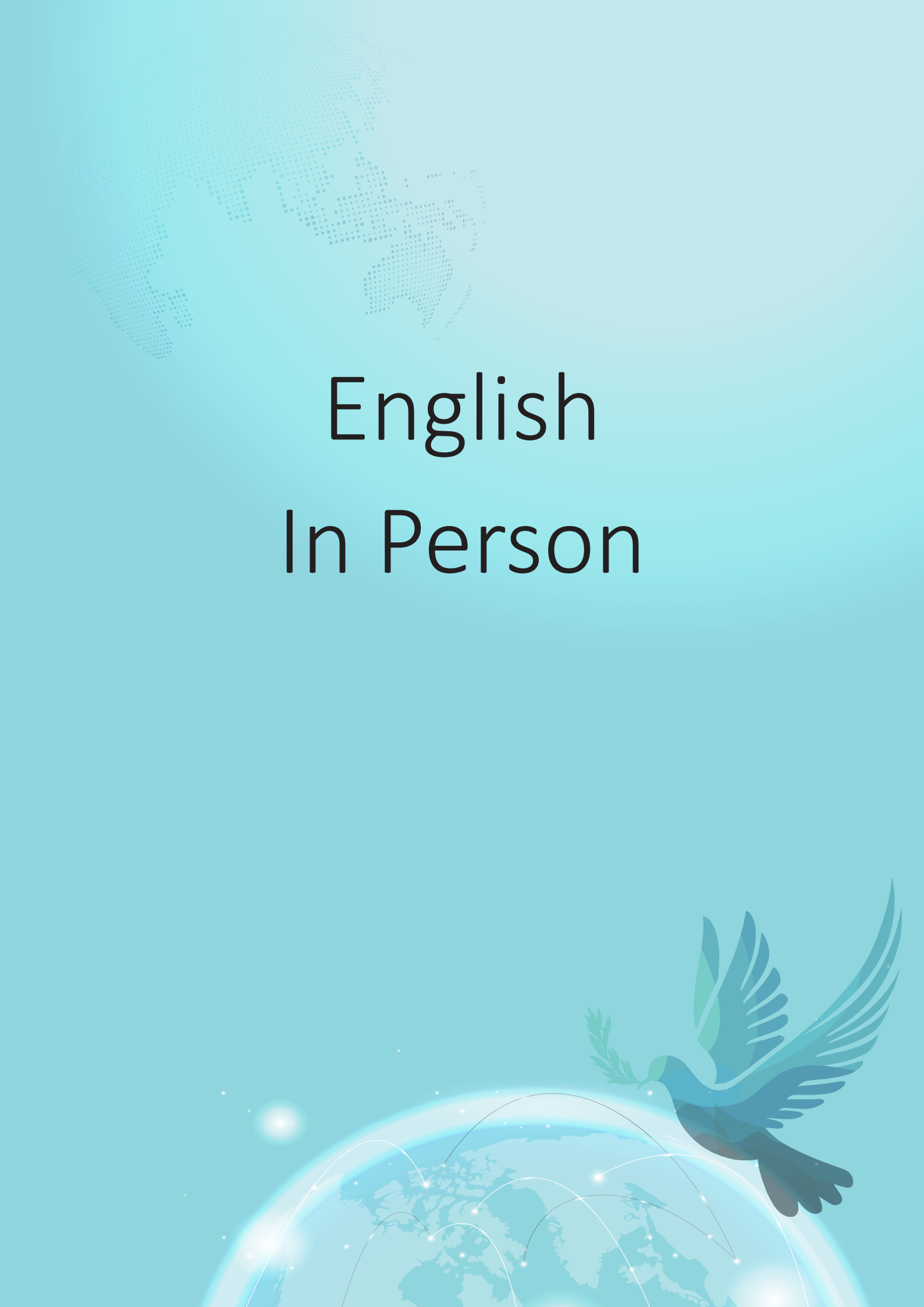
- **HAYATIMIZDAKİ FİTOTERAPİ** (15M)

Mehmet Murat Şahin (Karabük Üniversitesi)

Ufuk Karadavut (Karabük üniversitesi)

Sinem Şahin (Hacettepe Üniversitesi)

English
In Person



ENGLISH IN-PERSON – SESSION 1 TUF

Thursday, October 16, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Hall: 201

Pakistan Time: 16/10/2025: 14:00-15:30

Chairperson: Dr. Avais Tahir

- **IMPACT OF TECHNICAL TASKS, PROJECT MANAGEMENT COMPETENCIES, AND FINANCIAL TASKS ON PROJECT SUCCESS WITH MODERATION BY PROJECT COMPLEXITY AND MEDIATION BY GREEN ENERGY (15M)**

Dr. Muhammad Imran Majeed (The University of Faisalabad)

- **EXPLORING THE INFLUENCE OF MARKETING STRATEGIES ADOPTED BY EMIRATES AIRLINE, QATAR AND ETIHAD AIRWAYS ON PASSENGER EXPERIENCES AND PREFERENCES IN PAKISTAN'S AVIATION SECTOR (15M)**

Abdul Salam (The University of Faisalabad)

- **DIGITALIZATION AND THE WELL-BEING OF PATIENTS: ENHANCING HEALTH OUTCOMES IN THE DIGITAL AGE (15M)**

Samra Subhani (The University of Faisalabad, Saleem Campus Faisalabad)

- **PERCEPTION OF SELF THROUGH SHARED CONTENT ON FACEBOOK: A USES AND GRATIFICATION APPROACH IN THE AGE OF AI (15M)**

Zarnab Rouf (The University of Faisalabad)

- **INFLUENCE OF SUSTAINABLE MARKETING ON REPEAT PURCHASE BEHAVIOR (15M)**

Mubbashra Habib (The University of Faisalabad)

- **LINGUISTIC JUSTICE AS SOCIAL JUSTICE: RE-EVALUATING PAKISTAN'S LANGUAGE POLICIES FOR REGIONAL LANGUAGES RIGHTS AND EQUITY (15M)**

Katsiaryna Hurbik (The University of Faisalabad)

- **AI-ASSISTED PERSONALIZED DIGITAL ADVERTISING AND CONSUMER BEHAVIOUR: A SYSTEMATIC REVIEW THROUGH THE LENS OF ETHICAL CONCERNS (15M)**

Syed Ali (Beaconhouse International College)

- **MONITORING IMPACT OF DIFFERENT LAND USE AND SEASONAL RAINFALL VARIATIONS ON GROUNDWATER QUALITY PARAMETERS IN BAHAWALPUR CITY (15M)**

Muhammad Nadeem (The Islamia University of Bahawalpur Pakistan)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 2_ TUF

Thursday, October 16, 2025 at 3:45:00 PM GMT+3 – Thursday, October 16, 2025 at 5:15:00 PM GMT+3

Hall: 201

Pakistan Time: 16/10/2025: 15:45-17:15

Chairperson: Prof Dr. Sofia Anwar

• THE KRA CANAL'S IMPACT ON THE SOCIO-ECONOMIC AND POLITICAL TRAJECTORIES OF MALAY MUSLIMS IN PATANI, SOUTHERN THAILAND: A HISTORICAL AND PROSPECTIVE ANALYSIS (10M)

Musa Alptekin (Journalism and Mass Communication University)

• TOWARD INCLUSIVE DIGITAL FUTURES: A MULTI-METHOD ECONOMETRIC, STRUCTURAL, AND QUALITATIVE ANALYSIS OF DIGITAL TRANSFORMATION AND SOCIETAL WELL-BEING IN ASIA (2000–2025) (15M)

Muhammad Mahmood (Virtual University of Pakistan)

• TECHNOLOGICAL INNOVATION, SUSTAINABLE CAPITAL, CYBERSECURITY, AND ENERGY TRANSITION AS DRIVERS OF SOCIO-DIGITAL DEVELOPMENT: EVIDENCE FROM SAARC ECONOMIES (2000–2025) (15M)

Qamar Ali (Virtual University of Pakistan)

Maryam Bibi (Government College University Faisalabad)

Hasan Zulfiqar (University of Agriculture Faisalabad)

• A STUDY ON MARKETING STRATEGIES AND CONSUMER BEHAVIOR TOWARDS COLA NEXT® (15M)

Nimra Anjum (The University of Faisalabad)

• AI-DRIVEN FORECASTING OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION, ENERGY RECOVERY, AND BIOCHAR PRODUCTION POTENTIAL IN DERA GHAZI KHAN (2022–2050)

Nosheen Mirza (Ghazi University)

• LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING POULTRY MANURE COMPOSTING AND ENHANCING SUSTAINABLE AGRICULTURE PRODUCTION

Nosheen Mirza (Ghazi University)

• ARTIFICIAL INTELLIGENCE–DRIVEN INSIGHTS INTO BIOCHAR–NANOPARTICLE SYNERGY FOR ENHANCING ARSENIC TOLERANCE IN NEEM PLANT

Nosheen Mirza (Ghazi University)

• IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CORPORATE GOVERNANCE AND FINANCIAL ACCOUNTABILITY (15M)

Asma Firdous (International Maarif School, Islamabad)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 3 UAF

Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 12:00:00 PM GMT+3

Hall: CAS

Pakistan Time: 17/10/2025: 10:30-12:00

China-Pakistan Economic Corridor: Addressing the Grievances of Pakistan's Marginalized Provinces Naveed Anjum (The University of Faisalabad)

Chairperson: Dr. Raza Ullah

- **A COMPARATIVE ECONOMIC ANALYSIS OF OILSEED AND WHEAT PRODUCTION: A CASE STUDY OF DISTRICT KHUSHAB, PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Sanjina Naeem (University of Agriculture, Faisalabad)

- **IMPACT OF SPECIAL SAVINGS CERTIFICATES (SSCS) ON PAKISTAN'S GDP (15M)**

Qamar Ul Islam (University of Agriculture, Faisalabad)

- **IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN (15M)**

Zainab Bibi (University of Agriculture Faisalabad)

- **TEACHERS AND PARENTS BEHAVIORS ABOUT PRIVATIZATION OF PUBLIC SCHOOLS IN PUNJAB PROVINCE (15M)**

Aqsa Munawar (University of Agriculture Faisalabad)

Aqeela Saghir (University of Agriculture Faisalabad Pakistan)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 4 UAF

Friday, October 17, 2025 at 10:30:00 AM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 12:00:00 PM GMT+3

Hall: AFS

Pakistan Time: 17/10/2025: 10:30-12:00

Chairperson: Dr. Rakhshanda Kousar

- **ASSESSING THE POPULATION, CLIMATE, AND URBANIZATION NEXUS IN SOUTHERN PUNJAB: A QUANTITATIVE ANALYSIS OF MIGRATION AND URBAN STRAIN (15M)**

Shama Mushtaq (University of Agriculture Faisalabad)

Laraib Manzoor (The University of Faisalabad)

- **PULSES PRODUCTION AS AN IMPORT SUBSTITUTION STRATEGY IN PAKISTAN: ANALYZING FARM LEVEL DRIVERS AND INSTITUTIONAL SUPPORT (15M)**

Muhammad Qadeer Ashraf (University of Agriculture Faisalabad)

Azhar Abbas (University of Agriculture, Faisalabad)

- **SOCIO ECONOMIC ANALYSIS OF CITRUS VALUE CHAIN IN PUNJAB: MAPPING OF ACTORS FOR COMPETITIVENESS OF CITRUS TRADE (15M)**

Muhammad Rauf (University of Agriculture, Faisalabad)

- **ROLE OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY IN FINANCIAL INCLUSION OF FEMALE ENTREPRENEURS IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Tahira Sadaf (Institute of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Social Sciences, University of Agriculture, Faisalabad)

Ayesha Rouf (Institute of Agricultural and Resource Economics, University of Agriculture Faisalabad)

- **IMPACT OF MECHANICALLY TRANSPLANTED (MT) TECHNOLOGY ON RICE PRODUCTIVITY AND FARMER'S LIVELIHOODS IN PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Wisha Raza (University of Agriculture, Faisalabad)

Tahira Sadaf (Institute of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Social Sciences, University of Agriculture, Faisalabad)

Ayesha Rouf (Institute of Agricultural and Resource Economics, University of Agriculture Faisalabad)

- **PERCEIVED EFFECTIVENESS OF INTRINSIC AND EXTRINSIC MOTIVATION ON ACADEMIC ACHIEVEMENTS OF STUDENTS AT UNDERGRADUATE LEVEL (15M)**

Sara Amber (University of Agriculture Faisalabad)

Aqeela Saghir (University of Agriculture Faisalabad Pakistan)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 5 UAF

Friday, October 17, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Hall: CAS

Pakistan Time: 17/10/2025: 14:00: 15:30

Chairperson: Dr. Amjad Iqbal

- **THE IMPACT OF THE SEHAT SAHULAT PROGRAM ON OUT-OF-POCKET EXPENSES AND DISPOSABLE INCOME OF HOUSEHOLDS IN PUNJAB, PAKISTAN** (15M)

IZHAR UL HAQ (University of Agriculture Faisalabad)

- **IMPACT OF GENDERED TIME POVERTY ON NUTRITIONAL OUTCOMES IN PUNJAB'S AGRICULTURAL SECTOR** (15M)

Ayesha Rouf (Institute of Agricultural and Resource Economics University of Agriculture Faisalabad)

Tahira Sadaf (Institute of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Social Sciences, University of Agriculture, Faisalabad)

- **IMPACT OF DEMOGRAPHIC VARIABLES ON ECONOMIC GROWTH IN SOUTH ASIAN COUNTRIES: A PANEL DATA ANALYSIS** (15M)

Sara Nayyab Sara Nayyab (University of Agriculture, Faisalabad)

- **EMPOWERMENT AS A PATHWAY TO FOOD SECURITY: A SYSTEMATIC REVIEW OF EVIDENCE FROM SOUTH ASIA** (15M)

Zaeema Farooq (University of Agriculture Faisalabad)

- **THE IMPACT OF FOREIGN AID ON ECONOMIC DEVELOPMENT: A CRITICAL ANALYSIS** (15M)

Saria Jabeen (University of Agriculture, FSD)

Salman Waseem (The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

Tayyab Zeeshan Shahid (University of Agriculture Faisalabad)

Shagufta Rasheed (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

- **ENSURING CIRCULAR ECONOMY THROUGH BIODIVERSITY CONSERVATION: A CONCEPTUAL OVERVIEW FOR POLICY AND PRACTICE** (15M)

Azhar Abbas (University of Agriculture, Faisalabad)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 6 TUF

Friday, October 17, 2025 at 2:00:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 3:30:00 PM GMT+3

Hall: 201

Pakistan Time: 17/10/2025: 14:00-15:30

Chairperson: Dr. Majid Hussain

- **DIGITAL ADOPTION, FAMILY FIRMS, AND REGULATORY BARRIERS: TURNING CONSTRAINTS INTO DRIVERS OF CIRCULAR ECONOMY PRACTICES (15M)**

Sohail Mansha (National Business School, The University of Faisalabad)

- **SUSTAINABLE AGRICULTURE: ENTREPRENEURIAL PATHWAYS THROUGH CROP DIVERSIFICATION (15M)**

Abdullah Hammad (The University of Faisalabad, Pakistan)

- **EXPLORING THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN TIME USE BEHAVIOR AND RESIDENTIAL ELECTRICITY CONSUMPTION IN CENTRAL PUNJAB, PAKISTAN (15M)**

Zahra Zafar (University of Agriculture Faisalabad)

- **THE EFFECT OF INCORPORATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) INTO ORGANIZATIONAL SYSTEMS: THE MEDIATING INFLUENCE OF EMPLOYEE RESKILLING AND ORGANIZATIONAL CULTURE (15M)**

Safa Iftikhar (The University of Faisalabad)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 7 TUF

Friday, October 17, 2025 at 3:45:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 5:15:00 PM GMT+3

Hall: 202

Pakistan Time: 17/10/2025: 15:45-17:15

Chairperson: Prof Dr. Irfan Ahmad Baig

- **ARTIFICIAL INTELLIGENCE ACCEPTANCE AMONG VEGETABLE DISTRIBUTORS AT WHOLESALE MARKETS IN CHINA (15M)**

Muhammad Rizwan (National Business School, The University of Faisalabad)

- **WORKPLACE EQUALITY AND INCLUSIVE WORK ENVIRONMENT: INTEGRATING EMPLOYEE WELL-BEING AND SUSTAINABLE GOVERNANCE (15M)**

Mamoona Javed (The University of Faisalabad)

- **THE IMPACT OF CORPORATE GOVERNANCE, LEADERSHIP STYLE, AND CORPORATE REPUTATION ON EMPLOYEE ENGAGEMENT (15M)**

Rabia Arshad (The University of Faisalabad)

- **EQUITY IN INTERNATIONAL GOVERNANCE: THE NORTH-SOUTH DIVIDE IN INTERNATIONAL GOVERNANCE (15M)**

Hibba Aamir (The University of Faisalabad)

- **GLOBAL GOVERNANCE IN CRISIS: MULTILATERALISM UNDER UNITED STATES–CHINA RIVALRY (15M)**

Wareesha Naeem (The University of Faisalabad)

- **RETHINKING DEVELOPMENT IN A CHANGING WORLD (15M)**

To'lanboy Artikov (Andijan State University)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 8 (UAF)

Friday, October 17, 2025 at 3:45:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 5:15:00 PM GMT+3

Hall: CAS

Pakistan Time: 17/10/2025: 15:45-17:15

Dr. Azhar Abbas

- **"GREEN INNOVATION AS THE MISSING LINK BETWEEN GREEN HRM AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE: AN SDG-ALIGNED STUDY FROM PAKISTAN'S MANUFACTURING SECTOR"** (15M)

Laiba Azmat (University of Agriculture, Faisalabad)

- **WHEAT SEED MANAGEMENT PRACTICES IN PUNJAB PROVINCE PAKISTAN ADOPTION AND ITS IMPACT ON PRODUCTIVITY--AUTHORS**

Hafeeza Noor (University of Agriculture Faisalabad)

Adnan Adeel

Yawar Abbas

- **APPLE FARMING CONSTRAINTS IN AZAD JAMMU AND KASHMIR** (15M)

Sami Ullah (University of Agriculture Faisalabad)

Raza Ullah (University of Agriculture Faisalabad)

- **SUSTAINABLE AGRICULTURE, FOOD AND ENERGY SYSTEMS** (150m)

Javaria Tabassam (University of Agriculture Faisalabad)

- **THE IMPACT OF SOCIAL, PRODUCT AND PHYSIOLOGICAL FACTOR ON BRAND LOYALTY** (15M)

Hafeeza Noor (University of Agriculture Faisalabad)

ENGLISH IN-PERSON – SESSION 9 TUF

Friday, October 17, 2025 at 3:45:00 PM GMT+3 – Friday, October 17, 2025 at 5:15:00 PM GMT+3

Hall: 201

Pakistan Time: 17/10/2025: 15:45-17:15

Chairperson: Dr. Abdul Ghafoor

- **GREEN INNOVATION AS THE MISSING LINK BETWEEN GREEN HRM AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE: AN SDG-ALIGNED STUDY FROM PAKISTAN'S MANUFACTURING SECTOR (15M)**

Laiba Azmat (University of Agriculture, Faisalabad)

- **WHEAT SEED MANAGEMENT PRACTICES IN PUNJAB PROVINCE PAKISTAN: ADOPTION AND ITS IMPACT ON PRODUCTIVITY (15M)**

Hafeeza Noor (University of Agriculture Faisalabad)

Adnan Adeel

Yawar Abbas

- **APPLE FARMING CONSTRAINTS IN AZAD JAMMU AND KASHMIR (15M)**

Sami Ullah (University of Agriculture Faisalabad)

Raza Ullah (University of Agriculture Faisalabad)

- **SUSTAINABLE AGRICULTURE, FOOD AND ENERGY SYSTEMS (150M)**

Javaria Tabassam (University of Agriculture Faisalabad)

- **THE IMPACT OF SOCIAL, PRODUCT AND PHYSIOLOGICAL FACTOR ON BRAND LOYALTY (15M)**

Hafeeza Noor (University of Agriculture Faisalabad)

The University of Faisalabad
National Business School

AKADEMİK ÇALIŞMALAR GRUBU

THE UNIVERSITY OF FAISALABAD IS CORDIALLY INVITING ON

10 ACADEMIC STUDIES CONGRESS

PLANET PEOPLE & PEACE (3Ps) IN THE ERA OF AI

Your esteemed presence will be a source of great honor and encouragement.

OCT 16-18 2025

Amin Campus,
The University of Faisalabad

9 786259 651545 >

Our Sponsors:

VIVA HEALTH CARE PHARMACEUTICAL

ENTREPRENEURSHIP SOCIETY

PHARMA SPHERE

Kokand University

ÇAĞ ÜNİVERSİTESİ ÇAĞ UNIVERSITY

OPUS

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ