



# KAPANALTI

## DERGİSİ



KÜTAHYA SERBEST MUHASEBECİ MALİ MÜŞAVİRLER ODASI



**KAPANALTI DERGİSİ (KD)**  
**JOURNAL OF KAPANALTI (JK)**  
**SAYI:7 / ISSUE:7**  
**Mart-2025 / March-2025**  
**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>**



**Sahibi / Owner**

*Kütahya Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası Adına*  
SMMM Ahmet BÜLBÜL- Kütahya Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası Başkanı

**Bas Editör / Editor in Chief**

SMMM Prof. Dr. Adil AKINCI- Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik-Türkiye

**Alan Editörleri / Field Editors**

Dr. Öğr. Üyesi Betül AÇIKGÖZ – Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat-Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Meryem USLU – Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

SMMM Prof. Dr. Adil AKINCI/Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik-Türkiye  
SMMM Prof. Dr. Emin ZEYTİNOĞLU/Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye  
Prof. Dr. Niyazi KURNAZ/Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye  
Prof. Selahattin KARABINAR/İstanbul Üniversitesi, İstanbul-Türkiye  
Prof. Dr. Seval SELİMOĞLU/Anadolu Üniversitesi, Eskişehir-Türkiye  
Prof. Dr. Süleyman UYAR/Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya-Türkiye  
Prof. Dr. Şakir SAKARYA/Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir-Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Betül AÇIKGÖZ – Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat-Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi Meryem USLU – Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye  
Dr. Öğr. Üyesi İrem ERASA AKÇA – Hakkari Üniversitesi, Hakkari-Türkiye

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Managing Editor**

SMMM Doç. Dr. Adil AKINCI/Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik-Türkiye

**Türkçe Editör/Turkish Editor**

Dr. Cemalettin YAVUZ/Ahmet Yesevi Üniversitesi

**İngilizce Editör/English Editor**

Dr. Eren AKDAĞ KURNAZ/Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye

**Yazışma Adresi / Correspondence Address**

Dumlupınar Mahallesi Şehit Piyade Onbaşı Ali Şahan Sk. No:4  
Merkez-Kütahya

**e-posta / e-mail**

[dergi@kutahyasmmmo.org](mailto:dergi@kutahyasmmmo.org)

**Web Adresi / Web Address**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>

**E-ISSN**

2822-3543

**KAPANALTI DERGİSİ (KD)**  
**JOURNAL OF KAPANALTI (JK)**  
**SAYI:7 / ISSUE:7**  
**Mart-2025 / March-2025**  
**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>**



***Kapanaltı Dergisi**, yılda iki sayı olarak (Mart ve Ekim) yayımlanan, çift-körleme hakemlik süreci yürüten uluslararası akademik bir dergidir. Dergide yayınlanan yazıların her türlü içerik sorumluluğu yazarlarına ait olup Dergimizin kurumsal görüşünü yansıtmamaktadır. Yazılar yayıncı kuruluştan izin alınmadan kısmen veya tamamen bir başka yerde yayınlanamaz.*

***Journal of Kapanalti** is a double blind peer-reviewed academic journal which is published twice per year (March and October). All the responsibility for the content of the papers published here belongs to the author/authors, and does not express the official view of the Journal. Without getting permission of the journal, papers published here cannot be published partially or totally on other media.*

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL

ESJI Eurasian  
Scientific  
Journal  
Index  
[www.ESJIndex.org](http://www.ESJIndex.org)

Academic  
Resource  
Index  
ResearchBib

JOURNAL  
FACTOR

**KAPANALTI DERGİSİ (KD)**  
**JOURNAL OF KAPANALTI (JK)**  
**SAYI:7 / ISSUE:7**  
**Mart-2025 / March-2025**  
**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>**



**Bilim ve Danışma Kurulu / Science and Advisory Board**

Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	Tekirdağ-Türkiye
Prof. Dr. Fazlı YILDIZ	Balıkesir Üniversitesi	Balıkesir-Türkiye
Prof. Dr. Ferudun KAYA	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Bolu-Türkiye
Prof. Dr. Filiz EKİNCİ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	Bilecik-Türkiye
Prof. Dr. Murat BATI	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Samsun-Türkiye
Prof. Dr. Selçuk YALÇIN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	Kütahya-Türkiye
Prof. Dr. Süleyman KALE	Kırklareli Üniversitesi	Kırklareli-Türkiye
Prof. Dr. Şakir SAKARYA	Balıkesir Üniversitesi	Balıkesir-Türkiye
Prof. Dr. Yusuf GÜMÜŞ	Dokuz Eylül Üniversitesi	İzmir-Türkiye
Doç. Dr. Abdullah KILIÇARSLAN	Aksaray Üniversitesi	Aksaray-Türkiye
Doç. Dr. Ali KESTANE	Kilis 7 Aralık Üniversitesi	Kilis-Türkiye
Doç. Dr. Aslı GÜLER	Ordu Üniversitesi	Ordu-Türkiye
Doç. Dr. Barış YILDIZ	Gümüşhane Üniversitesi	Gümüşhane-Türkiye
Doç. Dr. Berna AK BİNGÜL	Kırklareli Üniversitesi	Kırklareli-Türkiye
Doç. Dr. Dinmukhamed KELESBAYEV	Ahmet Yesevi Üniversitesi	Türkistan-Kazakistan
Doç. Dr. Erkan ALSU	Gaziantep Üniversitesi	Gaziantep-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Eda AYYACIK	Bayburt Üniversitesi	Bayburt-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi İrfan SEKTİOĞLU	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	Isparta-Türkiye



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

- 1. Esra UYGUN.....1-18**  
*THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE*  
*TÜRKİYE'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ÇERÇEVESİNDE VERGİ İNCELEMELERİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI* Doi: 10.62080/kmfed.1643177  
*(Araştırma Makalesi/Research Article)*
- 2. Selin DİNÇER.....19-30**  
*ALTERNATIVE RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE CONTEXT OF GLOBAL ENERGY CRISES AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT*  
*KÜRESEL ENERJİ KRİZLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE EKSENİNDE ALTERNATİF YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI*  
Doi: 10.62080/kmfed.1642736  
*(Araştırma Makalesi/Research Article)*
- 3. Ülge TAŞ.....31-44**  
*YALIN 4.0: YALIN ÜRETİM VE ENDÜSTRİ 4.0 ENTEGRASYONU*  
*LEAN 4.0: LEAN PRODUCTION and INDUSTRY 4.0 INTEGRATION*  
Doi: 10.62080/kmfed.1628379  
*(Araştırma Makalesi/Research Article)*
- 4. Ali GÜLBAŞI .....45-60**  
*ULUSLARARASI TİCARETİN ÇEVREYE ETKİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLER*  
*THE IMPACT OF INTERNATIONAL TRADE ON THE ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE SOLUTIONS*  
Doi: 10.62080/kmfed.1629639  
*(Araştırma Makalesi/Research Article)*

**KAPANALTI DERGİSİ (KD)**  
**JOURNAL OF KAPANALTI (JK)**  
**SAYI:7 / ISSUE:7**  
**Mart-2025 / March-2025**  
**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>**



- 5. Ekrem CAN.....61-77**  
*BİLİMSEL YAYINLARIN YAPAY ZEKÂ PROGRAMLARI TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN LİTERATÜR İNCELEMESİ*  
*LITERATURE REVIEW ON THE EVALUATION OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROGRAMMES*  
**(Araştırma Makalesi/Research Article)**

)

**KAPANALTI DERGİSİ (KD)**  
**JOURNAL OF KAPANALTI (JK)**  
**SAYI:7 / ISSUE:7**  
**Mart-2025 / March-2025**  
**<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmfed>**



**SAYI:7 HAKEMLERİ / REFEREES of ISSUE:7**

Doç. Dr. Bahar ÇELİK	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Doç. Dr. Bilal SOLAK	Fırat Üniversitesi
Doç. Dr. Ethem MERDAN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Doç. Dr. Hicran KASA	Türk Hava Kurumu Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Fatih AKIN	Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Halit YALÇIN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Kadir Kürşat YILMAZ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ARIMAN	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Dr. Ayşenur ŞAKALAK	Selçuk Üniversitesi
Dr. Derya KAMAN	Kayseri Üniversitesi

# ***E*** DİTÖRDEN,

## **Değerli okuyucular,**

Kapanaltı Dergisi'nin 7. sayısını yayınlamanın mutluluğunu sizlerle paylaşarak dergimizin bilim dünyasına katkı sağlamasını temenni ediyoruz. Bu sayımızda üç Türkçe araştırma makalesi ve iki tane İngilizce araştırma makalesi yer almaktadır. Bilimsel hakem sürecinden geçirilerek yayınlanması uygun görülen makalelerimizin akademik dünyaya ve başta meslek odalarımıza bağlı meslektaşlarımız olmak üzere tüm ilgililere katkı sağlayacağını ümit ediyorum.

Dergimizin bundan sonraki süreçte öncelikli hedefi başta TÜBİTAK TR-DİZİN olmak üzere, uluslararası alan indekslerinde yer almak ve etki faktörünü arttırmak olacaktır.

Mart ve Ekim aylarında olmak üzere yılda iki defa yayımlanan dergimize, Türkçe ve İngilizce çalışmalarını göndermek üzere tüm akademisyenlere, meslek odalarımıza bağlı meslektaşlarımıza ve sektör profesyonellerine çağrıda bulunurken, bu sayının hazırlanmasında emeği geçen yayın kurulu üyelerimize, hakemlerimize ve yazarlarımıza teşekkür eder, tüm okurlarımıza selam ve saygılarımı sunarım.

SMMM Prof. Dr. Adil AKINCI

Kapanaltı Dergisi Baş Editörü



# DUMLUPINAR ŐEHİTLİĐİ



Yeni Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasına temel olan ve sonucu bütün dünyada derin yankılar uyandırarak tarihin akışını değiştiren Bařkomutan Meydan Muharebesi 26 Aėustos 1922 günü Afyonkarahisar-Kocatepe'den başlamış, 30 Aėustos 1922 de Dumlupınar'da büyük zaferle sona ermiştir. Bu Őehitlik Kurtuluř Savaşı boyunca tüm cephelerde Őehit düşen vatan evlatlarının anısına Kültür ve Turizm Bakanlığınca yaptırılarak, Büyük Taarruzun 70. yıldıńnm olan 30 Aėustos 1992 tarihinde büyük bir törenle ziyarete açılmıştır.

**Kaynak:** <https://kutahya.ktb.gov.tr/TR-69429/sehitlik-ve-anitlar.html>

## THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE

### TÜRKİYE'DE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ÇERÇEVESİNDE VERGİ İNCELEMELERİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI

Esra UYGUN\*

\*Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile Meslek Yüksekokulu Maliye Programı, esra.uygun@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5332-0831

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received</b> 19.02.2025</p> <p><b>Revized</b> 13.03.2025</p> <p><b>Accepted</b> 20.03.2025</p> <p><b>Article</b></p> <p><b>Classification:</b> Research Article</p> <p><b>JEL Codes</b> H20 H29 K34</p>	<p>Türkiye's e-transformation process started with the introduction of the Internet in 1993 and the development of the 'Türkiye Informatization and Economic Modernization' project in the same year. The biggest development of e-transformation efforts in the public sector was the establishment of the e-government gateway. In 2008, with the launch of the e-government gateway, citizens started to be served from a single point. The e-government gateway played an important role in the creation of the infrastructure of the Public Applications Center, which mediates the sharing of public data and provides Public-to-Public Data Sharing, and in data sharing between institutions. With Türkiye's digital transformation process, the integration of information technologies into tax inspection processes was realized by the Ministry of Treasury and Finance and the digital tax inspection period started. In this study, it is aimed to examine the information technologies that can be used by both the taxpayer and the administration in tax inspection processes and to evaluate their contribution to tax inspection processes. Information technologies used in the tax inspection process increase the number of tax inspections and ensure that they are finalized faster and more accurately. This situation increases the voluntary tax compliance of taxpayers. In addition, tax inspection costs decrease and transparency increases. The use of information technologies has increased the effectiveness and efficiency of tax inspections by providing a dynamic structure. Therefore, it is beneficial to update and improve the information technologies used in tax inspection according to the needs.</p> <p><b>Keywords:</b> Digital Transformation, Tax Audit, Information Technologies, Electronic Document Management System, Tax Audit Analysis System</p>

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><b>Gönderilme Tarihi</b> 19.02.2025</p> <p><b>Revizyon Tarihi</b> 13.03.2025</p> <p><b>Kabul Tarihi</b> 20.03.2025</p> <p><b>Makale Kategorisi</b> Araştırma Makalesi</p> <p><b>JEL Kodları</b> H20 H29 K34</p>	<p>Türkiye'nin e-dönüşüm süreci 1993 yılında internet ile tanışması ve aynı yıl 'Türkiye Bilişim ve Ekonomik Modernizasyon' projesinin geliştirilmesi ile olmuştur. Kamuda e-dönüşüm çalışmalarının en büyük gelişmesi ise e-devlet kapısının kurulmasıdır. 2008 yılında e-devlet kapısı kullanıma açılması ile vatandaşta tek bir noktadan hizmet sunulmaya başlanmıştır. E-devlet kapısı, kamu verilerinin paylaşımına aracılık eden, Kamudan Kamuya Veri Paylaşımı sağlayan Kamu Uygulamaları Merkezi'nin altyapısının oluşturulması ve kurumlar arası veri paylaşımında önemli bir rol üstlenmiştir. Türkiye'nin dijital dönüşüm süreci ile bilgi teknolojilerinin vergi inceleme süreçlerine entegrasyonu Hazine ve Maliye Bakanlığınca gerçekleştirilmiş ve dijital vergi inceleme dönemi başlamıştır. Bu çalışmada vergi inceleme süreçlerinde hem mükellef hem de idare tarafından kullanılacak bilgi teknolojileri incelenerek vergi inceleme süreçlerine katkısının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Vergi inceleme sürecinde kullanılan bilgi teknolojileri vergi incelemelerinin sayısını arttırarak daha hızlı ve doğru şekilde sonuçlandırılmasını sağlamaktadır. Bu durum mükelleflerin vergiye gönüllü uyumunu arttırıcı etki oluşturmaktadır. Ayrıca vergi inceleme maliyetleri azalmakta şeffaflık ise artmaktadır. Bilgi teknolojilerinin kullanımı vergi incelemelerini dinamik bir yapıya kavuşturarak etkinlik ve verimliliği arttırmıştır. Bu nedenle, vergi incelemesinde kullanılan bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlara göre güncellenmesi ve geliştirilmesinde fayda vardır.</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Dijital Dönüşüm, Vergi İncelemesi, Bilgi Teknolojileri, Elektornik Belge Yönetim Sistemi, Vergi Denetim Analiz Sistemi</p>

**Atıf (Citation):** Uygun, E. (2025). "The Use of Information Technologies in Tax Inspections within the Framework of Digital Transformation in Türkiye", *Kapanaltı Dergisi*, (7): 1-18.



## **Introduction**

Digital transformation has led to significant changes in human and social communication. The transformation in communication has become an important source of governance, not only in economic terms, but also in many areas such as education, health, public services. Digitalization and the changes it has caused have facilitated the overcoming of barriers between businesses and in business processes, reduced costs, and increased transparency and efficiency. With the innovations provided by information and communication technologies, the communication process has become easier and communication between producers, customers and employees has accelerated.

Digital transformation is “a holistic transformation that brings together human, business processes and technology elements in line with the opportunities offered by information and communication technologies and changing social needs”. Digital transformation requires not only technology transfer but also a cultural change. Especially in the labor market, it is as important as technology transfer to provide a workforce with sufficient qualifications required for change and transformation. Ensuring that employees use new technologies, direct them in line with their needs, and ensure that they become world citizens with an innovative approach that can develop advanced technologies can be realized with a quality education that can keep up with the realities of the world (Eravcı, 2020:110). Digital transformation has led to the emergence of new business models. Initially, digital transformation was mainly discussed based on information systems literature and focused on technological aspects such as optimization of operational processes in organizations (Vial, 2019). In recent years, it has received considerable attention from academics (Hanelt et al. 2020) and researchers (e.g., Verhoef et al. 2021; AlNuaimi, 2022), who emphasize the strategic, managerial and organizational implications of the concept.

As a process, digital transformation refers to a process design that concerns not only the future but also the present and the past. Therefore, the main components of transformation are human, process and technology adaptation. The fact that there are different components in this process requires addressing digital transformation with a system approach and including all layers of the transforming structure in this process. Transformation is the approach of adapting the old system and upgrading the existing system in order to keep pace with the change process and even survive in the change process. From this perspective, in the adaptation of people, process and technology, which are the main components of the digital transformation process, people are the main subject, while technology, object and process are the predicate. According to this approach, where the process is the predicate, it is necessary to transform in order to reach a better future by collecting and processing data, accessing information from information, knowledge from knowledge and wisdom. (Bozkurt et al., 2011: 35-36).

This study examines the use of information technologies in tax audits within the framework of digital transformation in Türkiye. The study consists of three parts. In the first part, the concept of digital transformation is discussed and Türkiye's digital transformation process is analyzed. In the second part, the tax inspection process and electronic applications in Türkiye are mentioned. In the third part, information technologies used in tax audits in Türkiye are analyzed.

## **1. The Concept of Digital Transformation and Türkiye's Digital Transformation**

### **1.1. The Concept of Digital Transformation**

Digital transformation is a dynamic process that requires continuity (Teichert, 2019). If there is a transformation in the digital field with the use of digital technology tools, this is digital transformation. Digital transformation involves the advancement of technology. In digital transformation, mobile devices, platforms such as cloud computing where digital skills can be exhibited and shared, social media tools, social media applications, and smart networks are

effective (Wade, 2015: 5). Therefore, digital transformation increases social welfare, increases productivity and adoption of new technologies that accelerate the value creation process (Demirkan et al. 2016).

Digital transformation is a process that involves many stages, concerns the business models, strategic orientations and values of organizations (Brooks, & McCormack, 2020), and involves not only technical dimensions but also social dimensions (Bonfour, 2016; Kane et al., 2015; Osmundsen et al., 2018; Stolterman & Fors, 2004). From this perspective, studies on digital transformation show that the concept of innovation is at the center of digital transformation and that digital transformation and innovation are often used interchangeably (Osmundsen et al., 2018; Reis et al., 2018). There are different digital transformation definitions in the literature. Table 1 presents various definitions of digital transformation made by different authors.

**Table 1:** *Various Definitions of Digital Transformation*

Liu vd. (2011)	Organizational transformation that integrates business processes into a digital economy with digital technologies.
Westerman vd. (2011)	It is the technology used by organizations to improve their efficiency and reach.
PwC (2013)	It is the fundamental transformation of the entire business world through the use of new technologies based on the internet that have a significant impact on society.
Mazzone (2014)	It is the digital evolution of an organization's business model and method, designed both strategically and tactically.
BMW (2015)	It is the complete interconnection of all sectors of the economy and society, the ability to collect and analyze the necessary information and turn it into actions.
Bouée & Schaible (2015)	It is the networking of all sectors to adapt to this new reality.
Hess vd. (2016)	It is the change of an enterprise's product, process, business model and organizational structure with digital technologies.
Parviainen vd. (2017)	Changes in ways of working, roles and job offerings resulting from the adoption of digital technologies in an organization or its operating environment.
Bondar vd. (2017)	It is the coherent networking of all economic sectors and the adaptation of actors to the new conditions of the digital economy.
Schmarzo (2017)	It is the application of digital capabilities to processes, products and assets to improve efficiency and customer value, manage risks and seize new fundraising opportunities.
Bloomberg (2018)	Digital transformation requires the organization to better deal with change in general, essentially making change a core competency as the organization becomes end-to-end customer-centric.
Deloitte (2018)	It is the use of technology to improve the performance of all sectors. In a digitally transformed business, digital technologies enable improved processes, talent engagement and new business models.
Heavin & Power (2018)	While digital transformation has its challenges, current research shows that the digital phenomenon is an opportunity to innovate and redefine the way organizations do business. The two main aspects of digital transformation are defined in terms of technology and customer/user.
OECD (2018)	It refers to the economic and societal impacts of digitization and digitalization.
European Commission (2019)	It is the combination of advanced technologies, the integration of physical and digital systems, the dominance of innovative business models and new processes, and the creation of smart products and services.
Lozic (2019)	It is the process of creating a completely new business model and, more importantly, a new strategic model of new market acquisition and profit territory.
Dijital Akademi (2020)	In line with the opportunities offered by rapidly developing information and communication technologies and changing social needs, it is the holistic transformation that organizations carry out in human, business processes and technology elements in order to provide more effective, efficient services and to ensure beneficiary satisfaction.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK  
OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE

Nasiri vd. (2020)	It is a tool for transforming business processes, cultures and organizational aspects to meet the changing market requirements brought about by digital technologies.
Bozkurt vd. (2021)	It is the process of creating new opportunities and values using digital technologies; strengthening social structures with digital technologies and making them more efficient.
Verhoef vd. (2021)	Digital transformation is the process of using digital technologies to analyze and compile collected data into usable information for evaluation, decision-making, developing new digital business models, helping businesses create value, and improving performance and impact.
Henderikx & Stoffers (2022)	It is a technology-enabled disruptive change process that affects every aspect of the organization.
Brosnan vd. (2023)	It is a mechanism that orchestrates the renewal of holistic aspects of an organization's business model, operating model and value chain through technology and digital resources.

**Source:** (Türkyılmaz, 2024: 283)

Since digital transformation is a dynamic process, there is no agreed definition (Haffke et al., 2016; Schallmo & Williams, 2018). The word “digital” and many other concepts derived from this word (digital readiness, digital business model, digital technology, digital innovation, digital transformation, digital economy, digital taxation and digital entrepreneurship, etc.) continue to suffer from similar confusion (Bican & Brem, 2020). Based on these definitions, it is possible to define digital transformation as an organizational transformation in which current digital technologies are followed and integrated into the business processes of all sectors.

## 1.2. Digital Transformation Process in Türkiye

In the process of digital transformation, the problems of developing economies, especially Türkiye, are different from the problem areas of developed countries. One of these problems is the weakness of innovation systems due to lack of infrastructure (OECD & EC, 2005). Another problem is the limited qualified labor capacity and skills required for digital transformation. According to World Bank data, developing countries such as Türkiye have significant problems with their education systems (see World Bank). The potential to increase competition and social welfare by integrating technologies from industry to production through digital transformation is not as high in developing economies as in developed economies (Erdil et. all, 2016; Erdil, 2023).

Digital transformation increases interaction and communication between countries. In Türkiye, the transformation that started with communication and media has brought change and innovation in many sectors such as finance, retailing, industry, education and health. New business models and new professions have emerged, business processes have changed, and the flexibility of labor markets has increased (Yankın, 2019: 28).

The need for e-transformation in Türkiye came to the agenda in the 1980s and was heavily influenced by the great information and technology-oriented transformation in the world in the 1990s and 2000s. The first stage of the e-transformation process was Türkiye's introduction to the Internet in 1993 and the development of the “Türkiye Informatics and Economic Modernization” project in the same year (Çarıkçı, 2010: 22). In 1997, the High Council of Science and Technology took critical steps to formulate Türkiye's science and technology policies. These steps are as follows;

- Preparation of the National Information Infrastructure Master Plan (TUENA),
- Establishment of the National Academic Network and Information Center (ULAKBİM),
- The launch of the Electronic Commerce Network.

In 1998, the “Public Net Technical Board” was established. This board played an important role in the establishment of the e-government transition process and vision. The “e-Europe Plan” prepared by the EU in March 2000 also affected Türkiye. In 2001, the EU Leaders

Summit was held and Türkiye signed the “e-Europe Project” at the Summit. With this signature, the process of transition to the information society called “e-Transformation Türkiye” started (Şahin, 2019: 105-106).

In 2003, the ‘Information Society Department’ was established within the ‘State Planning Organization’. The aim of this department is to determine strategies for information and communication technology investments of public institutions and to coordinate the e-Transformation Türkiye Project. The e-Transformation Türkiye Project aims to provide citizens with better quality and faster public services and to create a state structure that adopts the principle of having participatory, transparent, efficient and simple business processes. In the same year, the ‘e-Transformation Türkiye Project Short Term Action Plan’ was put into practice. The State Planning Organization prepared the Information Society Strategy and Action Plan (2006-2010) in 2005-2006. The main institutional structures envisaged to take part in Türkiye's transformation into an information society are the ‘E-Transformation Türkiye Executive Board’, the ‘E-Transformation Leaders Board’ and the ‘E-Transformation Türkiye Advisory Board’. The most important stage of e-government development is the establishment and execution of the ‘E-Government Gateway’. The duty and responsibility for the establishment, operation and management of the e-government Gateway, which enables the provision of public services on a common platform, through a single portal, and enables citizens to access government services electronically in a secure and efficient manner, was assigned to the Ministry of Transportation on behalf of the Prime Ministry. With the assignment of the E-Government Gateway project to Türksat, the E-Government Gateway was launched in December 2008, thus providing citizens with services from a single point. The e-Government Gateway, which is the user-facing face of e-Government services, and the infrastructure called the Public Applications Center, which mediates the sharing of public data and provides Public-to-Public Data Sharing (G2G), have played an important role in data sharing between institutions. The Tax Offices Automation Project (VEDOP) is one of the important e-government projects.

The ‘Ministry of Science, Industry and Technology’ was established to monitor and develop digital technologies. In Türkiye, the Ministry of Science, Industry and Technology established the ‘Digital Transformation Platform in Industry’ in 2016, taking into account the current situation and global developments regarding digital transformation, in a manner inclusive of public and non-governmental organizations. The Ministry of Science, Industry and Technology chairs the executive board of the platform, while the members of the executive board are the Presidents of Turkish Industry and Business Association (TÜSİAD), Independent Industrialists' and Businessmen's Association (MÜSİAD), Union of Chambers and Commodity Exchanges of Türkiye (TOBB), Technology Development Foundation of Türkiye (TTGV), Turkish Exporters Assembly (TİM) and International Investors Association (YASED). The main objective of the platform is to increase production capacity through digital transformation in the manufacturing industry, expand the capacity of technology production and spread competencies (Eleventh Development Plan, 2018: 17).

With the transition to the Presidential Government System, the Presidential Digital Transformation Office (CBDDO) was established in 2018 to ensure coordination and to establish an institutional and strong superstructure with a central coordination function. In this way, an agile governance mechanism that can ensure coordination with a strategic perspective was put into practice. Within the scope of the Presidential Decree No. 48, which entered into force after being published in the Official Gazette dated 2019, the duties and organizational structure of the Digital Transformation Office were detailed and the Head of the Digital Transformation Office was defined as the Public Digital Transformation Leader. The Public Digital Transformation Leader is responsible for the preparation of digital transformation roadmaps, especially the creation of digital transformation strategies and implementation processes in the public sector in order to increase the efficiency of the performance and services

of public institutions and to lead the digital transformation of the public sector. The most important responsibility of the Office, which works in cooperation with all Ministries, is to ensure digitalization at every stage of public, private and social life (Gencel, 2023). Another innovation introduced by this regulation is the name change of the e-Government Gateway. The new name of the common portal is “Digital Türkiye”.

## 2. Tax Audit Process in Türkiye

Tax inspection is an important part of the state's efforts to protect tax revenues and ensure a fair tax system. Tax audits are activities aimed at investigating, determining and ensuring the accuracy of the tax due. In declaration-based tax systems such as Türkiye, it is necessary to investigate the accuracy of taxpayers' declarations. A properly functioning tax system is necessary for the state to achieve economic, financial and social objectives such as accessing the financial resources it needs to provide public services, regulating the market, ensuring fairness in income distribution, ensuring and securing competition on equal terms in the market. It is an audit process to ensure the effectiveness and compliance of the tax system in a country. Tax administrations audit whether taxpayers fulfill their tax obligations correctly.

In Türkiye, the Turkish Tax Inspection Board (VDK) is the unit responsible for tax audits. The Turkish Tax Inspection Board is an audit unit within the central organization of the Ministry of Treasury and Finance, reporting directly to the Minister of Treasury and Finance. Although its main duty is tax audit, it also carries out activities such as inspection and investigation. It carries out its activities through tax inspectors. VDK was established on July 10, 2011 with the publication of the Decree Law No. 646 in the Official Gazette, which gathered different audit units of the Ministry of Finance under a single roof.

Tax audits are generally conducted by tax audit staff authorized by tax administrations. In Türkiye, those authorized to conduct tax audits are specified in Article 135 of the Tax Procedure Law No. 213. According to the VUK, those authorized to conduct tax audits are tax inspectors, assistant tax inspectors, the province's highest finance officer or tax office managers. Those who work as managers in the central and provincial organizations of the Turkish Revenue Administration are authorized to conduct tax audits in any case (VUK).

The purpose of tax inspection in Türkiye is explained in Article 134 of VUK. The article in question is as follows: *“The purpose of tax inspection is to investigate and determine the correctness of the taxes to be paid. If deemed necessary by those authorized to conduct the examination, the examination may be extended to the actual inventory of the economic assets included in the enterprise and the examination of the elements that should be shown in the declarations. The expenses required for the actual inventory and certified by the examiner shall be paid to the taxpayer by the Treasury.”*

As stated in the article, the purpose of tax inspection is not only to investigate and find tax losses and evasion. Those authorized to conduct tax inspections also work to determine the real tax base by checking whether the taxpayer and those responsible for taxation fulfill their tax obligations in accordance with the legislation. In addition, if necessary, an examination can also be carried out by investigating and examining the actual situation of the taxpayer.

The purpose of the tax inspection process in Türkiye is explained in Article 134 of the VUK, those authorized to conduct tax inspection are explained in Article 135 of the VUK, those subject to tax inspection are explained in Article 137 of the VUK, the time of tax inspection is explained in Article 138 of the VUK, the place of tax inspection is explained in Article 139 of the VUK, and the tax inspection period is explained in Article 140 of the VUK. In addition, the completion of the tax inspection is explained in Article 21 of the ‘Regulation on the Procedures and Principles to be Followed in Tax Inspections’, the submission of books and documents in the tax inspection is explained in Article 12 of the regulation and the issues regarding the return of books and documents in the tax inspection are explained in Article 22. Accordingly, the tax



inspection process consists of 10 steps as shown in the table below. The tax inspection process starts with the creation of the inspection task order by the VDK units and its notification to the Inspector and ends with the dispatch of the tax inspection reports issued with the pre-assessment reconciliation minutes.

**Table 2:** *Steps of the Tax Review Process*

Process	Content	Scope of Work Performed
Step 1	Determination of the work	Creation of the inspection task order by the VDK units and notification to the Inspector
Step 2	Start review	Commencement of work and examination by Tax Inspectors
Step 3	Legal book/document submission	Submission of legal books and documents to the examiner
Step 4	Review phase	Conducting examinations and investigations by the Tax Inspector
Step 5	Draft minutes	Submission of the prepared draft minutes to the taxpayer's information
Step 6	Signing of minutes	Signing the tax inspection report
Step 7	Evaluation of the report	Evaluation of the prepared report by the Commission
Step 8	Rest request	Meeting the rest request from the taxpayer by the commission
Step 9	Pre-assessment settlement	Realization of the pre-assessment reconciliation meeting
Step 10	Referral to the tax office	Dispatch of pre-assessment reconciliation minutes and tax inspection reports

Source: Turkish Tax Inspection Board (VDK)

### 3. Information Technologies Used in Tax Audits in Türkiye

Rapid advances in information technologies have also affected the taxation process. Digitalization, which aims to make the best use of the resources offered by the opportunities offered by information technologies and to achieve high efficiency, has shown its impact in all areas, including public areas, in recent years (Özen and Gürel, 2020: 17; Bostan and Kızılkaya, 2023: 48). The development of technology and the fact that it has become impossible to examine electronic data with classical methods and the effective use of information technologies has become mandatory has led to a transformation in tax examination processes (Karyağdı, 2022: 13). Information technologies are used by governments to encourage citizens to participate in the system, to provide services to citizens and to be used in government activities. Digital applications have increased citizen participation in governance by governments and ensured transparency in bureaucracy (J.Ahn, 2011). Digitalization in the tax field aims to increase efficiency by integrating tax-related information systems into business processes (Biçer, 2021: 41).

The transfer of the tax office to the internet in Türkiye has played an important role in laying the foundation for transparency and e-government practices in the public sector. With digital applications, taxpayers can complete their tax transactions much faster and simpler through the internet tax office. In this way, both taxpayers and tax offices save time and resources (Turkish Revenue Administration, 2023). Thanks to information technologies, tax inspections are concluded more effectively and efficiently (Arslan and Yiğit, 2024: 10).

VDK evaluates notices and complaints in order to use its audit power more efficiently, increase the efficiency of tax inspections and prevent unnecessary occupation of administrative authorities. VDK conducts its audits mainly to ensure that the obligations under the VUK such as notifications, bookkeeping and recording of transactions, document order and submission are fully fulfilled, and thus to prevent tax losses and evasion by detecting unrecorded transactions. With the VDK-RAS, VDK conducts studies to identify risky taxpayers according



THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK  
OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE

to the sectors where the informal economy and tax evasion are intense, to analyze and refer them for examination, and to ensure that they are taxed by identifying unregistered transactions through efficient and effective tax audits. It provides and develops these activities by following the developing technology and practices in the world. Thus, the importance given to audits is increased with applications such as e-book, e-invoice, e-audit, e-inspection, which are developed in parallel with the obligations imposed on taxpayers to prevent unrecorded transactions, and the quality as well as quantity of the audits are increased (VDK, 2023). VDK analyzes the activities of taxpayers by groups and sectors through VDK-RAS, which is created by collecting all kinds of information, data and statistics. In this way, it identifies risky areas and continues its progress in the IT process with the development of VDK-VEDAS, the e-audit system established within VDK during the examination process.

As a result of the developments in the field of technology, tax auditing, which is the activity of investigating and determining the accuracy of the tax to be paid, which is an important element of the Turkish tax system due to the fact that it is based on declaration, has become obligatory to be carried out with technological methods rather than traditional methods. For this reason, traditional tax auditing is gradually being replaced by electronic tax auditing, which is defined as computer-aided auditing in which the processes related to tax auditing are carried out completely or partially using electronic records.

In Türkiye, various systems have been created and implemented with the increase in information technologies and digitalization of tax transactions. The systems developed by the Tax Inspection Board to be used in tax audits are presented in Table 3 in terms of the date of implementation, the purpose of the application and the target group.

**Table 3:** *Systems Used in Tax Inspections*

<b>Information Technology (Application)</b>	<b>Starting the Application</b>	<b>Purpose of the Application</b>	<b>Target Group</b>
Tax Inspection Board Information Processing System (VDK-BIS)	2012	Execution of All Business Processes in Electronic Environment	Tax inspectors
Tax Inspection Board Risk Analysis System (VDK-RAS)	2013	Analyzing the activities of taxpayers in terms of groups and sectors by using all kinds of information, data and statistics and identifying risk areas through comparisons	Tax inspectors
Electronic Notification System (e-notification)	2016	Notification of Documents Requiring Notification to Electronic Addresses of Taxpayers	Tax inspectors and Taxpayers
Tax Inspection Board Taxpayer Portal	2016	The opportunity for taxpayers to follow the examination processes quickly and easily and to apply for reconciliation and rest	Taxpayers
Electronic Document Management System (EBYS)	2017	Signing of Official Documents with Qualified Electronic Signature	Official authorities and taxpayers
Taxpayer Information Report (MBR)	2017	Submission to the Inspectors of Information Regarding the Analysis Studies Conducted on Taxpayers and Summaries of Declarations and Notifications	Tax inspectors
Tax Audit and Analysis Program (VEDAS)	2017	Performing File Verifications by Quickly Analyzing Taxpayers' Data	Tax inspectors
Electronic Data Submission System (E-VIZ)	2022	Submission of Electronic Books and Documents to Tax Inspectors Securely in Electronic Environment	Tax inspectors and Taxpayers

Tax Offices Audit Information System (VDK-VEDEBIS) (E-Inspection)		Presenting audit activities through information technologies, identifying new risk areas and developing solutions	Tax inspectors
---	--	---	----------------

**Source:** (Arslan & Yiğit, 2024: 10)

In our country, most of the tax examinations are carried out by the Tax Inspection Board (VDK). Computer-aided technologies should be utilized at a high level in order to be able to deal with the data, most of which are stored in digital media. In this context, on 09.01.2017, the Electronic Document Management System (EBYS) was integrated into VDK-BIS (Tax Inspection Board Presidency Information Processing System), which is used to monitor all processes of tax inspections from the initial stage to the reporting and transmission to the necessary units in electronic environment, to create statistics, and to make the information, data and other statistics available to all managers and tax inspectors.

### **3.1. Tax Inspection Board Information Processing System (VDK-BIS)**

The VDK-BIS program, which serves to monitor all works and processes of the VDK Presidency in an electronic environment, was made available to all Tax Inspectors as of February 2012 (VDK Annual Report, 2012: 58). VDK-BIS is used by tax inspectors in the entire process from the beginning to the completion of the examination (VDK, 2023). With VDK-BIS, the entire work of the VDK Presidency and all inspectors is monitored and processed through this system. VDK-BIS has been developed to create and monitor all elements such as follow-up, reporting, and communication between units in electronic environment, to create necessary statistical information, and to make information and experience available to all inspectors (VDK Annual Report, 2013: 57; VDK Annual Report, 2014: 52). VDK-BIS was integrated with the Electronic Document Management System (EBYS) on 09.01.2017. The electronic document management system is a workflow office automation system that produces reports required for decision-making and work follow-up, provides information to and receives information from external systems.

### **3.2. Tax Inspection Board Risk Analysis System (VDK-RAS)**

VDK-RAS, created by VDK, is used to analyze taxpayers' activities by groups and sectors, make comparisons, and thus identify risk areas. This application collects continuous and periodical information on taxpayers from public institutions and organizations, other institutions and organizations in the nature of public institutions, and real or legal persons (VDK Annual Report, 2013: 35). According to the information obtained, the activities of taxpayers are analyzed in terms of groups and sectors, comparisons are made, and thus risk areas are identified. According to the identified risk areas, taxpayers with high marginal benefit and priority in the examination are identified from the data. Effective examination processes are carried out for the identified taxpayers. In audit, examination and research activities, VDK-RAS enables the provision of information and data related to the examination from a single point through the Taxpayer Information Report.

### **3.3. Electronic Notification System (E-Notification)**

The e-notification practice has started in Türkiye as of April 1, 2016 and has been integrated into the examination process by the VDK Presidency. E-notification is the transmission of a document created in a computer or electronic environment via electronic mail from the internet through the official authority capable of notification (Özbay, 2014: 1421; Tüzüner, 2016: 145). Article 3-ç of the Electronic Notification Regulation defines electronic notification as notification made electronically in accordance with the Notification Law and Regulation. The fact that notification can be made electronically reduces the practices that result in the irregularity of the notification process (Akkan, 2018: 51-56). E-Notification, the documents that must be notified according to the TPL No. 213 are notified to the electronic addresses of

the taxpayers through the E-Notification system. This notification has the same result as the notification made in physical environment (VUKGT, 2015). The notification process, which takes weeks in the physical environment, is realized in seconds with the electronic notification system and saves paper, time and energy. The notification status regarding the electronically notified documents is notified to the taxpayer's predetermined phone number via SMS and/or e-mail.

### **3.4. Tax Inspection Board Taxpayer Portal**

VDK Taxpayer Portal was prepared by the VDK Presidency in order to raise awareness on tax awareness and taxpayer rights within the framework of a taxpayer-oriented and participatory management approach. "VDK Taxpayer Portal" was launched on July 1, 2016 on the website [www.vdk.gov.tr](http://www.vdk.gov.tr). Taxpayers who are subjected to tax inspections can find out the stage of the inspections being conducted on them, give their opinions and make their requests more quickly and easily through this portal. At the same time, taxpayers have the opportunity to download and fill out the petitions for rest and reconciliation requests through this portal and can submit their suggestions regarding the services provided. They can also receive information on the results of these transactions (VDK, Annual Report, 2016: 35).

### **3.5. Electronic Document Management System (EBYS)**

Rapid developments in information and communication technologies have increased the efficiency in the managerial activities of organizations, and the effective use of electronic media in management activities has directly affected the execution of corporate information and document transactions (Odabaş & Rukancı, 2004: 404). E-government, e-transformation studies and the realization of corporate business processes through electronic environments, documents produced on paper in offices, stored in files or archives have been moved to electronic environments and started to be produced in these environments and processed in electronic systems (Umut & Külçü, 2014: 104). E-government refers to the new understanding that has emerged with the change created by the demands of the society for democracy, participatory governance, better governance and effective services and the developments in information technologies. It is the provision of public services in a more effective, fast, economical, quality, continuous, reliable and transparent manner by using information and communication technologies in a way to meet the expectations of citizens and the business world (Balcı & Kırılmaz, 2009: 50-51).

EBYS refers to the system that protects the content, format and relational characteristics of all kinds of documentation created by administrations while performing their activities and ensures the management of these documents in the process from their production to their final liquidation. EBYS are applications based on computer automation and personnel-technology interaction, which are created with the integration of software, hardware and communication technologies and function to realize the processes of document production, completion of the cycle, recording, storage, protection, archiving, recall from the file or archive, and destruction when the period expires in accordance with the legal regulations (Arslan & Kaya, 2017: 2001-2002).

EBYS has an important share in e-government applications. EBYS provides transparency in public administration, strengthens accountability, strengthens adherence to the law, and provides effective and fast management. The main conveniences offered to the user by EBYS are managing documents, filing and storing them for reuse, communicating through the exchange of documents, collaborating on documents and automating document flow (Zantout & Marir, 1999: 472). Another contribution is that it contributes to effective, economical and efficient resource utilization. With EBYS, correspondence is standardized, referral and approval processes are shortened, and stationery costs and time are saved.

Organizations that will use electronic documents should first establish an electronic document management infrastructure. Strategies for the production, provision, protection, destruction and access of documents in the organization should be determined and a document management policy that includes these strategies should be established. It is important to review the system at certain intervals for the continuity and sustainability of EBYS systems. In this framework, interviews and questionnaires to be conducted with the people using the system, comparisons with other systems and applications, and performance analyzes on the technical features of the system should be carried out at certain intervals (Özdemirci et al., 2009: 335-341). Due to the complexity of the electronic environment, electronic document management is also based on technical application. Therefore, systematized document management within the organization is important for the transition to electronic document management. In addition, it is important to institutionalize document and archive management, to perform all transactions with established standards and rules, and to structure the software process (Bayram et al., 2012: 3). In our country, the Tax Inspection Board started to implement EBYS in 2017 and its integration with the VDK BIS system was completed.

### **3.6. Taxpayer Information Report (TIR)**

The Taxpayer Information Report refers to the program interface that provides the presentation of all information that is tax-related and tax-relevant to the taxpayer without the need for any other program, source, correspondence, etc. based on the information available in the database, other public institutions/organizations and the private sector (GSM operators, banks, cargo companies, etc.) about the taxpayer under investigation (VDK, Annual Report, 2023: 12). In order to be used in audit and examination activities and to provide guidance to Tax Inspectors, the MBR, which includes taxpayers' declaration and notification summaries regarding the analysis studies conducted on risky taxpayers, is submitted electronically to the Tax Inspector in charge via VDK-BIS, regardless of whether it is sent from VDK-RAS or not. With VDK-RAS, analysis screens such as third party data (EMRA data, Return information, e-Documentation data, Tourism share, Valuable Housing Tax Information), rate analysis, sales analysis, etc. have also been added to the MCR in order to accelerate the examination activities and facilitate the assessments to be made by the Tax Inspectors (VDK, Annual Report, 2023: 29). In order to facilitate tax inspections, MBR (Taxpayer Information Report) was made available to inspectors through VDK-RAS as of 2017 (VDK, Annual Report, 2017: 16).

### **3.7. Tax Audit and Analysis Program (VEDAS)**

An e-audit analysis system called VEDAS was developed within VDK in order to complete tax audits more efficiently and in a shorter time by using electronic data such as e-books and e-invoices produced by taxpayers. VEDAS is a program that is used effectively in tax inspections of taxpayers registered in the e-document system and provides significant time savings in the generation of analysis data. While developing VEDAS, it was aimed that the program should also work on big data, taking into account today's conditions and evolving electronic recording obligations. In this way, regardless of the size of the electronically recorded data, the risks and uncertainties of working on a sample are eliminated (VDK, Annual Report, 2017: 39; Arslan & Yiğit, 2024: 14).

In order to test the e-audit infrastructure developed within the VDK Presidency and the VDK-VEDAS software, tax audits that can be completed using e-audit techniques are planned. The technical infrastructure that will enable the development of VDK-VEDAS is created through the feedback to be obtained from the examinations and examination assignments are made for this purpose. VDK-VEDAS software has been provided with standard analyzes that can be easily used by all tax inspectors. The work of project teams to increase the variety of standard analyzes is being put into practice (VDK, Annual Report, 2018: 36).

### **3.8. Electronic Data Submission System (E-VIZ)**

The widespread use of electronic books and documents, developments in computer-aided audit techniques, and developments in digital data transfer and storage processes have made remote examination possible and triggered the process. In this context, as a result of the studies conducted by the VDK Presidency, the Electronic Data Submission System (e-Viz) Project was developed and put into use as of December 2022 (VDK, Annual Report, 2022: 37). E-Viz is a system that enables the electronic submission of electronic books and documents and other documents kept/generated electronically to the Tax Inspector conducting the examination (HMB, 2024). The opportunities provided by the E-Viz system are as follows (VDK Annual Report, 2023: 11):

- The possibility of submitting electronic books and documents and all other files created in electronic environment that the Ministry permits to be kept in electronic environment,
- Taxpayers can submit electronic books and documents electronically 24/7 within the legal periods without disrupting their working life,
- In addition to electronic books and documents, taxpayers can also submit all other files created electronically through the system,
- Track the stage of the submission process,
- Possibility to manage submission transactions through a single system for all tax examinations for which the submission officer is authorized,
- File immutability information for each file uploaded to the system,
- Possibility to legally document all files submitted by taxpayers with the document produced using a secure electronic signature.

### **3.9. Tax Offices Audit Information System (VDK-VEDEBIS- E-Audit Applications)**

E-inspection is a continuously developing and dynamic inspection activity that performs the functions of traditional inspection in electronic environment and has a high adaptability to developments and innovations in the field of informatics. The purpose of e-inspection, as in the inspection activity, is to provide guidance and guidance to the administration, to identify and evaluate the risks faced by the units within the automation system in mutual cooperation and coordination with the administration, and to contribute to risk management. This contribution comes in the form of proposing solutions to improve the automation applications for inspection activities, the evaluation of data and the application of other new information technologies for the administration and taxpayers. Within the framework of this purpose, existing data are selected and received in line with predetermined criteria and risk indicators, and then processed, evaluated and analyzed with the help of various computer programs. Within the scope of e-inspection activities, large amounts of data can be evaluated and analyzed in a short period of time, thus achieving constructive, preventive, deterrent, solution-proposing and automation system-improving inspection results. With e-inspection, many more transactions can be inspected much more quickly than can be done in traditional inspections. The e-inspection activities conducted by VDK are carried out through a program called VDK-DEBIS (Tax Inspection Board Presidency Information System), which consists of the VDK-VEDEBIS (Tax Offices Audit Information System) module.

E-inspection activities within the scope of VDK-VEDEBIS are carried out at three levels (VDK, 2023: 57):

- Reviewing the queries generated through VDK-VEDEBIS and separating the ones that can be concluded by inviting the taxpayer for explanation or taking the taxpayer to a tax audit and ensuring that such queries are transferred to the relevant Branch Directorate,
- Identifying the queries generated through VDK-VEDEBIS that highlight deficiencies or defects in the internal functioning of the inspected unit with a risk-oriented approach,

- Identifying inspection queries that include risk-based issues independent of these queries.

The issues that stand out in the VDK-VEDEBIS e-inspections are as follows:

- Contributing to the operation of automation systems in a way that produces minimum errors through the control mechanisms to be established.
- Identifying areas vulnerable to corruption and ensuring that measures are taken against them.

#### **4. Conclusion**

Digital transformation has led to significant changes in human and social communication. The need for transformation has emerged not only in economic terms, but also in many areas such as education, health and public services. The innovations provided by information and communication technologies developed with digital transformation have facilitated communication processes. In line with changing social needs, there has been a holistic transformation that brings together human, business processes and technology elements.

The need for e-transformation in Türkiye started to be felt in the 1980s and was heavily influenced by the information and technology-driven transformation in the world in the 1990s and 2000s. Türkiye's e-transformation period began in 1993 with the introduction of the Internet and the development of the 'Türkiye Informatics and Economic Modernization' project. In 1997, important steps were taken by the High Council of Science and Technology to formulate Türkiye's science and technology policies, such as the preparation of the National Information Infrastructure Master Plan (TUENA), the establishment of the National Academic Network and Information Center (ULAKBIM), and the launch of the Electronic Commerce Network. In 1998, the establishment of the 'Public Net Technical Board' played an important role in the process of transition to e-government. In 2001, Türkiye signed the 'e-Europe Project' at the EU Leaders' Summit, which started the process of transition to the information society called "e-Transformation Türkiye". As of December 2008, the E-Government Gateway became operational to provide services to citizens from a single point. The E-Government Gateway has assumed an important role in inter-institutional data sharing through the infrastructure called the Public Applications Center, which mediates the sharing of public data and enables Public-to-Public Data Sharing. The Tax Offices Automation Project (VEDOP) is one of the important e-government projects.

In our country, most of the tax inspections are carried out by the Tax Inspection Board. In order to carry out tax inspections effectively and to carry out transactions with data stored in digital environment, computer-aided technologies should be utilized at a high level. For this reason, it has been ensured that all processes of the work carried out for tax inspections, from the initial stage to the reporting and transmission to the necessary units, are monitored electronically, statistics are created, and the information, data and other statistics obtained are made available to all managers and tax inspectors. For this reason, the Tax Inspection Board Presidency Information Processing System (VDK-BIS) was integrated with the Electronic Document Management System (EBYS) as of 09.01.2017.

The Tax Inspection Board takes into account notices and complaints in order to use its audit power more efficiently, to increase the effectiveness of tax inspections and to prevent unnecessary occupation of administrative authorities. With the VDK-RAS established by the Tax Inspection Board, risky taxpayers are identified, analyzed and referred for examination according to the sectors where the informal economy and tax evasion are intense. Thanks to the efficient and effective tax audits carried out, it identifies unrecorded transactions and works to ensure that they are taxed. It develops these activities by following the developing technology and practices in the world. Thus, by increasing the importance given to audits through applications such as e-audit (VDK-VEDAS) and e-inspection (VDK-VEDEBIS), which are

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK  
OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE

developed in parallel with the obligations imposed on taxpayers to prevent unrecorded transactions such as e-books and e-invoices, the quality as well as quantity of the audits are increased. In addition, e-notification, Taxpayer Portal, Electronic Document Management System (EBYS), Taxpayer Information Report (MBR) and Electronic Data Submission System (E-VİZ) continue to be used to facilitate tax inspectors and taxpayers in tax inspection processes.

In Türkiye, moving the tax office to the internet environment has increased citizens' participation in governance, supported the development of transparency in the public sector and played an important role in the formation of e-government applications. With digital applications, taxpayers can perform their tax transactions much faster and simpler through the internet tax office. In this way, both taxpayers and tax offices save time and resources. Although there has not been a significant increase in the number of tax inspection staff, the level of inspections has increased. It has also supported voluntary tax compliance by increasing the confidence of taxpayers.

**Author Contributions (Yazar Katkı Oranı):** Esra UYGUN (%100)

**Ethical Responsibilities of Authors (Yazarın Etik Sorumlulukları):** This study was prepared in accordance with the rules of the required ethical approval

**Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması):** There is no conflict of interest with any institution related to the study.

**Plagiarism Checking (İntihal Denetimi):** This study has been checked for plagiarism using a plagiarism scanning programme.

## REFERENCES

- Akkan, M. (2018). "Tebliğat Kanunu Çerçevesinde Elektronik Tebliğat", *Medenî Usûl ve İcra ve İflâs Hukuku Dergisi*, 39: 51-56
- AlNuaimi, Y.A. (2022). "Impacts of Workplace Factors on Employee Engagement in the Public Sector". *European Journal of Marketing and Economics*, 5 (1): 58-72
- Arslan, M. & Kaya, T. (2017). "E-Devlet Uygulaması Olarak Ebys'nin Etkinliği ve Verimliliği Üzerine Bir Araştırma: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Ebys Örneği". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.22, Kayfor15 Özel Sayısı, (1999-2019).
- Arslan, Y. & Yiğit, S. (2024). "Vergi İnceleme Sürecinde Kullanılan Bilgi Teknolojileri ve Dijital Dönüşüm". *Vergi Raporu*, 301: 7-19
- Balcı, A. & Kırılmaz, H. (2009). "Kamu Yönetiminde Yeniden Yapılanma Kapsamında. E-Devlet Uygulamaları". *Türk İdare Dergisi*, 463: 45-71
- Bayram, Ö. & Özdemirci, F. & Şen, Z. (2012). Elektronik Belge Yönetimi Sistemlerinde Kurumsallaştırma Süreci: Ankara Üniversitesi Elektronik Belge Yönetim ve Arşivleme Sistemi Çalışmaları, Bilgi Eksenli Kuram ve Uygulamalar: Sorgulayıcı ve Çözümleyici Yaklaşımlar Sempozyumu
- Bican, P.M. & Brem, A. (2020). "Digital Business Model, Digital Transformation, Digital Entrepreneurship: Is There A Sustainable "Digital"?. *Sustainability*, 12 (13): 5239
- Biçer, R. (2021). Şirketler Neden Vergi Teknolojilerine İhtiyaç Duyuyor? Dijitalleşme Sürecinin Türk Vergi Sistemine Etkileri, Bursa Uludağ Üniversitesi Hukuk Fakültesi Online Sempozyumu, 22 Mayıs 2021
- Bloomberg, J. (2018). Digitization, Digitalization and Digital Transformation: Confuse them at your peril. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confusethem-at-your-peril/#2dd1ce842f2c>.
- Bondar, S. & Hsu, J.C. & Pfouga, A. & Stjepandić, J. (2017). "Agile Digital Transformation of System-of-Systems Architecture Models Using Zachman Framework". *Journal of Industrial Information Integration*, 7: 33-43
- Bonfour, A. (2016). Digital Futures, Digital Transformation From Lean Production to Acceluction. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23279-9>
- Bostan, M.K. & Kızılkaya, A. (2023). "Elektronik Vergi Uygulamalarının Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Gelir Vergisi Mükelleflerinin Algısının Ölçülmesine Yönelik Bir Araştırma". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (78): 47-65.
- Bozkurt A. & Hamutoğlu, N.B. & Kaban, A.L. & Taşcı, A.L. & Aykul, M. (2021). "Dijital Bilgi Çağı: Dijital Toplum, Dijital Dönüşüm, Dijital Eğitim ve Dijital Yeterlilikler", *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2): 35-36
- Brooks, D.C. & McCormack, M. (2020). Driving Digital Transformation in Higher Education. Educause. <https://e-learning-teleformacion.blogspot.com/2020/06/driving-digitaltransformation-in.html>
- Çarıkcı, O. (2010). "Türkiye'de E-Devlet Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma". *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12): 95-122.
- Demirkan, H. & Spohrer, J.C. & Welser, J.J. (2016). "Digital Innovation and Strategic Transformation". *IT Professional*, 18(6): 14-18.



- Deloitte (2018). Digital Enablement Turning your Transformation into a Successful Journey. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Technology/IE\\_C\\_HC\\_campaign.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Technology/IE_C_HC_campaign.pdf)
- Dünya Bankası. Education Statistics (EdStats), <https://datatopics.worldbank.org/education/>
- Eravcı, D.B. (2020). “Kurumların Dijital Dönüşümü: Büyük Veri”. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 11(1): 90-122
- Erdil, E. & Pamukçu, M.T. & Akçomak, İ.S. & Tiryakioğlu, M. (2016). Bilgi, Bilim, Teknoloji ve Yenilik: Kavramsal Tartışma (TEKPOL Working Paper Series 16/01). ODTÜ Bilim ve Teknoloji Politikaları Araştırma Merkezi. [https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/87712/stps\\_wp\\_1601.pdf](https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/87712/stps_wp_1601.pdf)
- Erdil, E. (2023). Dijital Dönüşüm ve Türkiye, İstanbul Politik Araştırmalar Enstitüsü
- European Commission (2019). Digital Transformation. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digitaltransformation\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digitaltransformation_en)
- Gencel, M.M. (2023). Dünden Bugüne e-Devlet ve Dijital Dönüşüm, <https://bilisim.turksat.com.tr/tr/blog-yazilari/dunden-bu-gune-e-devlet-ve-dijital-donusum>), (E.T. 14.12.2024).
- GİB (2023). Gelir İdaresi Başkanlığı 2023 Faaliyet Raporu, [www.gib.gov.tr](http://www.gib.gov.tr)
- Haffke, I. & Kalgovas, B. & Benlian, A. (2016). The Role of the CIO and the CDO in an Organization’s Digital Transformation. In ICIS 2016 Proceedings (1-20)
- Hanelt, A. & Bohnsack, R. & Marz, D. & Antunes Marante, C. (2020). “A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change”. *Journal of Management Studies*, 58 (5): 1159–1197
- Heavin, C., & Power, D.J. (2018). “Challenges for Digital Transformation Towards a Conceptual Decision Support Guide for Managers”. *Journal of Decision Systems*, 27: 38–45. <https://doi.org/10.1080/12460125.2018.1468697>
- Henderikx, M.; Stoffers, J. (2022). “An Exploratory Literature Study into Digital Transformation and Leadership: Toward Future-Proof Middle Managers”. *Sustainability*, 14, 687. <https://doi.org/10.3390/su14020687>
- Hess, T. & Matt, C. & Benlian, A. & Wiesböck, F. (2016). “Options for Formulating a Digital Transformation Strategy”. *MIS Quarterly Executive*, 15(2): 123-139
- Kane, G.C. & Palmer, D. & Phillips, A.N. & Kiron, D. & Buckley, N. (2015). “Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation”. *MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press*, 14: 1-25.
- Karyağdı, G.N. (2022). “Denetimde Teknolojik Gelişmelerin Denetim Sürecine Olan Etkilerinin Akademisyen Görüşleriyle İncelenmesi”. *Denetim Dergisi*, 26: 13-31.
- Michael J.A. & Bretschneider, S. (2011). “Politics of E-Government: E-Government and the Political Control of Bureaucracy”. *Public Administration Review*, May-June, 71 (3): 414-424
- Nasiri, M. & Ukko, J. & Saunila, M., & Rantala, T. (2020). “Managing the Digital Supply Chain: The Role of Smart Technologies”. *Technovation*, 96–97
- Odabaş H. & Rukancı, F. (2004). “Belge Yönetiminin Bir Unsuru Olarak Yazışma Yönetimi”. *Türk Kütüphaneciliği*, 18(4): 385-406.

- OECD & Statistical Office of the European Communities. (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd edition. <https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- OECD (2018). Going Digital in a Multilateral World. Retrieved from <https://www.oecd.org/going-digital/C-MIN-2018-6-EN.pdf>
- Osmundsen, K. & Iden, J. & Bygstad, B. (2018). Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications, The 12th Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS), Corfu, Greece
- Özbay, İ. (2014). “6099 Sayılı Kanun ve Elektronik Tebligat Yönetmeliği Çerçevesinde Elektronik Tebligata İlişkin Düzenlemelere Bakış”, Prof. Dr. Ejder Yılmaz’a Armağan, Yetkin Yayınevi, Ankara, (1419-1450)
- Özdemirci F. & Torunlar, M. & Selvet, S. (2009). Üniversiteler İçin Belge Yönetimi ve Arşiv Sistemi İşlemleri BEYAS El Kitabı, Ankara
- Parviainen, P. & Tihinen, M. & Kääriäinen, J. & Teppola, S. (2017), “Tackling the Digitalization Challenge: How to Benefit from Digitalization in Practice”, *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1): 63-77
- Reis, J. & Amorim, M. & Melão, N. & Matos, P. (2018). Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research, In: Rocha, Á., Adeli, H., Reis, L.P., Costanzo, S. (eds) Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCist'18. Advances in Intelligent Systems and Computing, 745. (411-421). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41)
- Şahin, A. (2019). Türk Kamu Yönetiminde Yapısal Dönüşüm ve E-Devlet, Atlas Akademi, Konya
- Stolterman, E. & Fors, A.C. (2004). Information Technology and the Good Life. In Information systems Research (687-692). Springer
- Schallmo, D. R. & Williams, C.A. (2018). History of Digital Transformation. In Digital Transformation Now! (3-8). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72844-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72844-5_2)
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2018). Sanayide Dijitalleşme, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Çalışma Grubu Raporu, Ankara
- Teichert, R. (2019). “Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature”. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(6): 1673-1687. <https://doi.org/10.11118/actaun201967061673>
- Türkyılmaz, S. (2024). “Dijital Dönüşümün İşletmeler Üzerindeki Etkisi”. *İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (1): 276-297.
- Tüzüner, Ö. (2016). “Elektronik Tebligatın Kalitatif Yöntemle İncelenmesi”. *Ankara Barosu Dergisi*, 2: 139-159.
- Umut, G. & Külçü Ö. (2014). “Elektronik Belge Yönetimi Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunların Analizi ve Çözüm Önerileri: Kalkınma Bakanlığı Örneği”. *Bilgi Dünyası*, 15 (1): 102-124
- Vial, G. (2019). “Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda”. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28 (2): 118-144.
- Verhoef, P.C. & Broekhuizen, T. & Bart, Y. & Bhattacharya, A. & Dong, J.Q. & Fabian, N. & Haenlein, M. (2021). “Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda”. *Journal of Business Research*, 122: 889-901.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TAX INSPECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK  
OF DIGITAL TRANSFORMATION IN TÜRKİYE

- VDK (2012). Vergi Denetim Kurulu 2012 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2013). Vergi Denetim Kurulu 2013 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2014). Vergi Denetim Kurulu 2014 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2015). Vergi Denetim Kurulu 2015 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2016). Vergi Denetim Kurulu 2016 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2017). Vergi Denetim Kurulu 2017 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2018). Vergi Denetim Kurulu 2018 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2019). Vergi Denetim Kurulu 2019 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2020). Vergi Denetim Kurulu 2020 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2021). Vergi Denetim Kurulu 2021 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2022). Vergi Denetim Kurulu 2022 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- VDK (2023). Vergi Denetim Kurulu 2023 Faaliyet Raporu, Ankara, <https://vdk.hmb.gov.tr/vdk-faaliyet-raporlari>
- Vergi Denetim Kurulu Başkanlığının Kurulması Amacıyla Bazı Kanun Ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname, Sayı.646, RG Yayım Tarihi. 10.07.2011, RG Sayı. 27990
- Vergi İncelemelerinde Uyulacak Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 31.10.2011 Resmî Gazete Sayısı: 28101
- Vergi Usul Kanunu, Kanun No. 213, Yayım Tarihi. 12.01.1961, Resmi Gazete No. 10705
- Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği, (2015), Sıra No: 449, Resmi Gazete Tarihi. 10.04.2015, Resmi Gazete No.29322
- Wade, M. (2015). Digital Business Transformation: A Conceptual Framework. Global Center for Digital Business Transformation, 15.
- Yankın F.B. (2019). “Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı”. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 1-38.
- Zantout, H. & Marır, F. (1999). “Document Management Systems from Current Capabilities towards Intelligent Information Retrieval: An Overview”. *International Journal of Information Management*, 19 (6): 471-484.

## ALTERNATIVE RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE CONTEXT OF GLOBAL ENERGY CRISES AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT

### KÜRESEL ENERJİ KRİZLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE EKSENİNDE ALTERNATİF YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Selin DİNÇER\*

\*Ph.D., Lecturer, Kırıkkale University, selindincer@kku.edu.tr, ORCID:0000-0003-3233-493X

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received</b> 19.02.2025</p> <p><b>Revized</b> 06.03.2025</p> <p><b>Accepted</b> 20.03.2025</p> <p><b>Article</b></p> <p><b>Classification:</b> Research Article</p> <p><b>JEL Codes</b> P18 P20 P29</p>	<p>Energy is very important for individuals and countries as it is the basic input of production and consumption processes. Today, the energy crises faced by countries in the field of energy are increasing rapidly. The 19th-century energy crises centered on the unsustainability of the fossil fuels used to meet the global energy demand and the increasing damage to the environment. If greenhouse gas emissions from the burning of fossil fuels continue unabated, the need for a radical environmental transformation is indisputable. In addition, the threat of environmental problems such as global warming and climate change to the world ecosystem has brought about the search for different energy that can provide a sustainable environment. In addition, global energy crises make the transition to more sustainable and secure energy systems mandatory. At this point, renewable energy resources come to the fore as a solution to energy crises and environmental problems. This study examines the relationship between energy and the environment comprehensively based on a literature review on the axis of academic research, current data, and reports by focusing on the energy crises experienced in the global system on a historical axis. In this axis, the study also examines alternative energy sources that will contribute to the sustainable environment approach as a solution to the global energy crises. At this point, this study aims to provide innovative ideas for future studies in the field of energy by providing guiding implications for economic units and policymakers.</p> <p><b>Keywords:</b> Global Energy Crises, Energy Demand, Sustainable Environment, Renewable Energy</p>

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><b>Gönderilme Tarihi</b> 19.02.2025</p> <p><b>Revizyon Tarihi</b> 06.03.2025</p> <p><b>Kabul Tarihi</b> 20.03.2025</p> <p><b>Makale Kategorisi</b> Araştırma Makalesi</p> <p><b>JEL Kodları</b> P18 P20 P29</p>	<p>Enerji, üretim ve tüketim süreçlerinin temel girdisi olduğundan bireyler ve ülkeler için oldukça önemlidir. Günümüzde ülkelerin enerji alanında karşılaştıkları krizler hızla artmaktadır. 19. yüzyılda yaşanan enerji krizlerinin odak noktasında, küresel enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan sera gazı yakıtların sürdürülebilir olmaması ve çevreye verdiği tahribatın gün geçtikçe artması yer almaktadır. Fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan sera gazı emisyonları durmaksızın devam ederse, köklü bir çevresel dönüşümün gerekliliği tartışılmazdır. Ayrıca küresel ısınma, iklim değişikliği gibi çevre sorunlarının dünya ekosistemini tehdit etmesi sürdürülebilir çevreyi sağlayabilecek farklı enerji arayışlarını beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte küresel enerji krizleri, daha sürdürülebilir ve güvenli enerji sistemlerine geçişi zorunlu hale getirmektedir. Bu noktada enerji krizlerine ve çevre sorunlarına çözüm olarak yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma tarihsel ekseninde küresel sistem içerisinde yaşanan enerji krizlerine odaklanarak enerji ve çevre arasındaki ilişkiyi akademik araştırmalar, güncel veriler ve raporlar ekseninde bir literatür taramasına dayalı olarak kapsamlı şekilde incelemektedir. Bu ekseninde çalışmada ayrıca küresel enerji krizlerine çözüm olarak, sürdürülebilir çevre yaklaşımına katkı sağlayacak alternatif enerji kaynakları da ele alınmıştır. Bu noktada bu çalışma ekonomik birimler ve politika yapıcılara yol gösterici çıkarımlar sunarak enerji alanında gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara yenilikçi fikirler sunmayı amaçlamaktadır.</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Küresel Enerji Krizleri, Enerji Talebi, Sürdürülebilir Çevre, Yenilenebilir Enerji</p>

**Atıf (Citation):** Dinçer, S. (2025). "Alternative Renewable Energy Sources in the Context of Global Energy Crises and Sustainable Environment", *Kapanalti Dergisi*, (7): 19-30.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

## **Introduction**

In the 18th century, the industrialization process and the increasing demand for energy resources elevated the importance of energy within the global economic and political system. Alongside industrialization, the continuous growth of the world population, the development goals of countries, and the changes in production and consumption patterns have resulted in an increasing need for energy every day. A country's access to energy resources is a significant power in the international system. In this context, countries that possess energy resources can wield this power, while countries lacking energy resources may become dependent on foreign energy sources.

Particularly, the 1973 Oil Crisis marked a significant shift in the global energy landscape. Today, wars, conflicts, disagreements between countries, economic crises, and the use of energy as a foreign policy tool have taken energy crises to a new level. The issues faced by states in the energy sector are increasing rapidly. Countries that are dependent on foreign energy sources are becoming vulnerable to sudden energy crises. In particular, fluctuations in energy prices and uncertainties in energy supply during the 2019 pandemic period and the 2022 Russia-Ukraine War triggered a new energy crisis, profoundly impacting global energy markets. Therefore, energy crises have a significant impact on shaping the economic balance, and internal, and external policies of countries globally. At this point, historical energy crises and the harm caused by energy consumption to the world, which is the only living space for individuals, have prompted countries to seek alternative energy sources (Aliyev et al., 2024). Energy and the environment are frequently discussed together due to the fact that the global economy has been fueled by fossil fuels that can alter the environment since the Industrial Revolution (Sing, 2021). Since energy supply is primarily based on fossil fuels, there is a need for a transition from a high-carbon energy system to a low-carbon one globally.

This study aims to comprehensively examine the relationship between energy and the environment by addressing historical energy crises within the global system. This work is based on a literature review, drawing on academic sources, current data, and reports. Additionally, the study will provide information and suggestions regarding alternative energy sources that contribute to a sustainable environmental approach as a solution to global energy crises. In this context, the study aims to provide guiding insights for economic units and policymakers, offering innovative ideas for future energy-related research. The study will first focus on the energy crises experienced worldwide in the historical context, discussing their causes, results, and impacts. In the subsequent stage, the relationship between energy and the environment will be evaluated. Finally, alternative energy sources, which both serve as alternatives to energy crises and contribute to a sustainable environment, will be examined.

### **1. Historical Energy Crises Worldwide**

An energy crisis refers to problems that may arise in areas related to energy production, consumption, energy supply, and distribution. These problems have significant effects on the global energy market, energy prices, and the actors within the global system, namely the states. The need for energy in the world is increasing every day. The uneven distribution of energy resources across the globe and the potential depletion of these resources create uncertainties regarding the ability to meet future energy demand (Chatuverdi, 2017).

Today, the global energy system faces a critical set of issues. These include the rapidly growing energy demand in the face of the increasing geographical concentration of remaining conventional fuel reserves, the need to reduce the environmental impacts of energy systems, and the lack of access to modern energy for billions of people (Cherp et al., 2011). Furthermore, there are significant differences between past energy crises and those occurring today. Modern energy crises are more complex and have multifaceted impacts (Erden Kaya and Çaylak, 2024). Regional wars, power struggles, and instabilities affect global energy supply, demand, and prices, which in turn can shape national policies.

The Middle East, rich in oil resources, has always been at the center of global energy crises. The oil resources in the region have constantly increased the Middle East's international importance. The first major energy crisis of the 1970s occurred in 1973, due to the Arab-Israeli War. The U.S. support for Israel over an extended period greatly disturbed the oil producers in the region. The Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC) announced that they would not ship oil to countries supporting Israel (Özel Özcan and Öten, 2022: 182; Erden Kaya and Çaylak, 2024: 6).

The oil embargo imposed on the U.S., followed by OAPEC's decision to cut oil production, is reflected in oil prices. The 1970s was a challenging period marked by rising oil prices. Undoubtedly, the biggest rupture in international energy security and the relationship between energy supply and demand occurred with the 1973 Oil Crisis. This crisis led many countries, including European nations, to experience the negative consequences of energy dependence (Akin, 2020; Özel Özcan and Şahin, 2023: 30).

Energy crises have been recurring globally, starting with the oil crisis of the 1970s and continuing through various wars such as the Iran-Iraq War (1980-1988), the Gulf War (1990-1991), the Iraq War (2003), and the Russia-Ukraine War (2022) (Carlisle, 2017). Especially, wars and conflicts between countries, as well as economic and political relations, have been significant developments that prepare the ground for energy crises and influence energy policies. The 1980s marked another energy crisis, with the war between Iran and Iraq—two countries with significant oil reserves—resulting in a halt to oil exports (Özel Özcan and Öten, 2022: 181).

In the 1990s and 2000s, energy crises again erupted in the Middle East, driven by civil wars, instabilities, and power struggles targeting the region. In 1982, Saudi Arabia gradually reduced its oil production, and in 1990, Iraq's invasion of Kuwait led to a global energy crisis (Özel Özcan and Öten, 2022: 183). On the other hand, the COVID-19 pandemic that began in 2020 caused countries to close their borders, weakening economic ties and leading to a decline in oil consumption. This process resulted in a decrease in both oil prices and production. The effects of this crisis continued to be felt in 2021 and 2022 (Erden Kaya and Çaylak, 2024: 7).

The Russia-Ukraine War, which began in February 2022, is similarly a significant development impacting the global energy market. Russia, with its energy reserves, is a key global actor. A significant portion of the EU's energy needs is supplied by Russia. During the war, particularly after the EU imposed sanctions on Russia, Russia used its energy resources as a tool for retaliation, reducing its natural gas supply to European countries, thus triggering a new energy crisis (Wolowiec et al., 2022). The combination of the energy crisis caused by the Russia-Ukraine War and the food crisis has exacerbated financial problems in Europe (Moloney, 2023).

These developments led the EU to take measures regarding energy security, aiming to reduce dependence on foreign energy and diversify energy sources. In the long term, investments in additional natural gas projects and measures to increase energy security and meet climate targets were discussed within the European Commission (Wolowiec et al., 2022).

The energy crisis resulting from the Russia-Ukraine War is not solely due to Russia's use of its energy reserves as a sanctioning tool and the EU's dependency on Russia. Ukraine's failure to pay for the gas due to its economic conditions is another barrier to gas flow. Past instabilities in Ukraine have negatively affected energy flows to EU countries. Therefore, Ukraine is at the center of energy crises (Küçükkambak, 2024: 43).

Global energy crises lead to imbalances in the global energy market. These crises typically emerge from a combination of factors such as the limited nature of fossil fuel resources, environmental impacts, economic and political conflicts between countries, and increasing demand. Excessive reliance on fossil fuels causes environmental degradation, deepening the global climate change problem, while fluctuations in energy prices and supply shortages can threaten the economic stability of countries.

## **2. Energy and the Environment Relationship**

As a result of the rapid increase in greenhouse gases in the Earth's atmosphere, human activities that add to the natural greenhouse effect and their impact on the environment are a major topic of discussion today. While the existence of a natural greenhouse effect on Earth is well known, anthropogenic changes in the composition and abundance of atmospheric greenhouse gases have become concerning (Stern, 2008). Greenhouse gas emissions from the burning of fossil fuels bring along many environmental problems, including global warming, climate change, rising sea levels, and water and soil pollution (He et al., 2021).

The primary human contribution to environmental degradation is the emission of greenhouse gases resulting from the burning of fossil fuels. Reducing this impact requires significant adjustments in energy production and consumption. Energy is a key input for all other consumption and production processes, making it a crucial issue. Therefore, energy is a significant parameter that controls growth and determines many aspects of human activities in general. The increasing growth and demand for the welfare of developed and developing countries are putting more pressure on energy resources (Bilgen, 2014: 891). In this context, the increasing demand for energy worldwide and its role as an essential component of the production process make the energy-environment relationship critical.

As the global population increases and countries grow, the need for energy and energy demand also rises. The increasing demand for energy and energy consumption results in higher emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases due to the burning of fossil fuels (Akin and Akçayır, 2024). The environmental destruction caused by greenhouse gas emissions from energy consumption is growing day by day. The accumulation of carbon dioxide and other greenhouse gases leads to unpredictable environmental disasters (Omer, 2008).

On the other hand, non-renewable energy sources such as oil, coal, and gas, which meet a significant portion of global energy demand, are facing the threat of depletion in the future. Indeed, three-quarters of global greenhouse gas emissions come from the burning of fossil fuels for energy production (Our World in Data, 2024c). The intensive use of non-renewable energy

sources in the global energy system is causing many problems on the Earth, which is the living space for individuals (Ritchie et al., 2023). The use of non-renewable energy sources has a significant impact on climate, the stability of the natural environment, and ecology (Amjith and Bavanish, 2022).

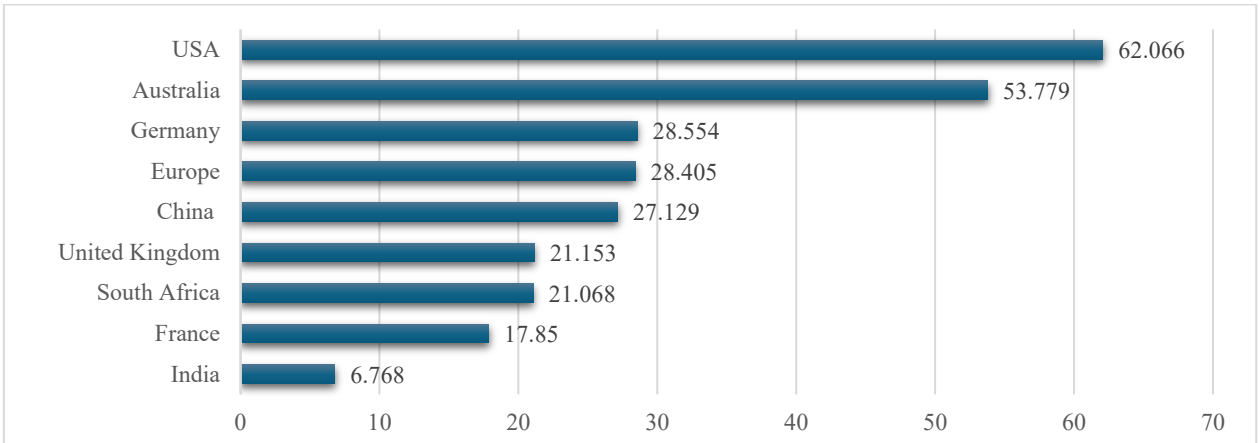
In this context, profound changes in global energy policies are required to reduce carbon emissions and combat environmental issues. The transition to sustainable energy production and consumption will not only provide environmental benefits but also economic and social advantages, creating a more livable world for future generations (Roser, 2020). This is because the focus of a sustainable environment is the need to preserve the ecosystem balance so that natural resources can be passed on to future generations without depletion or environmental degradation.

In 2023, global carbon emissions from fossil fuels and industry reached 37.79 billion tons (Our World in Data, 2024a). Since the Industrial Revolution, fossil fuel consumption for energy has increased significantly, reaching serious levels. The rapidly growing industrial production in the 20th century has triggered energy consumption. The industrial sector and the non-renewable energy sources used in this sector are the primary sources of global carbon emissions (Shen et al., 2023).

Total energy consumption varies by country based on population density and income growth. Countries with large populations inevitably consume more energy than smaller countries. Among the largest energy consumers are Iceland, Norway, Canada, the USA, and rich countries in the Middle East such as Oman, Saudi Arabia, and Qatar. An average person in these countries consumes 100 times more energy than individuals in the poorest countries (Ritchie et al., 2020). When examining the global status of fossil fuel consumption worldwide, in 1900 it was 5,973 TWh, in 1950 it was 20,139 TWh, in 2000 it was 95,548 TWh, and in 2023 it reached 140,231 TWh (Our World in Data, 2024a).

Figure 1 shows per capita fossil fuel consumption derived from the combination of coal, oil, and gas as part of the total primary energy. Looking at energy consumption at the country level, it is generally a strong reflection of population size rather than actual per capita fossil fuel consumption. In 2023, per capita fossil fuel consumption in the USA was 62,066 kWh, in Australia 53,779 kWh, and in Germany 28,554 kWh. The USA maintains a significant share of global energy demand and is one of the world’s major polluters.

**Figure 1:** Per Capita Fossil Fuel Consumption in Selected Countries (2023 / kWh)





Source: World Bank, 2024; Our World in Data (2024a)

Carbon emissions associated with energy and industrial production can originate from various types of fuels. The contribution of each of these sources has significantly changed over time. The use of coal as a fuel on an industrial scale first emerged in Europe and North America in the 1700s. Growth in emissions from oil and gas production occurred around the late 1800s (Our World in Data, 2024b). Table 1 provides data on carbon emissions by fuel type over the years globally. Upon examining Table 1, it is observed that carbon emissions from the use of coal, oil, and gas as fuels have steadily increased from 1900 to the present. These data indicate that the environmental damage caused by fossil fuels has been increasing every day and will continue to do so.

**Table 1:** *CO<sub>2</sub> Emissions by Fuel Type in the World*

Year	Coal	Oil	Gas	Other Industries
1900	1,88 billion tonnes	67,31 million tonnes	11,54 million tonnes	-
1950	3,88 billion tonnes	1,55 billion tonnes	353,15 million tonnes	4,99 billion tonnes
1960	5,16 billion tonnes	3,12 billion tonnes	834,56 million tonnes	27,51 billion tonnes
1970	5,70 billion tonnes	6,80 billion tonnes	1,79 billion tonnes	44,35 billion tonnes
1980	7,01 billion tonnes	8,95 billion tonnes	2,76 billion tonnes	48,20 billion tonnes
1990	8,70 billion tonnes	9,24 billion tonnes	3,81 billion tonnes	223,05 billion tonnes
2000	9,20 billion tonnes	10,27 billion tonnes	4,75 billion tonnes	216,33 billion tonnes
2010	13,95 billion tonnes	11,32 billion tonnes	6,23 billion tonnes	246,16 billion tonnes
2020	14,27 billion tonnes	10,96 billion tonnes	7,56 billion tonnes	295,06 billion tonnes
2023	15,40 billion tonnes	12,21 billion tonnes	7,90 billion tonnes	301,13 billion tonnes

Source: Our World in Data (2024b)

### 3. Alternative Renewable Energy Sources in the Axis of Sustainable Environment as a Solution to Energy Crises

Today, energy systems are highly dependent on rapidly depleting fossil fuels. This dependence brings uncertainties regarding the future trajectory of energy markets. Globally, ensuring the sustainability of energy resources has become an urgent issue for countries. The world lacks low-carbon, cheap, secure, and large-scale energy infrastructure. Without the growth of energy infrastructure, energy crises will continue to occur worldwide. To prevent global environmental issues, countries are focusing on the 'zero emissions' target. The zero-emissions goal influences many global energy policy decisions (Berahab, 2022). Leading developed countries such as Germany, France, and Japan have set a target of zero carbon emissions by 2050 in order to overcome climate and environmental challenges (Doğan et al., 2022). Furthermore, countries have set targets to reduce fossil fuel consumption by 2030 within the framework of the Sustainable Development Goals (SDGs) (Roser, 2021). However, dependence on fossil fuels in the global energy market is one of the major barriers to achieving these goals.

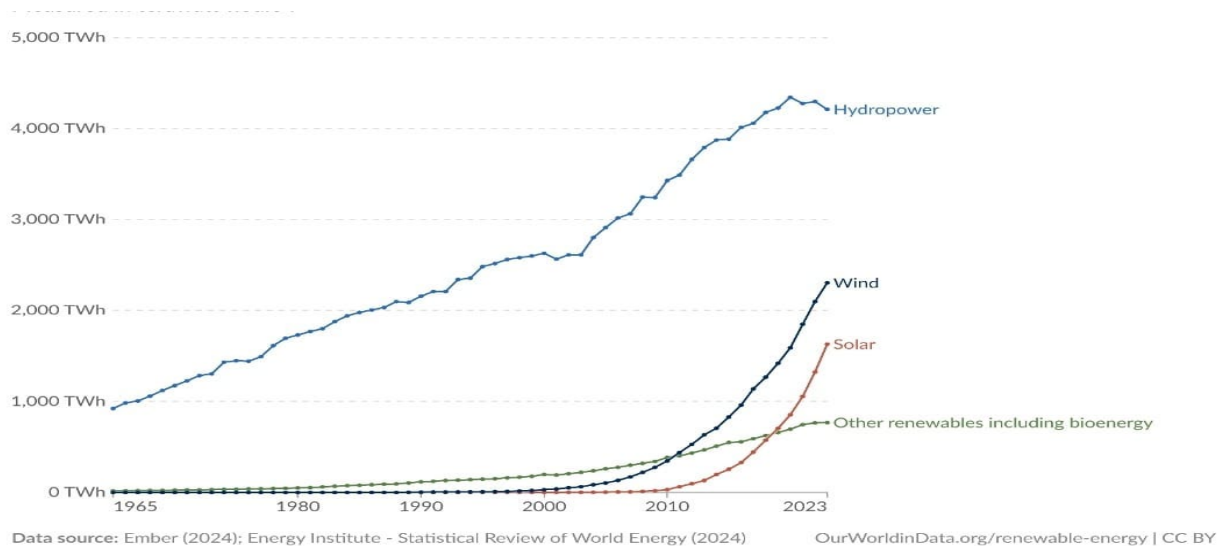
On the other hand, improving energy efficiency to consume less energy is a crucial factor that could help improve global environmental quality (Heryadi and Hartono, 2016). Energy efficiency can offer an effective solution to energy crises by reducing excessive demand for energy consumption. The alternatives developed for the future aim to address complex issues such as the growing energy demands of the rapidly expanding global population and global environmental pollution. Therefore, options for long-term and environmentally friendly energy supply should be developed. This requires the use of renewable resources (water, solar, wind, biomass, geothermal, hydrogen). Renewable energies can protect a country from negative

effects related to energy supply, prices, and environmental issues (Omer, 2008: 2268). As an alternative to the search for new sources to reduce environmental degradation, renewable energy is a very important development for global transformation (Şahinler et al., 2024).

Renewable energy is used to describe energy sources that occur naturally in nature and are self-renewing (Omer, 2008: 2271). The global energy crises that began with the extraordinary economic recovery after the pandemic in 2021 and intensified after Russia's invasion of Ukraine in February 2022 highlighted the importance of investments in renewable energy sources. This process initiated the integration of regional markets, the development of energy efficiency, and the promotion of renewable energy sources (Gajdzik et al., 2024). All these developments emphasize the urgent need for new technologies, systems, social organizations, and policies for energy conservation (Farghali et al., 2023).

Over the past few decades, the profile of renewable energy sources has significantly diversified. While hydroelectric energy continues to provide a large portion of electricity production, variable renewable energy sources have continuously increased their share in the global electricity mix, rising from 1.1% of renewable energy production in 2000 to 40.2% in 2022 (IRENA, 2024). The distribution of global renewable energy production by components (hydroelectric, solar, wind, and others) is shown in Figure 2. This data allows us to see the changes in renewable energy production over time. Hydroelectric production, which was 3,428.38 TWh in 2010, increased to 4,211.01 TWh in 2023. Hydroelectric energy stands out as a low-carbon renewable energy source (Ritchie et al., 2020; Our World in Data, 2024c). Similarly, wind energy production, which was 345.92 TWh in 2010, increased to 2,304.44 TWh in 2023. In 2023, the Asia-Pacific region leads hydroelectric production with 1,788.22 TWh, followed by South and Central America with 749.94 TWh, and Europe with 638.70 TWh (Energy Institute, 2024).

**Figure 2:** *Global Modern Renewable Energy Production by Source (Terawatt-hours)*



**Source:** Our World in Data (2024c)

Large-scale wind energy production, compared to hydroelectric energy, is a relatively modern renewable energy source but is rapidly growing worldwide (Ritchie et al., 2020; Our World in Data, 2024c). Similarly, solar energy has emerged as a new and increasingly important renewable energy source compared to hydroelectric energy. Solar energy is an important,

inexhaustible, easily convertible, and zero-carbon energy source (Duffie and Beckman, 2013). In 2023, the global installed solar energy capacity was recorded at 1,418.97 GW. A significant portion of the installed solar capacity (609.92 GW) occurred in China (IRENA, 2024). Solar energy is considered a clean energy source that should be explored as an alternative solution to future energy crises.

Wind energy, considered a secondary form of solar energy, is also categorized among clean energy sources. Today, many countries, including China, the United States, and Germany, are rapidly increasing their installed wind energy capacities. In 2023, the global installed wind energy capacity was recorded at 1,017.20 GW. Countries with high installed wind energy capacities include Germany (69.46 GW), India (44.74 GW), and Spain (31.03 GW) (IRENA, 2024).

The direction of future energy consumption is crucial for analyzing economy, energy, and environmental policies. A forecast of future energy consumption helps make decisions about future energy investments. Global energy demand will continue to rise, but traditional energy sources are depleting over time and becoming environmentally hazardous (Bilgen, 2014: 891). Renewable energy production and consumption offer alternative solutions to global energy crises and environmental degradation (Eylasov et al., 2023). However, incentives and discount systems should be established for using renewable energy systems, and various investment supports, such as research funding and support from policymakers and decision-makers in the energy sector, should be provided. Renewable energy sources present an environmentally friendly solution and serve as a significant alternative to traditional energy (Küçükkambak, 2024: 45).

#### **4. Conclusion**

Recent energy crises have focused on the unsustainability of fossil fuels used to meet global energy demand and the increasing environmental damage they cause. Additionally, the slow transition to sustainable energy sources and the inadequacy of energy infrastructures are making energy crises more complex. Global energy crises are forcing the transition to more sustainable and secure energy systems. Renewable energy stands out as a solution to energy crises. Although the share of renewable energy in global and national energy supply and demand is relatively small compared to fossil fuels, the depletion of fossil fuels and their environmental damage is increasing the importance and future role of renewable energy sources.

Today, the main cause of environmental issues is the carbon emissions resulting from the intensive use of fossil fuels to meet global energy demand. Carbon emissions lead to environmental problems threatening ecosystems, such as climate change, air pollution, and global warming. Replacing fossil fuels with renewable energy sources helps reduce carbon emissions and mitigate global environmental issues. Furthermore, countries around the world have varying access to energy and energy resources. Some countries have access to energy resources due to their geographical location, while others depend on foreign energy resources. This inequality affects the economic and political balances between countries, leading to energy crises and deeply impacting global energy markets. In this regard, the transition to renewable energy sources can be a solution to reduce countries' dependence on foreign energy.

There are deficiencies in energy systems in the transition from fossil fuels to renewable energy sources. Developed countries can benefit from renewable energy sources by making more

investments in renewable energy systems. In developing countries, the establishment of renewable energy infrastructures is slower due to economic challenges and technological shortcomings. To ensure the widespread use of renewable energy sources in all countries, various strategies and policies involving local, national, and international collaborations are required. Governments should provide incentives to entrepreneurs and private companies for the transition to renewable energy systems. Additionally, technological investments should be made, and long-term energy strategies should be developed for the widespread use of renewable energy systems.

In conclusion, effective policies against global energy crises are vital to ensure the security of energy supply and promote environmental sustainability. To this end, investments in renewable energy sources should be increased, energy efficiency measures should be strengthened and dependence on fossil fuels should be reduced. In addition, diversification of energy supply chains, strengthening international cooperation, and the use of innovative technologies to reduce carbon emissions should be encouraged. Smart grids and energy storage solutions can create a more resilient structure against crises by enabling more efficient management of energy supply and demand. Furthermore, social support programs for low-income households and consumer awareness campaigns can mitigate the impacts of global energy crises by ensuring a just transition.

**Author Contributions (Yazar Katkı Oranı):** Selin DİNÇER (%100)

**Ethical Responsibilities of Authors (Yazarın Etik Sorumlulukları):** This study was prepared in accordance with the rules of the required ethical approval

**Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması):** There is no conflict of interest with any institution related to the study.

**Plagiarism Checking (İntihal Denetimi):** This study has been checked for plagiarism using a plagiarism scanning programme.

## REFERENCES

- Akın, F. (2020). "1973 Petrol Krizi", Ö. Yavuz (Ed.), in Küreselleşme ve Ekonomik Krizler (pp.105-125), Ankara: Gazi Kitabevi.
- Akın, F., & Akçayır, Ö. (2024). "MIST Ülkelerinde Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Enerjinin Yeşil Üretime Etkisi". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (46): 169-186.
- Aliyev, F., Eylasov, N., Gasim, N., & Şahinler, A. N. (2024). "Impact of Nuclear Energy Consumption on CO2 Emissions in South Korea: Evidence from Fourier Bootstrap ARDL Bound Test". *Journal of Sustainable Development Issues*, 2(1): 51-66.
- Amjith, L. R., & Bavanish, B. (2022). "A Review on Biomass and Wind as Renewable Energy for Sustainable Environment". *Chemosphere*, 293: 133579.
- Berahab, R. (2022). "The Energy Crisis of 2021 and its Implications for Africa". *Policy Brief*, 6(22): 1-22.
- Bilgen, S. (2014). "Structure and Environmental Impact of Global Energy Consumption". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38: 890-902.
- Carlisle, J. E. (2017). *The Politics of Energy Crises*. Oxford University Press.
- Chatuverdi, A. K. (2017). "Geopolitics of Energy". A. Shukla & A. Sharma (Eds.), in *Energy Security and Sustainability* (pp. 363–398). CRC Press.
- Cherp, A., Jewell, J., & Goldthau, A. (2011). "Governing Global Energy: Systems, Transitions, Complexity". *Global Policy*, 2(1): 75-88.
- Doğan, B., Chu, L. K., Ghosh, S., Truong, H. H. D., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). "How Environmental Taxes and Carbon Emissions are Related in the G7 Economies?". *Renewable Energy*, 187:645-656.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons.
- Energy Institute (2024). *Statistical Review of World Energy*, <https://www.energyinst.org/statistical-review>, Access Date: 14.02.2025.
- Erden Kaya, E.& Çaylak, Ş. (2024). "Global Energy Crisis: Measures Taken and Policies Adopted in the Recent History". M. S. Özel Özcan (Ed.), in *Analyzing Energy Crises and the Impact of Country Policies on the World* (pp. 1-19). IGI Global.
- Eylasov, N., Gasim, N., Aliyev, F., & Şahinler, A. N. (2023). "Impact of Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions in Türkiye: Evidence from ARDL and Bayer-Hanck Cointegration Techniques". *Green Economics*, 1(2): 111-125.
- Farghali, M., Osman, A. I., Mohamed, I. M., Chen, Z., Chen, L., Ihara, I., ... & Rooney, D. W. (2023). "Strategies to Save Energy in the Context of the Energy Crisis: a Review". *Environmental Chemistry Letters*, 21(4): 2003-2039.
- Gajdzik, B., Wolniak, R., Nagaj, R., Žuromskaitė-Nagaj, B., & Grebski, W. W. (2024). "The Influence of the Global Energy Crisis on Energy Efficiency: A Comprehensive Analysis". *Energies*, 17(4): 947.

- He, X., Adebayo, T. S., Kirikkaleli, D., & Umar, M. (2021). "Consumption-based Carbon Emissions in Mexico: An Analysis Using the Dual Adjustment Approach". *Sustainable Production and Consumption*, 27: 947-957.
- Heryadi, M. D., & Hartono, D. (2016). "Energy Efficiency, Utilization of Renewable Energies, and Carbon Dioxide Emission: Case Study of G20 Countries". *International Energy Journal*, 16(4): 143-152.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2024). *Yenilenebilir Enerji İstatistikleri*, [https://www-irena-org.translate.google.com/Publications/2024/Jul/Renewable-energy-statistics-2024?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=tr&\\_x\\_tr\\_hl=tr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-irena-org.translate.google.com/Publications/2024/Jul/Renewable-energy-statistics-2024?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=sc), Access Date: 14.02.2025.
- Küçükkambak, S. E. (2024). "Environmental Solutions and Alternative Policies to Energy Crises on the Basis of Renewable Energy Production and the Global Renewable Energy Market". M. S. Özel Özcan (Ed.), in *Analyzing Energy Crises and the Impact of Country Policies on the World* (pp. 37-53). IGI Global.
- Moloney, N. (2023). *EU Securities and Financial Markets Regulation*. Oxford University Press
- Omer, A. M. (2008). "Energy, Environment and Sustainable Development". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9): 2265-2300.
- Our World in Data (2024a). *Fossil Fuels*, <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>, Access Date: 12.02.2025.
- Our World in Data (2024b). *CO<sub>2</sub> Emissions by Fuel*, <https://ourworldindata.org/emissions-by-fuel>, Access Date: 12.02.2025.
- Our World in Data (2024c). *Renewable Energy*, <https://ourworldindata.org/renewable-energy>, Access Date: 12.02.2025.
- Özel Özcan, M. S.& Öten, C. (2022). "Enerji Kriz Girdabı Kavramsallaştırması Bağlamında Orta Doğu'da Petrol Krizleri". *Bölgesel Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 174-208.
- Özel Özcan, M. S.& Şahin, E. (2023). "Rusya Ukrayna Savaşı'nın Avrupa Birliği Enerji Politikalarına Etkisi". *Küresel Politika Çalışmaları Dergisi*, 1(1): 27-43.
- Ritchie, H., Rosado P.& Roser, M. (2023). *Energy*, <https://ourworldindata.org/energy>, Access Date: 07.02.2025.
- Ritchie, H., Rosado, P.& Roser, M. (2020). *Energy Production and Consumption*, <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>, Access Date: 07.02.2025.
- Ritchie, H., Roser, M.& Rosado, P. (2020). *Renewable Energy*, <https://ourworldindata.org/renewable-energy>, Access Date: 14.02.2024.
- Roser, M. (2020). *The World's Energy Problem*, <https://ourworldindata.org/worlds-energy-problem>, Access Date: 07.02.2025.
- Roser, M. (2021). *Fossil Fuel Subsidies: If We Want to Reduce Greenhouse Gas Emissions we should not Pay People to Burn Fossil Fuels*, <https://ourworldindata.org/fossil-fuel-subsidies>, Access Date: 14.02.2025.

- Shen, Y., Yang, Z., & Zhang, X. (2023). "Impact of Digital Technology on Carbon Emissions: Evidence from Chinese Cities". *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11: 1166376.
- Singh, S. (2021). "Energy Crisis and Climate Change: Global Concerns and Their Solutions". P. Singh, S. Singh, G. Kumar, P. Baweja (Eds), in *Energy: Crises, Challenges and Solutions* (pp. 1-17). John Wiley & Sons.
- Stern, N. (2008). "İklim Değişikliği Ekonomisi", *American Economic Review Papers & Proceedings*, 98(2):1-37.
- Şahinler, A. N., Ozbugday, F. C., Basci, S., & Omay, T. (2024). "Static and Dynamic Connectedness Between Green Bonds and Clean Energy Markets". in *The ESG Framework and the Energy Industry: Demand and Supply, Market Policies and Value Creation* (pp. 137-158). Cham: Springer International Publishing.
- Wołowiec, T., Kolosok, S., Vasylieva, T., Artyukhov, A., Skowron, Ł., Dluhopolskyi, O., & Sergiienko, L. (2022). "Sustainable Governance, Energy Security, and Energy Losses of Europe in Turbulent Times". *Energies*, 15(23): 8857.
- World Bank (2024). Data. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?view=bar>, Access Date: 10.01.2025.

## YALIN 4.0: YALIN ÜRETİM VE ENDÜSTRİ 4.0 ENTEGRASYONU

LEAN 4.0: LEAN PRODUCTION and INDUSTRY 4.0 INTEGRATION

Ülge TAŞ\*

\*Dr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, ulge.tas@aksaray.edu.tr,  
ORCID: 0000-0002-2376-3735

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<b>Gönderilme Tarihi</b> 28.01.2025 <b>Revizyon Tarihi</b> 12.02.2025 <b>Kabul Tarihi</b> 21.02.2025 <b>Makale Kategorisi</b> Araştırma Makalesi  <b>JEL Kodları</b> L23 L62 M11	<p>Yalın üretim ile Endüstri 4.0 arasındaki karşılıklı etkileşim ve bağımlılık giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu iki paradigmanın “Yalın 4.0” olarak adlandırılan entegre bir yaklaşımla birleştirilmesi hem akademik hem de endüstriyel bağlamda güncelliğini korumaktadır. Bu makalenin amacı Yalın üretim ile Endüstri 4.0 entegrasyonunda verimliliği artıran en etkin Yalın 4.0 araçlarının tanımlanmasıdır. İlgili literatürde çok sayıda araştırma, üretken ve nitelikli bir üretim sistemi oluşturmak için her iki kavramın entegrasyonu ele almaktadır. Ancak, bu entegrasyonlar arasındaki etkin araçların incelenmesi ile ilgili literatürde bilimsel bir rapora rastlanmamıştır. Nitel araştırma varsayımı ile toplanan veriler MAXQDA 22 ile yorumlanmıştır. Araştırmada, tematik içerik analizi yöntemiyle çözümlenen veriler esneklik, kalite, maliyet, teslim süreleri ve verimlilik gibi beş hedef boyut altında gruplandırılmış ve her bir boyutun alt boyutları olmak üzere toplamda on üç alt boyut elde edilmiştir. Çalışmanın sonucu beş adet Yalın 4.0 aracının verimliliği artırmak için en etkili araçlar olduğunu, bunlardan ikisinin toplam verimlilikte öne çıktığını göstermektedir. Bu çalışmanın bulgularının verimlilik artışı ve Yalın 4.0 araçları ile ilgili literatüre ve uygulamaya katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Endüstri 4.0, MAXQDA, Tematik İçerik Analizi, Yalın 4.0, Yalın Üretim</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<b>Received</b> 28.01.2025 <b>Revized</b> 12.02.2025 <b>Accepted</b> 21.02.2025 <b>Article</b> <b>Classification:</b> Research Article  <b>JEL Codes</b> L23 L62 M11	<p>The interaction and interdependence between Lean Production and Industry 4.0 are becoming increasingly significant. The integration of these two paradigms under the framework of “Lean 4.0” retains its relevance in both academic discourse and industrial applications. This article aims to identify the most effective Lean 4.0 tools that enhance efficiency in the integration of LP and I4.0. While numerous studies in the existing literature address the integration of these concepts to develop a productive and high-quality manufacturing system, the investigation of the key tools influencing such integrations remains insufficiently explored. Data for this research were collected within a qualitative research framework and analyzed using MAXQDA 22 software. Through thematic content analysis, the data were categorized into five primary target dimensions: flexibility, quality, cost, delivery times, and overall efficiency. Additionally, a total of thirteen sub-dimensions were identified under each primary dimension, offering a more detailed perspective on their contributions. The study's results show that five Lean 4.0 tools are the most effective for increasing productivity, two of which stand out in overall productivity. Consequently, it is anticipated that the results of this study will provide valuable contributions to both the academic literature and practical applications, particularly in the context of enhancing productivity through Lean 4.0 tools.</p> <p><b>Keywords:</b> Industry 4.0, MAXQDA, Thematic Content Analysis, Lean 4.0, Lean Production</p>

**Atıf (Citation):** Taş, Ü. (2025). “Yalın 4.0: Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 Entegrasyonu”, *Kapanaltı Dergisi*, (7): 31-44



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License



## Giriş

Dijitalleşme, uzun zamandır üretim sektörünün geleceğini şekillendirmesi öngörülen önemli itici güçlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Abele vd., 2019). Üretim sektöründe artan rekabet, verimliliği artırmaya yönelik güvenilir ve hızlı çözümlerin yanı sıra yenilikçi iş modellerine olan talebi de artırmaktadır. Bu bağlamda, pazar dinamiklerindeki değişimlere hızlı ve esnek bir şekilde yanıt verebilmek için Endüstri 4.0 (I4.0) teknolojilerinin kademeli olarak üretim süreçlerine entegre edilmesi büyük bir önem taşımaktadır (Kagermann vd., 2013). Modern bilgi ve iletişim teknolojilerinin şekillendirdiği I4.0, bileşenlerin ve makinelerin akıllı bir yapıya kavuştuğu ve kanıtlanmış internet standartlarına dayalı bir ağ modeli sunmaktadır. Ayrıca, I4.0 vizyonu daha yakından incelendiğinde, bu yaklaşım ile Yalın Üretim (LP) arasında çeşitli benzerliklerin bulunduğu görülmektedir. Halihazırda birçok üreticinin LP yöntemlerini ve prensiplerini benimsemiş olması nedeniyle I4.0'ın uygulanması kolay olmuştur (Mettermich vd., 2017). LP kapsamında, organizasyon ve süreçler bütüncül bir şekilde ele alınarak her türlü israfın ortadan kaldırılması ve sürekli iyileştirmelerin sağlanması hedeflenmektedir (Öno, 2013). LP prensipleri, 1990'lı yılların başında tanınmaya başlamasından bu yana endüstride yaygın kabul görmüştür. Bu yaklaşımın temel özellikleri arasında, üretim süreçlerine insan faktörünün etkin bir şekilde dâhil edilmesi, sürekli iyileştirme kültürünün benimsenmesi ve israfi önleyerek değer yaratan faaliyetlere odaklanması yer almaktadır. Basitliği ve verimliliği yüksek oranlarda artırma potansiyeli, LP'nin üretim sistemlerinde standart bir uygulama haline gelmesinin başlıca nedenleri arasında sayılabilmektedir (Gröbner, 2007). Bu bağlamda, LP, üretim sistemlerine yeni teknolojilerin entegrasyonu için sağlam bir başlangıç noktası oluşturmaktadır (Mettermich vd., 2017; Dillinger vd., 2020). Dolayısıyla, bu iki paradigmanın bir organizasyondaki rolünü analiz etmek ve geleceğe yönelik üretim sistemleri tasarlamak amacıyla; zaman, maliyet ve kalite gibi hedefler üzerindeki etkilerinin araştırılması kritik bir öneme sahiptir (Bick, 2014).

Bu doğrultuda, bu çalışma, üretim işletmeleri açısından büyük önem taşıyan hedef boyutlar üzerinde Yalın 4.0 araçlarının etkilerini belirlemeye yönelik sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Sonuç olarak, makale bulguları üretim işletmelerinin Yalın 4.0 dönüşümlerine rehberlik eden bir kaynak işlevi görerek gelecekteki araştırmalar için sağlam bir temel oluşturacaktır. Bu bağlamda, Yalın 4.0 dokusunu karmaşık bir şekilde ören LP ve I4.0 faktörlerini tanımlamak ve anlamak için boyutlar incelenmiştir. LP ve I4.0 paradigmalarının entegrasyonuna yönelik sistematik yaklaşımlar ve bu entegrasyonun etkileri üzerine yapılan araştırmalar halen sınırlı düzeydedir. Bu nedenle çalışmanın özgünlüğü bir işletmenin verimliliğini artıran Yalın 4.0'ın en etkin araçlarının hangileri olduğunun belirlenmesidir. Buna bağlı olarak, bu makalenin amacı, LP ve I4.0 entegrasyonu ile oluşan, verimliliği artıran en etkin Yalın 4.0 araçlarının tanımlanmasıdır.

### 1. Kavramsal Çerçeve ve Literatür Tarama

I4.0 ve LP, modern üretim sistemlerinin geleceğini şekillendiren iki önemli paradigma olarak dikkat çekmektedir. Literatürde, LP prensiplerinin etkin bir şekilde uygulanmasının, israfi azaltma ve değer yaratan faaliyetlere odaklanma açısından sağladığı faydalar geniş bir şekilde ele alınmıştır (Womack ve Jones, 2016). Bunun yanı sıra, I4.0'ın getirdiği dijitalleşme ve akıllı üretim sistemleri, üretim süreçlerinde esneklik, hız ve verimlilik sağlamada öncü bir rol oynamaktadır (Kagermann, 2013).

Yalın 4.0, LP felsefesini dikkate alarak bir üretim işletmesinin teknolojik ilerlemeye uyum sağlama yeteneğini tanımlamaktadır. Buna bağlı olarak, Yalın 4.0 iyileştirmelerinin işletmenin hedefleriyle uyumlu olması, insan-teknoloji-organizasyon bağlamında bütünsel bir etkiye sahip olması ve bunların etkileşimlerini dikkate alması gerekmektedir (Rittberger ve Schneider, 2018). Yalın 4.0 iyileştirmelerinin yalnızca teknolojik altyapıyla sınırlı kalmaması gerektiğini, aynı zamanda insan, teknoloji ve organizasyon unsurları arasındaki etkileşimlere odaklanarak bütünsel bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini belirtmektedir. Teknolojik dönüşüm sürecinde

çalışanların eğitimi, liderlik yaklaşımlarının uyumlu hale getirilmesi ve organizasyonel kültürün yeniliklere açık olması gibi unsurlar kritik öneme sahiptir (Kolberg ve Zühlke, 2015). Bir diğer önemli nokta, Yalın 4.0'ın üretim süreçlerinde değer yaratan faaliyetlere odaklanarak, israfın daha etkin bir şekilde ortadan kaldırılmasını sağlamasıdır. Bu akıllı sensörler, büyük veri analitiği ve gerçek zamanlı izleme sistemleri gibi I4.0 teknolojilerinin LP prensipleri ile entegre edilmesiyle mümkün hale gelmektedir. Wagner vd. (2017), çalışmalarında, bu entegrasyonun üretim süreçlerinde çeviklik ve esneklik sağladığını, aynı zamanda süreçlerin daha şeffaf hale gelmesine olanak tanıdığını ifade etmektedir. Bu sayede, üretim işletmeleri, pazardaki değişimlere hızlı bir şekilde uyum sağlayarak rekabet avantajı elde edebilmektedir. Bununla birlikte, Yalın 4.0 uygulamalarının başarıya ulaşması, işletmelerin stratejik hedeflerine uygun bir planlama yapmasını gerektirmektedir. Özellikle, teknolojik yatırımların doğru bir şekilde önceliklendirilmesi, kaynakların etkin kullanımı ve uygulamaların organizasyonel hedeflerle uyumlu hale getirilmesi önem arz etmektedir (Liker, 2021). Ek olarak, bu süreçte çalışanların sürece dâhil edilmesi ve yeni teknolojilere adapte olmaları için uygun bir eğitim programının oluşturulması gerekmektedir. Çünkü insan faktörü, Yalın 4.0'ın işletme genelinde sürdürülebilir bir başarı sağlamasında kilit bir rol oynamaktadır. Yalın 4.0 ilk olarak 2017 yılında Metternich ve arkadaşları tarafından Almanca yazılan “Yalın 4.0 – Çelişki ve Vizyon Arasında” isimli makalede literatüre kazandırılmıştır. Yazarlar, LP ile teknolojiler arasındaki uyumluluğu I4.0 şemsiyesi altında yansıtarak, yalının dijitalleşme için bir ön koşul gibi görüldüğü sonucuna varmışlardır. Buna bağlı olarak Yalın 4.0, LP prensipleri ve araçlarının I4.0 teknolojileriyle birleşimidir.

Geleneksel LP, israfı azaltmaya, sürekli iyileştirmeye (kaizen) ve değer akışı optimizasyonuna odaklanırken, Yalın 4.0 bu hedefleri Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT), siber-fiziksel sistemler (Cyber-Physical Systems - CPS), büyük veri analitiği (big data), yapay zeka (Artificial Intelligence - AI) ve bulut bilişim (cloud) gibi dijital teknolojilerin benimsenmesi yoluyla genişletmiştir (Soba ve Akar, 2021). Yalın 4.0, yalnızca yalın uygulamaların teknolojik bir güncellemesi değildir; bunun yerine, dijital teknolojilerin geleneksel yalın sınırlamalarının üstesinden gelmek için kolaylaştırıcı olarak hizmet ettiği bir paradigma değişimini temsil eder. Örneğin, LP, manuel gözlem ve değer akışı haritalama yoluyla israfı belirleyip azaltırken, I4.0 teknolojileri, verimsizlikleri proaktif olarak belirlemek için gerçek zamanlı veri toplama ve öngörücü analitiği mümkün kılmaktadır. Geleneksel yalın, geçmiş verilere ve temel neden analizine odaklanarak reaktif sorun çözmeye çalışırken Yalın 4.0 öngörücü ve tanımlayıcı analizler kullanır ve kuruluşların kesintileri öngörmesine, öngörücü bakım yoluyla bakım programlarını optimize etmesine ve üretim planlarını dinamik olarak ayarlamasına olanak tanımaktadır (Cachada vd., 2018). Yalın 4.0, odak noktasını yalnızca israfı ortadan kaldırmaktan, kişiselleştirme, toplu özelleştirme ve çeviklik yoluyla müşteri değerini en üst düzeye çıkarmaya kaydırır. Bu, üretim sistemlerinin değişen pazar taleplerine duyarlı olmasını da sağlamaktadır. Otomasyon ve dijitalleşme I4.0'ın merkezinde yer alırken, Yalın 4.0 insan faktörünü vurgular.

Değer akış haritalama, kaizen, kanban gibi yalın araçlar IoT, dijital ikizler, sensör gibi akıllı sistemlerle bütünleştirildiğinde kuruluşların süreç verimliliği, karar alma zekası ve organizasyon kültürü gibi boyutlarda sinerji yaratarak verimliliği artırmaktadır (Metternich vd. (2017).

İsrafı ve karmaşıklığı azaltmasıyla LP ile I4.0'ın sinerji yaratmaktadır. Proseslerde mükemmellik seviyesine ulaşabilmek ve akıllı süreçlerde başarının önünü açmak için bu iki paradigmanın entegrasyonu işletmelere birçok avantaj sunmaktadır. Bu avantajlar; verimlilik artışı, gerçek zamanlı veri analizi, esneklik, israfın azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyeti, verimliliğin artırılmasıdır (Gürsoy, 2022). Bu avantajlarının yanı sıra Yalın 4.0'ın, yüksek yatırım maliyeti, teknik karmaşıklık, teknolojiye güvenme riski ve çalışan direnci gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Büyükoğuzkan vd., 2020).

Literatür incelendiğinde; son yıllarda yapılan çalışmalar, LP ile I4.0'ın birbirini tamamlayıcı yapıda olduğunu vurgulamaktadır. Literatüre göre öne çıkan çalışmalar şunlardır:

LP'nin israfın ortadan kaldırılması ve sürekli iyileştirme prensipleri, I4.0 teknolojilerinin sunduğu veri odaklı karar alma mekanizmalarıyla desteklenmektedir (Kolberg ve Zühlke, 2015).

Birçok araştırma halihazırda LP'nin uygulandığı yerde I4.0 uygulanmasının verimliliği artırdığını doğrulamaktadır (Rüttimann ve Stöckli, 2016; Huber, 2016; Dombrowski vd., 2017; Tortorella ve Fettermann, 2018; Prinz vd., 2018).

Dombrowski vd. (2017) Alman endüstrisinde gerçekleştirdikleri çalışmada, I4.0 uygulamalarının ve ilgili süreçlerin (örneğin, üretim, lojistik, kalite, bakım vb.) hedeflerine yönelik kullanım örneklerinin kapsamlı bir analizini yapmışlardır. Bu analiz, Yalın 4.0 tabanlı olası iyileştirme alanlarını değerlendirmede literatüre katkı sağlamaktadır.

Bazı araştırmalar I4.0 teknolojilerinin LP içindeki sürekli iyileştirme süreçleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve I4.0'ın olumlu bir etki yarattığı yargısına varmışlardır (Hambach vd., 2017; Meudt vd., 2017).

Metternich vd. (2017), LP ile I4.0 arasında, Yalın 4.0 olarak adlandırılan pozitif bir korelasyon olduğunu, bununda sinerji yarattığını iddia etmişlerdir.

Birçok bilimsel makale, I4.0 teknolojilerinin LP'nin bütünsel yaklaşımı üzerine inşa edildiğini ve LP'nin I4.0'ın temeli olduğunu belirtmektedir (Dombrowski vd., 2017; Mrugalska ve Wyrwicka, 2017; Bertagnoli, 2018).

Sony (2018), LP'nin I4.0'ın uygulanmasına katkıda bulunabileceğini ve bunun araştırmalarla desteklendiğini ancak I4.0'ın LP ile bütünleşmesini destekleyen çalışmaların yetersiz olduğunu belirtmiştir.

Vita (2018), organizasyonel performans üzerindeki etkisi hakkında yaptığı bir çalışmada, LP ve I4.0'ın uygulama düzeyini ölçen 212 işletmeden topladığı çevrimiçi anketi kullanmıştır. İlginç bir sonuç olarak, Vita, I4.0 ile LP arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon olmasına rağmen, I4.0'a eklenen LP yaklaşımının etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bulmuştur.

Rittberger ve Schneider (2018), yaptıkları çalışmada LP ve I4.0'ı karşılaştırmak ve birleştirmek için İnsan-Teknoloji-Organizasyon modelini (HTO) ortaya çıkarmıştır. Bu model teknolojinin hem insanlarla hem de organizasyonla arasında olumlu sinerjiler olduğunu varsaymaktadır.

Rosin vd. (2020), yaptıkları araştırmanın sonucunda I4.0'ın temelini LP'nin oluşturduğunu, LP'nin ise I4.0 ile ilerleyebileceğini iddia etmişlerdir.

Agostinho ve Baldo (2021) araştırmaları sonucunda LP'nin I4.0 için bir temel oluşturduğunu ve I4.0'ın LP'nin etkinliğini artırdığı yargısına varmışlardır.

Perico ve Mattioli (2020), Yalın 4.0'ın temel konularında (üretim kontrolü, sürekli çekme akışının sürdürülmesi ve makine arızasının erken tahmini) insan kararlarını desteklemek için yapay zekânın nasıl dâhil edileceğine dair yeni bakış açıları önermişlerdir.

Ejsmont vd. (2020), Yalın 4.0 ile operasyonel mükemmellikte yeni bir seviyeye ulaşmak için israfı daha fazla azaltmada araçları tanımlamışlardır.

Arey vd. (2021), dijital unsurları geleneksel ürün değer akışlarına dahil etmek için her yerde bulunan Değer Akış Haritası (DAH) sürecine formüsel bir yaklaşım sunarak LP ve I4.0'ı entegre etmişlerdir.

İlgili literatür incelendiğinde hala LP ve I4.0 paradigmalarının entegrasyonuna yönelik sistematik yaklaşımlar ve bu entegrasyonun etkileri üzerine yapılan araştırmaların sınırlı

düzeyde olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, mevcut literatürdeki bu boşluk doldurularak bir işletmenin verimliliğini artıran Yalın 4.0'ın en etkin araçları tanımlanmıştır.

## 2. Yöntem

Bu çalışmada, LP ve I4.0 entegrasyonunun üretim sistemleri üzerindeki etkilerini incelemek için nitel varsayım kullanılmıştır. Öncelikle, literatür taraması yoluyla LP ve I4.0'ın temel özellikleri, avantajları ve sınırlılıkları analiz edilmiştir. Bu nitel çalışmada, Aksaray'da faaliyet gösteren çok uluslu bir üretim şirketinden belgelerden doküman analizi yoluyla veriler toplanmıştır. Veri toplama sonrası, bu LP ve I4.0'ın entegrasyonunu benimseyen üretim işletmesi üzerinde bir tematik içerik analizi gerçekleştirilip MAXQDA 22 ile sonuç analizleri raporlanmıştır.

Nitel yaklaşım, metin biçimindeki yapılandırılmamış verilerin analiz edilmesini içermektedir (Schuelke-Leech ve Barry, 2017). Bu çalışma toplanan nitel verilerin kodlama yoluyla analiz edilmesini içermektedir. Nitel veri analizinde oldukça gelişmiş ve etkili bir program olduğu için MAXQDA 22 programı kullanılarak kodlar belirlenmiştir. Kodlardan oluşturulan boyutlar ve alt boyutlar için bulgular yorumlanarak, verimliliği artırmadaki en etkili Yalın 4.0 araçları belirlenmiştir. Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak için şu formül kullanılmıştır (Miles ve Huberman, 1994):

$$\text{Kod güvenilirliği} = \frac{\text{Anlaşma}}{\text{Anlaşma} + \text{Anlaşmazlık}} \times 100$$

Bu çalışma için güvenilirlik yüzdesi %85 olarak hesaplandı

$$\text{Kod güvenilirliği} = \frac{329}{329 + 56} \times 100$$

Nitel çalışmalarda, arzu edilen kod güvenilirliği için Miles ve Huberman (1994) %70 ve üzerinde olmasının araştırmanın güvenilirliği için yeterli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma için güvenilirlik %85 bulunmuş ve araştırma güvenilir kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, verimliliği artırmak için en etkin Yalın 4.0 aracı LP ve I4.0'ye göre tanımlandı. Tanımlama yapmadan önce LP ve I4.0 yaklaşım, ana ilkeler, araçlar, hedef boyutlar, iyileştirme ve veri gibi faktörleri bakımından kıyaslanmıştır.

**Tablo 1:** LM ve I4.0'ın kıyaslanması

	LP	I4.0
<b>Yaklaşım</b>	İnsan+Teknoloji+Organizasyon	Teknoloji
<b>Ana İlkeler</b>	-Katma değer yaratmak -Sürekli iyileştirme	-Dijital dönüşüm -Değer zinciri entegrasyonu
<b>Araçlar</b>	Kanban, Kaizen, JIS (Just-in-Sequence), DAH, 5S, Tekli Zamanlarda Kalıp Değişimi (SMED), Poka-Yoke, Heijunka (Dengeleme), Andon (Gösterge), Toplam Verimli Bakım (TPM)	IoT, Otomatik Yönlendirmeli Araçlar (AGV), Dijital İkizler, Yapay Zekâ (AI), Büyük Veri Analitiği (Big Data), Sensörler.

<b>Hedef Boyutlar</b>	-Esneklik artışı -Kalite artırma -Maliyet düşürme -Teslim süresinin azaltılması -Verimlilik artışı	-Esneklik artışı -Kalite artırma -Maliyet düşürme -Teslim süresinin azaltılması -Verimlilik artışı
<b>İyileştirme</b>	Sürekli iyileştirme	Öngörücü iyileştirme
<b>Veri</b>	Fiziksel gözlem (git ve gör)	Gerçek zamanlı veri analizi, öngörücü tahmin

*Kaynak: Agostinho ve Baldo (2021)*

Tablo 1'e göre LP ve I4.0 arasındaki tek ortak nokta hedef boyutlardır. Buna bağlı olarak LP ve I4.0'ye göre beş seviyeye ayrılmış bir hedef boyutlar oluşturuldu.

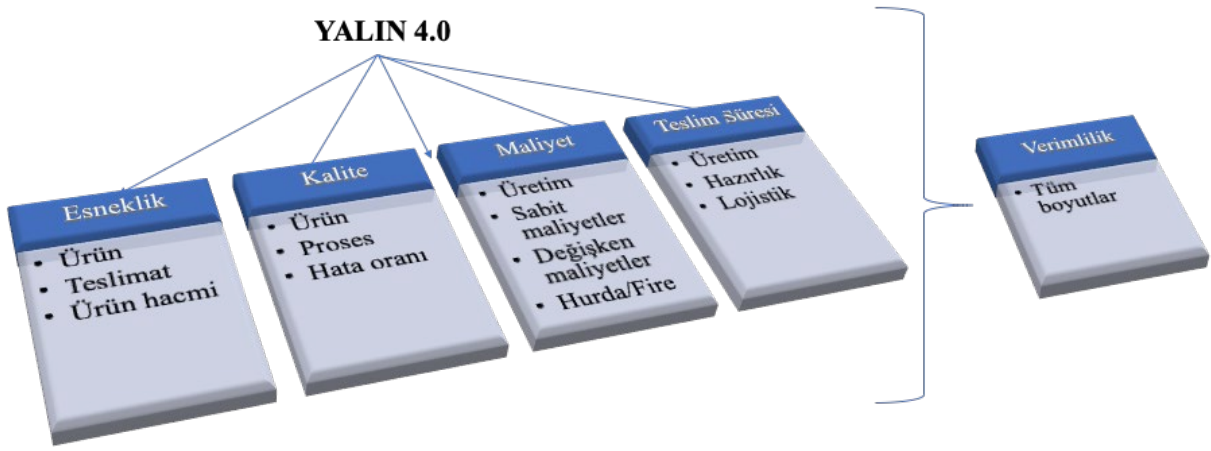
- **Esneklik Artışı:** Üretim proseslerinin esnek ve ekonomik olarak değişen koşullara uyarlanması.
- **Kalite Artırma:** Minimum hata ile ürün/proses kalitesinin artırılması.
- **Maliyet Düşürme:** Rekabet gücünü koruyarak üretim maliyetlerinin azaltılması.
- **Teslim Süresinin Azaltılması:** Gecikmelerin önlenerek üretim çevrim sürelerinin azaltılması, bunların toplamında teslim sürelerinin azaltılması.
- **Verimlilik Artışı:** Üretim süreçlerinin daha etkin hale getirilmesiyle daha az kaynak kullanarak daha fazla ürün üretilmesi.

Veriler incelendiğinde işletmede on adet Yalın 4.0 aracının kullanıldığı görülmüştür. Bunlar;

- Kanban + IoT:** Kanban, üretimde malzeme akışını ve stok yönetimini düzenlerken, IoT Kanban sistemini dijitalleştirerek stok seviyelerini gerçek zamanlı izleyip otomatik yenileme emirleri oluşturarak malzeme akışını optimize etmektedir.
- Kaizen + AGV:** Kaizen, sürekli iyileştirme felsefesidir. AGV'ler, üretim hattında malzeme taşıma süreçlerini otomatikleştirerek Kaizen uygulamalarında süreç iyileştirmelerine katkı sağlamaktadır.
- JIS + AGV:** JIS, ihtiyaç duyulan zamanda doğru miktarda malzeme ve ürün teslimini hedeflemektedir. AGV'ler, malzeme taşıma ve lojistik süreçlerinde zamanında teslimatı sağlayarak JIS uygulamasını destekler.
- DAH + Dijital İkizler:** DAH, üretim süreçlerindeki değer ve israfı analiz ederken, Dijital İkizler, üretim süreçlerinin sanal simülasyonlarını oluşturarak DAH için veri sağlayarak süreç iyileştirmeleri için senaryolar oluşturmaktadır.
- 5S + IoT:** 5S, iş yerinin düzenini ve verimliliğini artırmaktadır. IoT sensörleri, ekipman yerleşimlerini izleyerek ve düzenleme önerileri sunarak 5S uygulamalarını dijitalleştirmektedir.
- SMED + AI:** SMED, ayar sürelerini azaltmayı hedeflerken, yapay zekâ, üretim hattında ayar süreçlerini optimize ederek, en hızlı yöntemleri önerip SMED uygulamasına destek sağlamaktadır.
- Poka-Yoke + IoT:** Poka-Yoke, hataları önleme araçlarını ifade etmektedir. IoT sensörleri, hataları gerçek zamanlı olarak algılar ve düzeltici eylemleri otomatikleştirerek Poka-Yoke sistemlerini daha etkili hale getirmektedir.
- Heijunka + Büyük Veri Analitiği:** Heijunka, üretim seviyesini dengeleme yöntemidir. Büyük Veri Analitiği, talep dalgalanmalarını analiz edip üretim planlamasını optimize ederek Heijunka uygulamalarını daha hassas hale getirmektedir.

- i. **Andon + IoT:** Andon, üretim hattındaki sorunları görünür kılmaktadır. IoT, gerçek zamanlı veri aktarımıyla sorunların daha hızlı algılanmasını ve çözülmesini sağlar.
- j. **TPM + Sensörler:** TPM, ekipmanların çalışma durumunu analiz ederek arıza meydana gelmeden önce bakım yapılmasını sağlamaktadır. Sensörler, ekipmandan gerçek zamanlı olarak titreşim, sıcaklık, basınç ve toz durumu gibi veriler toplar. Toplanan veriler, IoT platformları ve analitik araçlarla işlenir, böylece sorunlar tahmin edilip önleyici bakım planlanmaktadır.

Çalışmanın yapıldığı üretim işletmesinde bu Yalın 4.0 yöntemleri üretim, bakım, kalite ve lojistik departmanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Verimlilik artışında Yalın 4.0 araçlarının en etkin olanının belirlenmesi için toplanan veriler, seçilen beş hedef boyuta göre alt boyutların oluşturulmasında kullanıldı. Bu verilere göre hedef boyutlar belirlendikten sonra alt boyutlar tematik içerik analizi yoluyla Yalın 4.0 ana teması altında Şekil 1'deki gibi gruplandırıldı.



Şekil 1: Tematik içerik analizi (MAXQDA-boyutlar-alt boyutlar)

Şekil 1, beş ayrı hedef boyutunda Yalın 4.0 kavramının içerik analizini göstermektedir. 5 hedef boyutun altında 13 alt boyut tespit edilmiştir.

### 3. Bulgular

Araştırma bulguları, LP prensipleri ile I4.0 teknolojilerinin entegrasyonunun üretim süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağladığını göstermektedir. İçerik analizi ile ortaya çıkan boyut ve alt boyutların birlikte çalışması Yalın 4.0'ın etkinliği açısından önemlidir. Analiz edilen verilere göre, Yalın 4.0 ile on üç alt boyut arasında önemli bir korelasyon vardır. Frekans alt boyutların kod başına ne sıklıkla öne sürüldüğünü göstermektedir. MAXQDA 22'deki analiz sonuçlarına göre verimliliği artırmada Yalın 4.0'ın araçlarının frekans ve yüzdelik oranları şu şekildedir.

#### 3.1. Esneklik

Veri analizi sonucunda esneklik hedef boyutunun 3 alt boyutu ve verimliliğini artırmada uygulanan Yalın 4.0'ın araçları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2:** *Hedef boyut 'Esneklik'*

No	Alt boyut	Yalın 4.0 aracı	Frekans	Yüzde %
<b>1</b>	<b>Ürün Esnekliği</b>		<b>12</b>	<b>20,69</b>
1.1		Kanban+IoT	5	8,62
1.2		SMED+AI	3	5,17
1.3		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	2	3,45
1.4		Andon+IoT	2	3,45
<b>2</b>	<b>Teslimat Esnekliği</b>		<b>22</b>	<b>37,93</b>
2.1		JIS+AGV	9	15,52
2.2		DAH+Dijital İkizler	9	15,52
2.3		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	2	3,45
2.4		Andon+IoT	2	3,45
<b>3</b>	<b>Ürün Hacmi</b>		<b>24</b>	<b>41,38</b>
3.1		Kanban+IoT	7	12,07
3.2		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	2	3,45
3.3		SMED+AI	4	6,90
3.4		TPM+Akıllı Sensörler	2	3,45
3.5		Poka-Yoke+IoT	6	10,34
3.6		Andon+IoT	3	5,17
	<b>Toplam</b>		<b>58</b>	<b>100</b>

Tablo 2, esneklik hedef boyutunu oluşturan alt boyutların frekans ve yüzde dağılımlarını sunmaktadır. “**Ürün hacmi**” alt boyutu en yüksek seviyede (%41,38) çıkmış olup Yalın 4.0’ın verimliliği artırmadaki en etkili aracı Kanban + IoT olarak bulunmuştur.

### 3.2. Kalite

Veri analizi sonucunda kalite hedef boyutunun 3 alt boyutu ve verimliliğini artırmada uygulanan Yalın 4.0’ın araçları Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3:** *Hedef boyut 'Kalite'*

No	Alt boyut	Yalın 4.0 aracı	Frekans	Yüzde %
<b>1</b>	<b>Ürün Kalitesi</b>		<b>35</b>	<b>28,93</b>
1.1		Kaizen+AGV	8	6,61
1.2		Poka-Yoke+IoT	2	1,65
1.3		5S+IoT	5	4,13
1.4		SMED+AI	5	4,13
1.5		Andon+IoT	7	5,79
1.6		TPM+Akıllı Sensörler	8	6,61
<b>2</b>	<b>Proses Kalitesi</b>		<b>38</b>	<b>31,40</b>
2.1		Poka-Yoke+IoT	2	1,65
2.2		Kaizen+AGV	8	6,61
2.3		5S+IoT	5	4,13

Ülge TAŞ			
2.4		TPM+Akıllı Sensörler	5,79
2.5		SMED+AI	3,31
2.6		Andon+IoT	4,96
2.7		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	4,96
<b>3</b>	<b>Hata Oranı</b>		<b>39,67</b>
3.1		Kanban+IoT	1,65
3.2		Kaizen+AGV	7,44
3.3		JIS+AGV	2,48
3.4		DAH+Dijital İkizler	3,31
3.5		5S+IoT	1,65
3.6		SMED+AI	1,65
3.7		Poka-Yoke+IoT	7,44
3.8		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	2,48
3.9		Andon+IoT	6,61
3.10		TPM+Akıllı Sensörler	4,96
	<b>Toplam</b>		<b>100</b>

Tablo 3, kalite hedef boyutunu oluşturan alt boyutların frekans ve yüzde dağılımlarını sunmaktadır. “**Hata oranı**” alt boyutu en yüksek seviyede (%39,67) çıkmış olup Yalın 4.0’ın verimliliği artırmadaki en etkili araçları Kaizen + AGV ve Poka-Yoke + IoT olarak bulunmuştur.

### 3.3. Maliyet

Veri analizi sonucunda maliyet hedef boyutunun 4 alt boyutu ve verimliliğini artırmada uygulanan Yalın 4.0’ın araçları Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4: Hedef boyut ‘Maliyet’**

No	Alt boyut	Yalın 4.0 aracı	Frekans	Yüzde %
<b>1</b>	<b>Üretim Maliyetleri</b>		<b>34</b>	<b>30,09</b>
1.1		Poka-Yoke+IoT	9	7,96
1.2		SMED+AI	4	3,54
1.3		TPM+Akıllı Sensörler	6	5,31
1.4		Kanban+IoT	8	7,08
1.5		5S+IoT	7	6,19
<b>2</b>	<b>Sabit Maliyetler</b>		<b>28</b>	<b>24,78</b>
2.1		Poka-Yoke+IoT	7	6,19
2.2		SMED+AI	2	1,77
2.3		TPM+Akıllı Sensörler	5	4,42
2.4		Kanban+IoT	8	7,08
2.5		5S+IoT	6	5,31
<b>3</b>	<b>Değişken Maliyetler</b>		<b>24</b>	<b>21,24</b>
3.1		Poka-Yoke+IoT	6	5,31
3.2		SMED+AI	2	1,77



YALIN 4.0: YALIN ÜRETİM ve ENDÜSTRİ 4.0 ENTEGRASYONU

3.3		TPM+Akıllı Sensörler	4	3,54
3.4		Kanban+IoT	7	6,19
3.5		5S+IoT	5	4,42
<b>4</b>	<b>Hurda/Fire</b>		<b>27</b>	<b>23,89</b>
4.1		Poka-Yoke+IoT	6	5,31
4.2		SMED+AI	3	2,65
4.3		Kanban+IoT	5	4,42
4.4		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	7	6,19
4.5		TPM+Akıllı Sensörler	6	5,31
	<b>Toplam</b>		<b>113</b>	<b>100</b>

Tablo 4, maliyet hedef boyutunu oluşturan alt boyutların frekans ve yüzde dağılımlarını sunmaktadır. “**Üretim Maliyetleri**” alt boyutu en yüksek seviyede (%30,09) çıkmış olup Yalın 4.0’ın verimliliği artırmadaki en etkili aracı Poka-Yoke + IoT olarak bulunmuştur.

### 3.4. Teslim Süresi

Veri analizi sonucunda teslim süresi hedef boyutunun 3 alt boyutu ve verimliliğini artırmada uygulanan Yalın 4.0’ın araçları Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5:** *Hedef boyut ‘Teslim Süresi’*

No	Alt boyut	Yalın 4.0 aracı	Frekans	Yüzde %
<b>1</b>	<b>Üretim Süresi</b>		<b>38</b>	<b>34,23</b>
1.1		SMED+AI	8	7,21
1.2		Kanban+IoT	8	7,21
1.3		TPM+Akıllı Sensörler	5	4,50
1.4		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	9	8,11
1.5		Kaizen+AGV	8	7,21
<b>2</b>	<b>Hazırlık Süresi</b>		<b>33</b>	<b>29,73</b>
2.1		SMED+AI	9	8,11
2.2		Kaizen+AGV	5	4,50
2.3		Poka-Yoke+IoT	5	4,50
2.4		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	8	7,21
2.5		Kanban+IoT	6	5,41
<b>3</b>	<b>Lojistik Süreler</b>		<b>40</b>	<b>36,04</b>
3.1		Kanban+IoT	9	8,11
3.2		Kaizen+AGV	7	6,31
3.3		JIS+AGV	9	8,11
3.4		Heijunka + Büyük Veri Analitiği	6	5,41
3.5		DAH+Dijital İkizler	9	8,11
	<b>Toplam</b>		<b>111</b>	<b>100</b>

Tablo 5, teslim süresi hedef boyutunu oluşturan alt boyutların frekans ve yüzde dağılımlarını sunmaktadır. “**Lojistik süreler**” alt boyutu en yüksek seviyede (%36,04) çıkmış olup Yalın 4.0’ın verimliliği artırmadaki en etkili araçları Kanban + IoT, JIS + AGV ve DAH + Dijital ikizler olarak bulunmuştur.

### 3.5. Verimlilik

Verimliliği artırmadaki en etkin Yalın 4.0 araçlarının bulunması için yapılan bu araştırmada verimlilik ile 13 alt boyut arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Bu alt boyutlar; ürün esnekliği, teslimat esnekliği, ürün hacmi, ürün kalitesi, proses kalitesi, hata oranı, üretim maliyetleri, sabit maliyetler, değişken maliyetler, hurda/fire, üretim süresi, hazırlık süresi ve lojistik süreleridir. Verimliliği artırmak için, tüm bu unsurlar birlikte çalışmalıdır. Bunlara bağlı olarak verimliliği artırmak için;

- Esneklik boyutunda verimlilik artışı için en önemli faktör ürün hacmi, Yalın 4.0 aracı ise Kanban + IoT'dur.
- Kalite boyutunda verimlilik artışı için en önemli faktör hata oranı, Yalın 4.0 araçları ise Kaizen + AGV ve Poka-Yoke + IoT'dur.
- Maliyet boyutunda verimlilik artışı için en önemli faktör üretim maliyetleri, Yalın 4.0 aracı ise Poka-Yoke + IoT'dur.
- Teslim süresi boyutunda verimlilik artışı için en önemli faktör hata oranı, Yalın 4.0 araçları ise Kanban+IoT, JIS+AGV ve DAH+Dijital ikizlerdir.

LP ve I4.0 paradigmalarının bir organizasyondaki rolünü analiz etmek ve geleceğe yönelik üretim sistemleri tasarlamak amacıyla; zaman, maliyet ve kalite gibi hedefler üzerindeki etkilerinin araştırılması kritik bir öneme sahiptir (Bick, 2014). Bu bağlamda çalışmanın sonuçları literatür ile uyumlu olarak ortaya çıkmıştır.

### 4. Sonuç

LP ile I4.0 entegrasyonunda verimliliği artıran en etkin Yalın 4.0 araçlarının tanımlanması amacıyla yapılan bu çalışma nitel araştırma varsayımı yorumlanmıştır. Araştırmada, tematik içerik analizi yöntemiyle çözümlenen veriler beş hedef boyut altında gruplandırılmış ve her bir boyutun alt boyutları olmak üzere toplamda on üç alt boyut elde edilmiştir.

Bu çalışma, LP prensipleri ile I4.0 teknolojilerinin entegrasyonunun üretim sistemleri üzerindeki etkilerini sistematik bir şekilde analiz etmektedir. Elde edilen bulgular, Yalın 4.0'ın üretim süreçlerinde esneklik, kalite, maliyet, teslim süreleri ve verimlilik hedeflerine ulaşmada güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Ancak, bu entegrasyonun etkinliği hedef boyutlara göre değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Analizler, Yalın 4.0 kapsamında 5 hedef boyutunun her birinin belirli alt boyutlarla desteklendiğini ortaya koymuştur. Araştırma bulgularına göre, LP ve I4.0 entegrasyonu, üretim süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağlamak ve Yalın 4.0'ın etkili uygulanması için kritik çözüm yolları sunmaktadır.

Esneklik boyutunda, verimliliği artırma noktasında ürün hacmi faktörü %41,38 oranıyla en çok vurgulanan alt boyut olmuş ve bu hedefin gerçekleştirilmesinde Kanban + IoT araç kombinasyonu en etkili yöntem olarak ortaya konmuştur. Kalite boyutunda ise hata oranı %39,67, verimlilik artışında kritik bir faktör olarak öne çıkmış, Kaizen+AGV ve Poka-Yoke+IoT kombinasyonları bu bağlamda en etkili araçlar olarak belirlenmiştir. Maliyet boyutunda, üretim maliyetlerinin düşürülmesi %30,09 oranıyla öne çıkmış ve bu hedefe ulaşılmasında Poka-Yoke+IoT kombinasyonu önemli bir rol oynamıştır. Teslim süreleri boyutunda lojistik sürelerin %36,04 oranıyla en çok vurgulanan faktör olduğu gözlemlenmiş; Kanban+IoT, JIS+AGV ve DAH+Dijital İkizler gibi araçlar bu hedefi destekleyen çözümler olarak tanımlanmıştır. Buna bağlı olarak toplam verimliliği artırmadaki en etkili Yalın 4.0 araçları Kanban + IoT ve Poka-Yoke + IoT denilebilir.

Bu çalışmanın bulguları, literatürde LP ve I4.0 uygulamalarının birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğunu vurgulayan çalışmalarla uyum içindedir. Bulgular, LP'nin uygulandığı ortamlarda I4.0 teknolojilerinin entegrasyonunun verimliliği artırdığını ve bu entegrasyonun 'Yalın 4.0' olarak tanımlanan bir sinerji yarattığını ortaya koymaktadır.

Araştırmanın genel bulguları, işletmelerin verimlilik artışında LP prensiplerini ve I4.0 teknolojilerini birleştiren Yalın 4.0'ın stratejik bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir. Esneklik, kalite, maliyet, teslim süreleri ve verimlilik boyutlarında çeşitli alt boyutların bir arada etkin bir şekilde çalışması, Yalın 4.0'ın genel performansını belirleyen temel bir etken olmuştur. Bu çalışma, hem akademik hem de endüstriyel açıdan Yalın 4.0'ın potansiyelini anlamak ve üretim süreçlerine entegre etmek için önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

**Yazar Katkı Oranı (Author Contributions):** Ülge TAŞ (%100)

**Yazarların Etik Sorumlulukları (Ethical Responsibilities of Authors):** Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

**Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest):** Çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**İntihal Denetimi (Plagiarism Checking):** Bu çalışma intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir.

## KAYNAKÇA

- Abele E., Metternich J. & Tisch M (2019). *Learning factories: Concepts, guidelines, best-practice examples*. Springer International Publishing, Cham, İsviçre.
- Agostinho Jr, V., & Baldo, C. R. (2021). “Assessment of the impact of Industry 4.0 on the skills of Lean professionals”. *Procedia Cirp*, 96: 225-229.
- Arey, D., Le, C. H., & Gao, J. (2021). “Lean industry 4.0: a digital value stream approach to process improvement”. *Procedia Manufacturing*, 54: 19-24.
- Bertagnolli F. (2018). *Lean management: einföhrung und vertiefung in die japanische management-philosophie*. Springer Gabler, Wiesbaden, Heidelberg, Almanya.
- Bick W. (2014). “Produktionsmanagement warum Industrie 4.0 und Lean zwingend zusammengehören”. *Produktionsmanagement* 156 (11): 46–7.
- Büyüközkan, G., Uztürk, D., & Ilıcak, Ö. (2020). Digitalization in Industry: IoT and Industry 4.0. In *Enabling Technologies for the Successful Deployment of Industry 4.0* (pp. 31-46). CRC Press, Baco Raton.
- Cachada A, Barbosa J, Leitño P, Gcraldcs CA, Deusdado L, Costa J, Romero L. (2018). Maintenance 4.0: Intelligent and predictive maintenance system architecture. In 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Vol. 1, 139-146.
- Dillinger F., Formann F. & Reinhart G (2020). “Lean production und Industrie 4.0 in der produktion: Eine Studie zur Wechselwirkung und den gemeinsamen Potenzialen”. *ZWF* 115 (10): 738–41.
- Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). “Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis”. *Procedia Manufacturing*, 11: 1061-1068.
- Ejsmont K., Gladysz B., Corti D., Castaño F., Mohammed W.M. & Lastra J.L.M. (2020). “Towards “Lean Industry4.0” – Current trends and future perspectives”. *Cogent Bus. Manag.* 7, 1781995.
- Gröbner, M. (2007). *Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Just-in-time-, Just-in-sequence- und One-piece-flow-Fertigungskonzepten. Schlanker Materialfluss: mit Lean Production, Kanban und Innovationen*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Vieweg.
- Gürsoy, Ö. (2022). *Yalın üretimde endüstri 4.0 uygulaması: otomotiv yan sanayi örneği*. Efe Akademi Yayınları.
- Hambach J., Kümmel K. & Metternich J. (2017). “Development of a digital continuous improvement system for production”. *Procedia CIRP*, 63:330– 5.
- Huber W. (2016). *Industrie 4.0 in der Automobilproduktion: Ein Praxisbuch*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Kagermann H., Wahlster W. & Helbig J. (2013). “Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0”. *Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie*, 4(5), 1-9.
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1870-1875.
- Liker, J. K. (2021). *Toyota Tarzi*. Optimist Yayın Grubu, İstanbul.
- Metternich J., Müller M., Meudt T. & Schaeede C. (2017). “Lean 4.0 – zwischen Widerspruch und Vision”. *ZWF* 112(5): 346–8.

- Meudt T., Metternich J. & Abele E. (2017). “Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production”. *CIRP Annals* 66(1):413–6.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mrugalska B. & Wyrwicka M.K. (2017). “Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182: 466–473.
- Ōno T. (2013). *Das Toyota-Produktionssystem: Das Standardwerk zur Lean Production*. 3rd ed. Campus-Verl., Frankfurt am Main, Almanya.
- Perico, P. & Mattioli, J. (2020). “Empowering process and control in lean 4.0 with artificial intelligence. In Proceedings of the 3rd International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I), Irvine, CA, USA, 21–23 September 2020; pp. 6–9.
- Prinz C., Kreggenfeld N. & Kuhlenkötter B. (2018). “Lean meets Industrie 4.0 – a practical approach to interlink the method world and cyber-physical World”. *Procedia Manufacturing* 23: 21–26.
- Rittberger S. & Schneider M. (2018). *Continuous Improvement of Lean Processes with Industry 4.0 technologies*. 11th International Doctoral Students Workshop on Logistics, Magdeburg, Germany (Vol. 9).
- Rosin F., Forget P., Lamouri S. & Pellerin R. (2020) “Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles”. *International Journal of Production Research*, 58(6): 1644–1661.
- Rüttimann B.G. & Stöckli MT (2016). “Lean and Industry 4.0—Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems”. *JSSM* 09(06), 485–500.
- Schuelke-Leech, B. A., & Barry, B. (2017). *Philosophical and methodological foundations of text data analytics*. In *Frontiers in Data Science* (pp. 147-169). CRC Press.
- Soba, M. ve Akar, E. (2021). Endüstri 4.0 uygulamalarının üretim süreçlerine etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4 (8): 116-129.
- Sony M. (2018). “Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions”. *Production & Manufacturing Research*, 6: 416–432.
- Tortorella GL. & Fettermann D. (2018). “Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies”. *International Journal of Production Research* 56(8): 2975–2987.
- Vita R.O. (2018). *Integration of Industry 4.0 and Lean Manufacturing and the Impact on Organizational Performance*. Universidade do Porto,.
- Wagner T., Herrmann C. & Thiede S. (2017). “Industry 4.0 impacts on Lean Production systems”. *Procedia CIRP* 63: 125–131.
- Womack, J.P. & Jones, D.T. (2016). *Yalın düşünce*. (O. Yamak, Çev.). İstanbul: Optimist Yayın.

**ULUSLARARASI TİCARETİN ÇEVREYE ETKİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLER***THE IMPACT OF INTERNATIONAL TRADE ON THE ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE SOLUTIONS***Ali GÜLBAŞI\***

\*Doktora Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Finansman, ali.gulbasi@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1102-414X

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><b>Gönderilme Tarihi</b> 30.01.2025</p> <p><b>Revizyon Tarihi</b> 18.03.2025</p> <p><b>Kabul Tarihi</b> 19.03.2025</p> <p><b>Makale Kategorisi</b> Araştırma Makalesi</p> <p><b>JEL Kodları</b> P45 P48 P49</p>	<p>Bu çalışma, uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini incelemekte ve küresel ekonomi ile çevre arasında bir denge kurulmasının önemini vurgulamaktadır. Literatür taraması yöntemiyle, ticaretin karbon ayak izi, sera gazı emisyonları, ormansızlaşma ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çevresel sorunlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, yeşil ticaret, döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımları gibi sürdürülebilir ticaret modelleri ele alınmıştır. Paris Anlaşması, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Yeşil Mutabakat gibi uluslararası politikaların ticaretin çevresel etkilerini azaltma potansiyelleri tartışılmıştır. Çalışma, çevre dostu politikaların uluslararası ticarete nasıl etkinleştirilebileceğine yönelik öneriler sunmaktadır.</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Uluslararası Ticaret, Çevresel Sürdürülebilirlik, Yeşil Ticaret</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received</b> 30.01.2025</p> <p><b>Revized</b> 18.03.2025</p> <p><b>Accepted</b> 19.03.2025</p> <p><b>Article</b> <b>Classification:</b> Research Article</p> <p><b>JEL Codes</b> P45 P48 P49</p>	<p>This study examines the effects of international trade on environmental sustainability and emphasizes the importance of striking a balance between the global economy and the environment. Through a literature review, the impacts of trade on environmental issues such as carbon footprint, greenhouse gas emissions, deforestation and biodiversity loss are assessed. In addition, sustainable trade models such as green trade, circular economy and zero waste approaches are discussed. The potential of international policies such as the Paris Agreement, Sustainable Development Goals and the Green Deal to reduce the environmental impacts of trade is discussed. The study provides recommendations on how environmentally friendly policies can be activated in international trade.</p> <p><b>Keywords:</b> International Trade, Environmental Sustainability, Green Trade</p>

**Atıf (Citation):** Gülbaşı, A. (2025). "Uluslararası Ticaretin Çevreye Etkisi ve Sürdürülebilir Çözümler", *Kapanalti Dergisi*, (7): 45-60



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

## Giriş

Küreselleşme ve uluslararası ticaret, ekonomik kalkınmayı ve refahı artırma potansiyeline sahip olmakla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri giderek daha fazla tartışma konusu olmaktadır. Küresel tedarik zincirlerinin yaygınlaşması ve üretim-tüketim süreçlerinin hızlanması, doğal kaynakların aşırı kullanımına, ekosistemlerin bozulmasına ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Artan sera gazı emisyonları, ormansızlaşma ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi sorunlar (Yoşumaz ve Uzun, 2024), uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği ile ilgili kaygıları gündeme getirmektedir. Bu nedenle, ticaretin çevresel etkilerinin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve sürdürülebilir ticaret modellerinin geliştirilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Uluslararası ticaretin çevresel etkileri, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde incelendiğinde, ticaretin çevre üzerindeki nihai etkisini belirlemenin karmaşık bir süreç olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye’de ekonomik büyümeye paralel olarak dış ticaret hacminin artması, çevresel bozulmaya yol açan temel etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. 1990 yılında 141 milyon ton olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımının, 2021 yılında 564,4 milyon tona ulaşması, ticaretin ölçek etkisinin çevre üzerindeki olumsuz yönüne işaret etmektedir (İklim.gov.tr). Ayrıca, kirlilik yoğun endüstrilerin gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere kaydırılması, gelişmiş ülkelerdeki emisyon seviyelerini düşürse de küresel düzeyde çevresel iyileşme sağlamamaktadır. 2023 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Raporu'na göre, Türkiye'nin 70,8 endeks puanı ile 166 ülke arasında 72. sırada yer alması (iklimhaber.org), sürdürülebilir ticaret politikalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ekonomik büyüklük, dış ticaret ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, gelişmekte olan ülkelerde dış ticaretin serbestleşmesi sonucunda ortaya çıkan dengesizliklerin çevre kirliliğini arttırdığını göstermektedir. Buna karşın, gelişmiş ülkelerde dış ticaret dengesizliği ile çevresel kirlilik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımına göre, ekonomik büyüklük başlangıçta çevresel bozulmayı hızlandırırsa da belli bir eşik aşıldığında daha temiz teknolojilere geçiş sayesinde çevresel iyileşme sağlayabilmektedir. Ancak, kirlilik sığınakları hipotezi, uluslararası ticaretin küresel çevre kirliliğinin sürekliliğini sağlayarak sadece coğrafi dağılımını değiştirdiğini ve gelişmekte olan ülkeleri yüksek kirlilik merkezlerine dönüştürdüğünü savunmaktadır (Orman vd., 2019).

Bu bağlamda, ticaretin çevresel etkilerini dengelemek ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla çeşitli ticaret modelleri geliştirilmiştir. Yeşil ticaret, döngüsel ekonomi, ekolojik yenilikler, çevre dostu ürünlerin ticareti ve yeşil mutabakat bu modeller arasında öne çıkmaktadır. Avrupa Birliği tarafından uygulamaya konulan Yeşil Mutabakat, 2050 yılına kadar karbon nötr bir ekonomi hedefi doğrultusunda ticaretin çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan kapsamlı bir strateji sunmaktadır. Bunun yanı sıra, Paris Anlaşması ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG’ler) gibi uluslararası düzenlemeler, ticaretin çevresel sürdürülebilirlik ile uyumlu hale getirilmesi konusunda kritik rol oynamaktadır.

Bu çalışma, uluslararası ticaretin çevresel etkilerini analiz etmeyi ve sürdürülebilir ticaret modellerine yönelik çözüm önerileri sunmayı amaçlamaktadır. Literatür taraması, uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ortaya koymakta ve çevre dostu ticaret uygulamaları ile sürdürülebilir ekonomi modellerinin potansiyellerini incelemektedir. Uzun vadede, ekonomik büyüme ve ticaretin çevresel etkilerini dengeleyen stratejilerin benimsenmesi, hem ekolojik hem de ekonomik sürdürülebilirliği sağlamada kritik bir adım olacaktır.

## 1. Literatür Taraması

Uluslararası ticaret ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, iklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesi bağlamında giderek daha önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu ilişki, ekonomik büyüme ile ekolojik denge arasındaki karmaşık

etkileşimi ele almakta ve ticaret uygulamalarının çevresel sürdürülebilirliği nasıl olumsuz veya olumlu etkileyebileceğini incelemektedir. Bu çalışma, uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini literatür taraması yöntemiyle değerlendirmekte ve küresel ekonomi ile çevre arasında bir denge kurulmasının önemini vurgulamaktadır.

Safi vd. (2023), BRICS ülkelerinin enerji üretimi ve diğer faktörlerin tüketim temelli karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiş ve eco-innovasyon, enerji verimliliği, ihracat gibi unsurların CO2 emisyonlarını azalttığını, ancak ithalat ve GDP büyümesinin arttığını göstermiştir. Bu bulgular, BRICS ülkelerinin sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek için yenilenebilir enerji teknolojilerini ve çevre dostu inovasyonları teşvik etmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Kharb vd. (2024), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki bölgesel ticaret anlaşmalarının çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynadığını belirtmekte ve karbon emisyonlarını azaltmak için çevre dostu ürünlerin ticaretinin teşvik edilmesi gerektiğini önermektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin yeşil teknolojiler için sübvansiyon sağlaması gerektiği ifade edilmiştir. Sorroche-del-Rey vd. (2023) ise uluslararası ticaretin çevresel verimlilik üzerindeki etkilerinin karmaşık olduğunu ve bu konuda net bir sonuca ulaşmanın zor olduğunu, ancak uluslararası ticaretin çevresel verimliliği artırabileceğine dair bazı bulgular olduğunu belirtmektedir. Mikroekonomik araştırmalar, uluslararası şirketlerin çevreye olumlu katkılar sağladığını ortaya koyarken, makroekonomik çalışmalar ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında çevresel verimlilik farkları olduğunu göstermektedir. Çalışma, çevresel verimliliğin daha kapsamlı ölçülmesi gerektiğini ve gelişmekte olan ülkelerde çevresel düzenlemelerin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Ekolojik yenilikler (eco-innovation), uluslararası ticaret bağlamında sürdürülebilirliği teşvik etmede kritik bir rol oynamaktadır. Gallucci vd. (2019) yaptığı çalışmada, ekolojik yeniliklerin sürdürülebilirlik için doğrudan bir ölçüt olduğunu, ancak tek başına kapsamlı bir gösterge olmadığını belirtmektedir. Bu yeniliklerin etkili olabilmesi için daha geniş stratejilerle bütünleştirilmesi gerekmektedir. Özellikle Avrupa Birliği (AB) bağlamında, çevre dostu teknolojilerin transferini artırmak amacıyla ihtiyaçların ve engellerin belirlenmesi önemlidir. AB'nin Yeşil Mutabakat girişimi, bu tür yeniliklerin sürdürülebilir ticaret uygulamalarını geliştirmede nasıl kullanılabilmesine dair önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Uluslararası ticaretin çevresel etkilerinin şekillenmesinde, Dünya Ticaret Örgütü (WTO) gibi kurumlar tarafından oluşturulan düzenleyici çerçeveler önemli bir rol oynamaktadır. Shafiee (2023) yaptığı çalışmada, WTO'nun çevreye ilişkin gerekliliklerinin özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki ticaret politikalarını nasıl etkilediğini incelemektedir. Ticaretin serbestleşmesi ile çevrenin korunması arasındaki dengeyi sağlamanın zorluğuna dikkat çekilmekte, ticaretin üretim ve tüketimi artırarak çevresel bozulmayı hızlandırabileceği ifade edilmektedir. Ancak, doğru politikalarla bu süreçlerin yönetilmesinin mümkün olacağı sonucuna ulaşmıştır. Atagher (2022) yaptığı çalışmada, uluslararası ticaret hukukunun temel amacının mal ve hizmetlerin akışını kolaylaştırmak olduğunu, ancak çevresel sonuçların genellikle göz ardı edildiğini belirtmektedir. Bu nedenle, ticaret anlaşmalarında çevresel düzenlemelerin dikkate alınması büyük önem taşıdığı sonucuna ulaşmıştır.

Endüstri içi ticaretin çevresel etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu alanda dikkat çekici bulgular sunmaktadır. Roy (2017) yaptığı çalışmada, ticaretin çevresel etkilerinin, ticarete konu olan ülkelerin ekonomik bağlamlarına göre değişiklik gösterdiğini ileri sürmektedir. Farklı endüstriler ve ticaret uygulamaları özelinde geliştirilecek politikalar, çevresel etkilerin azaltılmasında etkili olabilir. Uluslararası ticaret, daha çevreci teknolojilerin yayılımını sağlama potansiyeline sahip olsa da, yeterli düzenlemeler olmadan emisyon artışına ve kaynakların tükenmesine yol açabildiği sonucuna ulaşmıştır.

Ticaret ve çevresel sürdürülebilirlik kesişiminin de bir diğer kritik alan, taşımacılık sektörüdür. Takarada vd. (2021) yaptığı çalışmada, ticaretin serbestleşmesinin emisyonlar üzerindeki etkilerini incelemiş ve uluslararası taşımacılıkta daha sıkı çevresel düzenlemelerin ticaret



hacmini düşürse bile küresel refahı artırabileceğini savunmuştur. Abe vd. (2014) ise, çevresel düzenlemelerin olmadığı bir ticaret serbestleşmesinin ulusal refah ve çevre kalitesine zarar verebileceğine dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, ticaret anlaşmalarında çevresel düzenlemelerin dikkate alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çevresel maliyetlerin içselleştirilmesi, ticaret ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi anlamada hayati öneme sahiptir. Zhang (2012) yaptığı çalışmada, bu maliyetlerin içselleştirilmemesinin çevresel zararları artırabileceğini belirtmekte ve ticaret uygulamalarında çevresel maliyetlerin dikkate alınmasını teşvik eden önlemlerin alınmasını önermektedir. Ekolojik etiketleme ve sertifikasyon gibi uygulamalar, tüketici farkındalığını artırarak çevre dostu üretim uygulamalarını teşvik etmektedir (Carlson ve Palmer, 2016; Prieto-Sandoval vd., 2019). Bu tür uygulamalar, sürdürülebilir ürünlere yönelik talebi artırarak ticaret dinamiklerini çevresel sürdürülebilirlik lehine dönüştürebilir.

Türkiye’de yapılan çalışmalar, uluslararası ticaretin çevresel etkilerine yönelik önemli bulgular sunmaktadır. Turgut ve Budak (2022) yaptığı çalışmada, lojistik ve taşımacılık sektörlerinde karbon ayak izi ile ilgili araştırmaların büyük ölçüde gelişmiş ülkelerde yoğunlaştığını, yasal düzenlemeler ile uygulamalar arasında bir boşluk bulunduğunu tespit etmiştir. Mirici ve Berberoğlu (2022) yaptığı çalışmada, AB’nin Yeşil Mutabakat ile iklim nötr olma hedefi doğrultusunda dönüşüm sürecine girdiğini, Türkiye’nin de bu sürece uyum sağlamaya çalıştığını belirtmektedir. Ancak, ekonomik büyüme önceliğinin iklim kriziyle mücadelede zorluklar oluşturduğu vurgulanmaktadır. Dündar (2021) yaptığı çalışmada, Türkiye’de karayolu kaynaklı sera gazı emisyonlarının arttığını ve büyükşehirlerin bu artışta önemli bir paya sahip olduğunu belirlemiştir. Demiryolu altyapısının iyileştirilmesi, emisyon artış hızının kontrol altına alınmasına yardımcı olabileceğini vurgulamaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik ile uluslararası ticaret arasındaki ilişki, düzenleyici çerçeveler, ekolojik yenilikler ve tüketici davranışlarını kapsayan çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Küresel ticaretin genişlemeye devam ettiği günümüzde, politika yapıcılarının ve paydaşlarının ekonomik büyümeyi çevresel koruma ile uyumlu hale getiren uygulamalara öncelik vermesi gerekmektedir. Bu, çevresel hususların ticaret politikalarına entegre edilmesini, ekolojik yeniliklerin teşvik edilmesini ve sürdürülebilir ürünlere yönelik tüketici talebinin artırılmasını gerektiren bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Paris Anlaşması, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Yeşil Mutabakat gibi uluslararası politikalar, ticaretin çevresel etkilerini azaltma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda, çevre dostu politikaların uluslararası ticarete etkinleştirilmesine yönelik adımlar atılmalıdır.

Bu çalışma, uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ele almakta ve küresel ekonomi ile çevre arasında bir denge kurulmasının önemini vurgulamaktadır. Gelecekte, gelişmekte olan ülkeleri kapsayan araştırmaların artması ve uluslararası düzenlemelerin güçlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

## **2. Kavramsal Çerçeve**

### **2.1. Uluslararası Ticaret**

Uluslararası ticaret, farklı ülkeler arasında mal ve hizmet alışverişini sağlayan ekonomik bir faaliyettir. Bu süreç, her ülkenin ekonomik, politik, kültürel ve tarihsel özelliklerine bağlı olarak şekillenir. Temel amacı, ülkelerin üretim kaynaklarını kullanarak ürettikleri mal ve hizmetleri diğer ülkelerle değiş tokuş ederek ekonomik fayda sağlamaktır. Uluslararası ticaret, uygulanan ticaret politikaları, tarife düzenlemeleri ve vergi sistemleri aracılığıyla yönlendirilir ve küresel pazarda ülkeler arasında karşılıklı bağımlılığı artırır. Küreselleşme ile birlikte ticaretin serbestleşmesi ve engellerin azalması, uluslararası ticaretin kapsamını genişletmiş ve ülkelerin birbirine olan ekonomik bağımlılığını derinleştirmiştir (Aydınbaş, 2024).

Uluslararası ticaret teorileri, Adam Smith'in Mutlak Üstünlükler Teorisi ve David Ricardo'nun Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi ile başlamıştır. Smith, bir ülkenin mutlak olarak daha düşük maliyetle ürettiği mallarda uzmanlaşmasını savunurken, Ricardo göreceli olarak daha düşük maliyetle üretilebilen mallarda uzmanlaşmanın dış ticareti daha verimli kılacağını öne sürmüştür. Daha sonra Neo-Klasik İktisatçılar, Ricardo'nun modelini geliştirerek arzın yanı sıra talep koşullarını da dikkate almışlardır. Heckscher-Ohlin Teorisi, ülkelerin sahip oldukları üretim faktörlerine göre uzmanlaşması gerektiğini savunmuş ve bu teoriye bağlı olarak Faktör Fiyatlarının Eşitlenmesi Teorisi, Stolper-Samuelson Teorisi ve Rybczynski Teorisi ortaya çıkmıştır. Ancak, Leontief Paradoksu, sermaye zengini ABD'nin emek yoğun mal ihraç etmesi gibi sonuçlarla Heckscher-Ohlin modeline meydan okumuştur. 20. yüzyılın ikinci yarısında, Teknolojik Açık Hipotezi ve Ürün Dönemleri Hipotezi, uluslararası ticareti teknolojik gelişmeler ve yenilikler üzerinden açıklamaya çalışmıştır. Tercihlerde Benzerlik Teorisi, ülkeler arasındaki ticareti talep benzerlikleriyle ilişkilendirmiştir. Daha yeni teoriler ise ölçek ekonomileri ve ürün farklılaştırması üzerine odaklanmıştır. Tekelci Rekabet Teorisi, firmaların rekabet avantajı sağlamak için farklılaştırılmış ürünler sunduğunu ve uluslararası ticaretin bu farklılaşmaya dayandığını öne sürmüştür. Sonuç olarak, uluslararası ticaret teorileri, faktör donanımı, teknoloji, ölçek ekonomileri ve piyasa yapıları gibi unsurları içerecek şekilde zaman içinde gelişerek çeşitlenmiştir (Yüksel ve Sarıdoğan, 2011).

## 2.2. Çevresel Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, çevre sorunlarının ortaya çıkması ve bu sorunların çözümüne yönelik bir yaklaşım olarak gelişmiş bir kavramdır. Genel anlamda, ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı doğanın taşıma kapasitesini aşmadan gerçekleştirmeyi amaçlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, ekonomik gelişme ile çevre sorunlarını dengeli bir şekilde ele almayı hedefler ve uzun vadede ekolojik dengenin korunmasını esas alır (Bayraktutan ve Uçak, 2011). Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların sürekliliğini sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu kavram, yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların dengeli kullanımı, kirlilik ve atık yönetimi gibi alanlarda bir dizi kısıtlama getirerek doğal çevrenin korunmasını hedefler. Çevresel sürdürülebilirlik, ekosistemin sağlıklı işleyişini sürdürmek ve gelecek nesillerin çevresel haklarını korumak açısından kritik bir öneme sahiptir (Menteşe, 2017).

## 3. Uluslararası Ticaretin Çevresel Etkileri

Uluslararası ticaretin çevresel etkileri, küresel bozulma ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin gerisinde kalabilmektedir. Bazı gelişmiş ülkeler, çevre koruma ve rekabet avantajı elde etme amacıyla ticari yaptırımlar ve tarife dışı engeller kullanarak çevresel standartların farklılıklarını ortadan kaldırmayı hedeflerken, bu durumun uluslararası ticarete etkisi büyüktür. GATT/WTO kuralları, ülkelerin çevre politikalarına dayalı olarak ticari kısıtlamalar uygulamalarını yasaklamakta olsa da, tarife dışı engeller, teknik düzenlemeler ve çevresel risk değerlendirmeleri gibi unsurlar, uluslararası ticaretin önündeki engelleri artırabilir. Bu bağlamda, çevresel standartlar ve ticaretin serbestleşmesi arasında bir denge kurulamaması, küresel ekonomik ilişkilerin çevresel sürdürülebilirlik açısından karmaşık hale gelmesine neden olabilmektedir (Gül, 2015). Aşağıda uluslararası ticaretin çevresel etkilerine kısaca değinilecektir.

### 3.1. Küresel Tedarik Zincirlerinin Doğal Kaynaklar Üzerindeki Baskısı

Küresel tedarik zincirleri, ham madde çıkarımı, üretim, lojistik ve dağıtım süreçleriyle doğal kaynaklar üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Özellikle sanayi üretiminin yoğun olduğu bölgelerde, su, orman, fosil yakıtlar ve mineraller gibi doğal kaynakların aşırı ve kontrolsüz kullanımı çevresel dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde bu durum daha belirgin hale gelmekte, sürdürülebilir olmayan madencilik, tarım ve sanayi faaliyetleri ekosistemlere zarar vermekte ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Ayrıca, tedarik

zincirlerindeki karbon emisyonları, enerji tüketimi ve atık üretimi gibi unsurlar, küresel ölçekte çevresel sürdürülebilirliği olumsuz etkilemektedir (WTO, 2020).

### 3.2. Karbon Ayak İzi ve Sera Gazı Emisyonları

Karbon Ayak İzi, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan doğrudan veya dolaylı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımının toplam miktarını ifade etmektedir. Genellikle "ton CO<sub>2</sub>-eşdeğer" veya "kg CO<sub>2</sub>-eşdeğer" birimleriyle ölçülmektedir. Karbon ayak izi, kişisel ve kurumsal olarak iki kategoriye ayrılmakta olup, ulaşım, gıda üretimi, barınma, tüketim ve hizmet gibi çeşitli parametreler altında değerlendirilmektedir. Birincil karbon ayak izi, doğrudan fosil yakıt tüketimiyle ortaya çıkan emisyonları içerirken, ikincil karbon ayak izi ise satın alınan ürün ve hizmetlerin üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonları kapsamaktadır (Wiedmann ve Minx, 2008). Küreselleşen ekonomiyle birlikte uluslararası ticaret, üretim ve taşımacılık faaliyetlerini artırarak karbon ayak izini büyütmektedir. Özellikle uzun tedarik zincirleri, fosil yakıt tüketimi ve yoğun sanayi üretimi, sera gazı salımlarını yükselterek iklim değişikliğini hızlandırmaktadır. Bu nedenle, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için karbon ayak izini azaltan yeşil lojistik, düşük emisyonlu üretim süreçleri ve karbon dengeleme politikalarının uluslararası ticarete benimsenmesi kritik önem taşımaktadır.

Sera gazları, güneşten gelen ve yerden yansıyan radyasyonu tutarak atmosferin ısıl dengesini sağlayan gazlardır. Ancak, fosil yakıt kullanımı, sanayi, tarım ve ulaştırma gibi insan faaliyetleri nedeniyle atmosfere salınan sera gazlarının oranı artmış ve küresel ısınmaya yol açmıştır. Kyoto Protokolü'nde belirtilen başlıca sera gazları; Karbon Dioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Nitroksit (N<sub>2</sub>O), Hidrofloro Karbonlar (HFCs), Perfloro Karbonlar (PFCs) ve Sülfür Heksaflorit (SF<sub>6</sub>) olarak tanımlanmaktadır. Bu gazlar arasında miktar açısından en fazla bulunan ve çevresel etkisi en büyük olan gaz Karbon Dioksit'tir (Şahin ve Avcıoğlu, 2016). Uluslararası ticaret, özellikle sanayi üretimi, taşıma ve lojistik faaliyetleri, sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Ülkeler arasındaki mal ve hizmetlerin taşınması, uzun tedarik zincirleri ve fosil yakıt tüketimi, büyük miktarda CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarının salınımına neden olmaktadır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle çelişmektedir. Sera gazı emisyonlarının azaltılması, uluslararası ticarete karbon ayak izinin küçültülmesi için karbon fiyatlandırma, yeşil teknoloji yatırımları ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

### 3.3. Ormansızlaşma ve Biyolojik Çeşitlilik Kaybı

Ormansızlaşma, küresel tedarik zincirlerinin genişlemesi ve artan ticari faaliyetler nedeniyle doğal orman alanlarının tarım, madencilik, yerleşim ve sanayi gibi farklı arazi kullanımına dönüştürülmesi sürecidir. Özellikle uluslararası ticarete yüksek talep gören tarım ürünleri (örneğin palm yağı, soya ve kahve) ve hammaddeler, ormansızlaşmayı hızlandırarak ekosistemlerin tahribine ve karbon depolama kapasitesinin azalmasına yol açmaktadır. Bu durum, iklim değişikliğini tetiklerken, biyolojik çeşitliliği de tehdit etmektedir (Tolunay, 2015). Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, uluslararası ticaret politikalarında ormansızlaşmayı önleyici düzenlemeler ve sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Biyolojik çeşitlilik, yeryüzündeki tüm yaşam formlarını kapsayan ve ekosistem çeşitliliği, tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilikten oluşan geniş bir kavramdır. Bu çeşitlilik, ekosistemlerin dengesini koruyarak insan sağlığı, refahı ve ekonomik sistemler için hayati bir rol oynar. Ancak, uluslararası ticaretin artan talepleri, özellikle tarım, ormancılık ve madencilik faaliyetleri yoluyla biyolojik çeşitlilik kaybını hızlandırmaktadır. Küresel tedarik zincirleri ormansızlaşmayı teşvik ederken, doğal habitatların tahribatı ve türlerin yok oluşu çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir (Kurt, 2017). Bu nedenle, sürdürülebilir ticaret politikaları ve uluslararası anlaşmalar yoluyla biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem hizmetlerinin devamlılığı için kritik bir gerekliliktir.

#### 4. Sürdürülebilir Ticaret Modelleri

Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, uluslararası ticarete yeni modeller ve yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu modeller, kaynak verimliliğini artırmayı ve çevresel etkileri en aza indirmeyi hedeflemektedir.

##### 4.1. Yeşil Ticaret ve Çevre Dostu Ürünler:

Yeşil ticaret, çevresel sürdürülebilirliği merkeze alan bir ticaret anlayışı olup, karbon ayak izinin azaltılması ve çevre dostu üretim uygulamalarının teşvik edilmesi yoluyla küresel ticaretin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Günümüzde, artan çevresel farkındalık ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, çevreye duyarlı mal ve hizmetlere olan talep hızla artmaktadır. Bu kapsamda yeşil ticaret yalnızca çevre dostu ürünlerin ve hizmetlerin ticaretini değil, aynı zamanda karbon ticareti mekanizmaları, çevresel düzenlemeler ve sürdürülebilir ticareti destekleyen politikaları da içermektedir (Huang and Zhao, 2022).

Çevre dostu ürünler, üretim süreçlerinde doğal kaynakların etkin kullanımını sağlayan, geri dönüştürülebilir veya biyolojik olarak parçalanabilir malzemelerden üretilen ve çevresel etkileri minimum seviyeye indirilmiş ürünlerdir. Tüketicilerin çevresel duyarlılığının artması, işletmelerin bu alana yönelik stratejiler geliştirmesini zorunlu kılmıştır. İşletmeler, sürdürülebilir üretim tekniklerine yönelerek karbon emisyonlarını azaltmakta ve çevre dostu malzemelerle üretilen ürünleri piyasaya sunmaktadır (Yücel ve Ekmekçiler, 2008).

Uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlikle bütünleşmesi, etkili çevre politikalarının uygulanmasını gerektirmektedir. Araştırmalar, özellikle yüksek gelirli ülkelerde yürürlüğe giren çevre düzenlemelerinin yeşil ihracatı teşvik ettiğini ve küresel ticaret akışlarını daha sürdürülebilir hale getirdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, çevre vergileri gibi ekonomik teşviklerin uygulanması, yeşil ticareti desteklemede kritik bir rol oynamaktadır (Kang & Lee, 2021). Uluslararası ticaret anlaşmalarına çevresel hükümler eklenmesi ise küresel tedarik zincirlerinin sürdürülebilir dönüşümünü destekleyen önemli bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır (Rudolph vd., 2020). Bu tür düzenlemeler, çevreye duyarlı ticaret uygulamalarını teşvik ederek uluslararası pazarlarda sürdürülebilirliği güçlendirmektedir.

##### 4.2. Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Yaklaşımları

Döngüsel ekonomi, kaynakların mümkün olduğunca uzun süre kullanıldığı, maksimum değerinin elde edildiği ve kullanım ömürlerinin sonunda geri kazanıldığı bir ekonomik sistem olarak tanımlanır (Millete vd., 2020). Bu model, atıkların en aza indirilmesini ve kaynakların yeniden değerlendirilmesini teşvik ederek sürdürülebilir üretim ve tüketim süreçlerini destekler. Sıfır atık yaklaşımı ise atık oluşumunu önlemeye, üretilen atık miktarını azaltmaya ve geri dönüşüm süreçlerini optimize etmeye yönelik stratejileri içerir. Her iki yaklaşım da sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, çevresel etkileri minimize etmeye ve doğal kaynakların korunmasına odaklanmaktadır.

Günümüzde, küreselleşen ekonomi ve artan üretim hacimleri, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Geleneksel doğrusal ekonomi modeli olan "al, üret, tüket, at" yaklaşımı, doğal kaynakların tükenmesine ve atık yönetimi sorunlarının büyümesine yol açmaktadır. Döngüsel ekonomi ise bu sorunlara çözüm olarak, atıkların geri dönüştürülmesini, kaynakların yeniden kullanımını ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesini teşvik etmektedir (Kurniawan vd., 2021). Uluslararası ticarete döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaşması, küresel ölçekte çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Örneğin, Avrupa Birliği ve bazı gelişmiş ülkeler, ekonomik enstrümanlar ve düzenlemeler aracılığıyla sürdürülebilir ticareti teşvik etmekte, üreticilere ve ithalatçılara geri dönüşüm ve atık yönetimi konusunda çeşitli yükümlülükler getirmektedir. Ayrıca, karbon ayak izini azaltan teknolojilere yatırım yapılması ve çevre dostu ticaret politikalarının benimsenmesi, sürdürülebilir küresel tedarik zincirlerinin oluşturulmasını desteklemektedir.

Endonezya gibi gelişmekte olan ülkelerde ise döngüsel ekonomi yaklaşımının benimsenmesi, atık yönetimi sorunlarının çözümüne katkı sunarken, ekonomik sürdürülebilirliği de destekleyebilir. Örneğin, Endonezya'nın Yogyakarta kentinde uygulanan Sıfır Atık projeleri, atık geri dönüşümünü teşvik ederek hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlamaktadır. Atık yönetiminde ekonomik araçların kullanımı, atık üreticilerinin maliyetleri üstlenmesini sağlayarak çevresel yüklerin azaltılmasına yardımcı olabilir (Khalil vd., 2019).

## 5. Uluslararası Anlaşmalar ve Politikalar

Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, uluslararası düzeyde çeşitli anlaşmalar ve politikalar geliştirilmiştir. Bu anlaşmalar, ticaret ve çevre arasındaki dengenin sağlanmasına yönelik çerçeveler sunmaktadır.

### 5.1. Paris Anlaşması

Paris Anlaşması, 2015 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında kabul edilen ve küresel sıcaklık artışı sanayi öncesi seviyelere kıyasla 1,5°C ile sınırlandırmayı hedefleyen uluslararası bir iklim anlaşmasıdır (UNFCCC, 2015). Anlaşma, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını teşvik ederken, sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyüme hedeflerini de göz önünde bulundurur. Uluslararası ticaret, Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşılmasında kritik bir rol oynayan unsurlardan biri olup, karbon ayak izinin azaltılması, çevre dostu üretim süreçlerinin benimsenmesi ve yeşil ticaret politikalarının yaygınlaştırılması açısından önem arz etmektedir.

#### 5.1.1. Paris Anlaşması'nın Uluslararası Ticaret Üzerindeki Etkileri

- **Karbon Sınır Düzenlemeleri ve Yeşil Ticaret Politikaları**

Paris Anlaşması, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik ulusal taahhütler (Nationally Determined Contributions - NDCs) içermektedir. Bu bağlamda, birçok ülke ve bölge, ticaret politikalarını iklim değişikliğiyle mücadeleye uyumlu hale getirmektedir. Avrupa Birliği'nin 2026 yılında yürürlüğe koymayı planladığı Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması (CBAM), yüksek karbon emisyonlarına sahip ithalat ürünlerine ek vergiler getirerek karbon kaçağını önlemeyi amaçlamaktadır (European Commission, 2021). Bu tür düzenlemeler, ticaretin daha sürdürülebilir hale getirilmesini sağlarken, geliştirmekte olan ülkeler için yeni ticaret zorlukları da oluşturabilir.

- **Döngüsel Ekonomi ve Karbon Ayak İzinin Azaltılması**

Paris Anlaşması'nın sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, uluslararası ticarete döngüsel ekonomi modellerinin benimsenmesi teşvik edilmektedir. Geri dönüştürülebilir ve çevre dostu ürünlerin ticareti, düşük karbonlu tedarik zincirleri ve enerji verimliliği sağlayan üretim yöntemleri, küresel piyasalarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır (OECD, 2020). Paris Anlaşması'na taraf olan ülkeler, ihracat ve ithalat politikalarını çevre dostu ürünleri teşvik edecek şekilde düzenlemeye başlamıştır.

- **Yeşil Finansman ve Sürdürülebilir Yatırımlar**

Yeşil ticaretin finansmanı, Paris Anlaşması'nın uygulanmasında belirleyici bir faktördür. Dünya Bankası, Uluslararası Para Fonu (IMF) ve diğer uluslararası finans kuruluşları, düşük karbonlu üretimi destekleyen projelere öncelik vermektedir. Örneğin, Dünya Bankası, gelişmekte olan ülkelere düşük karbonlu sanayi ve sürdürülebilir enerji projelerine yönelik finansman sağlamaktadır (World Bank, 2022).

- **İklim Politikalarının Ticaret Anlaşmalarına Dahil Edilmesi**

Paris Anlaşması sonrasında, birçok serbest ticaret anlaşmasına çevresel hükümler eklenmiştir. Örneğin, Kanada-AB Kapsamlı Ekonomik ve Ticaret Anlaşması (CETA) ve ABD-Meksika-Kanada Anlaşması (USMCA) gibi yeni nesil ticaret anlaşmaları,

çevresel sürdürülebilirliği teşvik eden maddeler içermektedir (WTO, 2021). Bu tür düzenlemeler, ülkelerin ticari faaliyetlerini iklim değişikliğiyle mücadele çerçevesinde yönlendirmesine olanak tanımaktadır.

Paris Anlaşması, uluslararası ticaret politikalarını ve tedarik zincirlerini köklü bir şekilde etkilemektedir. Karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikaların ticaret anlaşmalarına entegre edilmesi, yeşil yatırımların teşvik edilmesi ve karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik düzenlemeler, küresel ticaret sisteminin sürdürülebilir dönüşümünü desteklemektedir. Ancak, karbon sınır vergileri gibi mekanizmaların gelişmekte olan ülkeler üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri göz önünde bulundurulmalı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu politikalar geliştirilmelidir.

## **5.2. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler)**

Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 2015 yılında kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (Sustainable Development Goals - SDGs), 2030 yılına kadar yoksulluğu ortadan kaldırmayı, gezegeni korumayı ve herkes için refahı teşvik etmeyi amaçlayan 17 küresel hedeften oluşmaktadır (United Nations, 2015). Ticaret, bu hedeflere ulaşmada kritik bir araç olarak görülmektedir. Küresel ticaret politikaları, ekonomik büyümeyi teşvik ederken çevresel sürdürülebilirliği ve sosyal eşitliği sağlama açısından SDG'lerle uyumlu hale getirilmelidir.

### **5.2.1. SDG'ler ile Ticaret Politikalarının Kesişimi**

- **Ekonomik Büyüme ve Adil Ticaret (SDG 8 ve SDG 10)**

Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve insana yakışır iş olanakları sunma hedefi (SDG 8), uluslararası ticaret politikaları ile doğrudan ilişkilidir. Ticaret, gelişmekte olan ülkelerin küresel pazarlara erişimini artırarak istihdam oluşturabilir ve yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlayabilir (World Bank, 2021). Bununla birlikte, SDG 10 kapsamında ele alınan eşitsizliklerin azaltılması, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki ticaret engellerinin kaldırılmasını gerektirir. Dünya Ticaret Örgütü'nün (WTO) ticaret kolaylaştırma anlaşmaları ve gelişmekte olan ülkelere yönelik özel ve farklı muamele politikaları, bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır (WTO, 2022).

- **Çevresel Sürdürülebilirlik ve Yeşil Ticaret (SDG 12, SDG 13, SDG 15)**

Paris Anlaşması'na paralel olarak SDG 12, sorumlu üretim ve tüketimi, SDG 13 ise iklim değişikliğiyle mücadeleyi hedeflemektedir. Küresel ticaret politikaları, karbon ayak izini azaltan sürdürülebilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasını teşvik etmektedir. Avrupa Birliği'nin Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması (CBAM) gibi politikaları, çevre dostu üretim yapan firmalara rekabet avantajı sağlayarak sürdürülebilir ticareti desteklemektedir (European Commission, 2021). Aynı zamanda SDG 15 kapsamında biyolojik çeşitliliğin korunması için çevreye zarar veren ticari faaliyetlerin azaltılması ve doğa dostu tarım ve ormancılık ürünlerinin ticaretinin teşvik edilmesi gerekmektedir (OECD, 2020).

- **Döngüsel Ekonomi ve Atık Yönetimi (SDG 9 ve SDG 11)**

Sanayi ve altyapının sürdürülebilir gelişimini destekleyen SDG 9, ticaret politikalarının döngüsel ekonomi ile uyumlu hale getirilmesini öngörmektedir. Döngüsel ekonomi prensipleri, geri dönüştürülebilir hammaddelerin ticaretini teşvik ederek atık miktarını azaltmakta ve kaynak verimliliğini artırmaktadır (Millette et al., 2020). Özellikle sıfır atık politikaları, ticarete çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

- **Gıda Güvenliği ve Tarım Ticaretinin Sürdürülebilirliği (SDG 2)**

Açlıkla mücadeleyi hedefleyen SDG 2, ticaret politikalarının tarımsal üretimi destekleyici ve küçük çiftçilerin küresel pazarlara erişimini kolaylaştırıcı şekilde

düzenlenmesini gerektirir. Dünya Gıda Programı (WFP) ve FAO gibi kuruluşlar, gıda güvenliği açısından sürdürülebilir ticaret politikalarının önemini vurgulamaktadır (FAO, 2022). Tarımda adil ticaret (fair trade) sertifikalı ürünlerin yaygınlaştırılması, küçük ölçekli çiftçilerin rekabet gücünü artırarak gelirlerini yükseltmektedir.

- **Deniz ve Okyanusların Korunması (SDG 14) ve Balıkçılık Politikaları**

Deniz ekosistemlerinin korunmasını amaçlayan SDG 14, aşırı avlanma ve yasa dışı balıkçılığın önlenmesine yönelik ticaret politikalarını gerekli kılmaktadır. Dünya Ticaret Örgütü (WTO), balıkçılık sübvansiyonlarının azaltılması ve sürdürülebilir balıkçılık uygulamalarının teşvik edilmesi için çeşitli düzenlemeler getirmiştir (WTO, 2021).

- **Sosyal Adalet ve Küresel İşbirliği (SDG 16 ve SDG 17)**

Adalet ve güçlü kurumların teşvik edilmesini içeren SDG 16, ticaret politikalarında şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin benimsenmesini gerektirir. SDG 17 ise küresel iş birliğini ve çok taraflı ticaret sistemlerinin güçlendirilmesini vurgulamaktadır. Ticaretin sürdürülebilir kalkınmaya hizmet etmesi için uluslararası kuruluşlar ve özel sektör arasında ortaklıkların artırılması önem taşımaktadır (UNCTAD, 2022).

Ticaret politikaları, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Yeşil ticaret, karbon düzenlemeleri, döngüsel ekonomi, gıda güvenliği ve adil ticaret gibi politikalar, ekonomik büyüme ile çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği dengeleyen araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak, gelişmekte olan ülkelerin bu süreçlere adil bir şekilde dahil edilmesi ve ticaretin kalkınmayı destekleyici şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

### 5.3. Yeşil Mutabakat

Yeşil mutabakat, özellikle Avrupa Birliği (AB) tarafından başlatılan ve küresel ölçekte çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlayan bir dizi politika ve stratejiyi ifade eder. AB'nin 2019 yılında açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı, karbon salınımını azaltmayı, doğal kaynakları verimli kullanmayı ve çevreyi korumayı hedefleyen bir plan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu strateji, AB'nin 2050 yılına kadar iklim nötr olma hedefini temel alır ve ekonomi, enerji, ulaşım, tarım ve sanayi gibi sektörlerde köklü değişiklikleri içerir (European Commission, 2019).

#### 5.3.1. Yeşil Mutabakat ve Ticaret İlişkisi

Yeşil Mutabakat'ın temel amaçlarından biri, çevreye duyarlı ticaret politikalarının oluşturulmasıdır. Bu süreçte ticaret, yalnızca ekonomik büyümeyi teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda çevresel etkileri azaltmayı ve doğal kaynakları daha sürdürülebilir bir şekilde kullanmayı da hedefler. Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakatı, özellikle karbon ticareti, yenilenebilir enerji ticareti ve çevre dostu ürünlerin ticaretine yönelik çeşitli politikalarla bu hedefleri gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

- **Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması (CBAM)**

AB, yeşil mutabakat kapsamında, Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması (CBAM) gibi düzenlemeler ile küresel ticarete çevresel eşitliği sağlamayı hedeflemektedir. CBAM, Avrupa Birliği'ne ithal edilen ürünlerin karbon ayak izini ölçmeyi ve karbon fiyatlandırması yapmayı öngörmektedir. Bu mekanizma, AB dışındaki ülkelerdeki çevre standartlarının düşüklüğüne karşı bir önlem olarak tasarlanmıştır (European Commission, 2021). Karbon vergilendirmesi ve karbon ticareti, çevreye zarar veren sanayi sektörlerinin küresel rekabet gücünü dengelerken, AB içindeki yeşil dönüşümü teşvik eder.

- **Yeşil Ticaret ve Küresel Ekonomik Eşitsizlik**

Yeşil Mutabakat ve yeşil ticaret politikalarının en büyük zorluklarından biri, gelişmekte olan ülkelerin bu sürece adaptasyonunu sağlamak olacaktır. AB, bu ülkelerin yeşil dönüşümü gerçekleştirebilmeleri için finansal ve teknik destek sağlamak amacıyla sosyal sorumluluk projeleri geliştirmektedir. Bu bağlamda, gelişmiş ülkelerin düşük karbonlu üretim yöntemlerini benimsemeleri ve çevre dostu ürünlerin ticaretini artırmaları beklenmektedir (World Bank, 2020).

- **Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim (SDG 12)**

Yeşil Mutabakat, aynı zamanda Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler) ile uyumlu bir şekilde, kaynakların verimli kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını teşvik eder. Bu doğrultuda, döngüsel ekonomi (CE) prensipleri önem kazanmaktadır. Döngüsel ekonomi, ürünlerin ömrü boyunca mümkün olduğunca fazla değer elde edilmesini ve sonunda geri dönüştürülerek tekrar kullanılması prensibini benimser. AB, bu ilkelere dayalı ticaret politikalarını destekleyerek, üretim süreçlerinin çevreye duyarlı hale gelmesini amaçlamaktadır (Millette et al., 2020).

- **Yeşil Mutabakat ve Küresel Ticaretin Geleceği**

Yeşil Mutabakat, küresel ticaretin geleceği için yeni fırsatlar sunmaktadır. Gelişmiş ülkelerin, düşük karbonlu ve çevre dostu ürünlere olan talebinin artması, bu tür ürünleri üreten gelişmekte olan ülkeler için ekonomik fırsatlar oluşturmaktadır. Ancak, ticaretin yeşil hale gelmesi için, ülke içindeki düzenlemelerin de uyumlu olması gerekmektedir. Ticaretin çevresel sürdürülebilirliğe hizmet etmesi için hükümetlerin, ticaret anlaşmalarına çevresel düzenlemeleri eklemesi ve çevreye duyarlı üretim yöntemlerini teşvik etmesi gerekmektedir (Kurniawan et al., 2021).

Yeşil Mutabakat, sadece Avrupa Birliği'nin değil, tüm dünya ekonomisinin çevresel sürdürülebilirliğe yönelmesini sağlayacak bir fırsattır. Bu süreç, ticaretin çevre dostu hale gelmesini teşvik ederken, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir adım olmaktadır. Yeşil mutabakat, uluslararası ticaretin geleceği için önemli bir dönüm noktası olma potansiyeline sahiptir. Ancak, bu hedeflere ulaşabilmek için uluslararası işbirliği ve etkili politika araçlarının kullanılması gerekmektedir. Ticaret politikalarının, çevresel etkilerin yanı sıra sosyal ve ekonomik eşitlik boyutlarını da göz önünde bulunduracak şekilde şekillendirilmesi önemlidir.

## **Sonuç**

Uluslararası ticaret ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, ekonomik büyüme ile ekolojik denge arasında karmaşık bir dengenin kurulmasını gerektirmektedir. Bu dengenin sağlanması, hem küresel ticaretin devamlılığı hem de çevresel tahribatın önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde, ticaretin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için çevresel düzenlemelerin ve sürdürülebilir ticaret modellerinin benimsenmesi gerektiği sıklıkla vurgulanmaktadır. Gallucci vd. (2019), ekolojik yeniliklerin sürdürülebilirlik açısından kritik bir araç olduğunu, ancak bu yeniliklerin daha geniş stratejilerle uyumlu bir şekilde entegre edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Benzer şekilde, Zhang (2012), çevresel maliyetlerin ticaret politikalarına dahil edilmesinin, çevresel tahribatı azaltmada kilit bir rol oynadığını ifade etmektedir.

Yeşil Ticaret, Döngüsel Ekonomi ve Yeşil Mutabakat gibi sürdürülebilir ticaret modelleri, kaynakların verimli kullanımı ve atık yönetimi gibi uygulamalarla çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar karbon nötr olma hedefini benimseyen Yeşil Mutabakatı, ticaretin çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirilmesini teşvik eden kapsamlı bir stratejidir. Bu çerçevede, karbon ticareti ve yeşil teknoloji transferi gibi araçlar, uluslararası ticaretin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini dengelemede önemli bir rol oynamaktadır (European Commission, 2019).



Paris Anlaşması ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler) gibi uluslararası politikalar, ticaret süreçlerini çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirmek için sağlam bir çerçeve sunmaktadır. Shafiee (2023) yaptığı çalışmada, Dünya Ticaret Örgütü'nün çevreyle ilgili düzenlemelerinin, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki ticaret politikaları üzerinde önemli bir etki oluşturduğu belirtmektedir. Bu düzenlemeler, karbon sınır düzenlemeleri ve çevresel standartların artırılması gibi mekanizmalarla yeşil ticaretin önünü açmaktadır.

Bu bağlamda, uluslararası ticaretin çevresel etkilerini azaltmak için politika yapımcıların ekolojik yenilikleri teşvik etmeleri, çevre dostu teknolojilerin transferini kolaylaştırmaları ve sürdürülebilir ticaret uygulamalarını desteklemeleri gerekmektedir. Ticaret anlaşmalarında çevresel düzenlemelerin yer alması, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik için değil, aynı zamanda uzun vadeli ekonomik refah için de büyük önem taşımaktadır. Literatürde vurgulanan bir diğer husus ise, ticaret ve çevre arasındaki dengeyi sağlamak için sürdürülebilir kalkınmanın hem küresel hem de yerel düzeyde temel bir unsur olduğudur. Yeşil Mutabakat ve Paris Anlaşması gibi küresel girişimler, ticaretin çevresel sürdürülebilirlik ile uyumlu hale gelmesini sağlamada önemli birer itici güçtür.

Uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirilmesine yönelik çeşitli stratejiler, hem literatürde hem de sahada uygulanan yöntemlerdir. Bu stratejiler, çevresel tahribatı azaltmak, kaynakların verimli kullanımını teşvik etmek ve uzun vadeli ekonomik refahı desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. Ekolojik yeniliklerin teşvik edilmesi, çevre dostu teknolojilerin transferi ve sürdürülebilir ticaret uygulamalarının yaygınlaştırılması, bu hedeflere ulaşmada kilit rol oynamaktadır. Ayrıca, uluslararası ticaret anlaşmalarında çevresel düzenlemelere yer verilmesi, küresel ticaretin çevresel etkilerini minimize etmek için önemli bir adımdır. Bu çabalar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırarak, hem çevresel hem de ekonomik açıdan daha dengeli bir küresel sistemin oluşturulmasına katkıda bulunacaktır.

Uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirilmesine yönelik çeşitli stratejiler bulunmaktadır. Bununla ilgili öneriler aşağıdadır.

### 1. Yapay Zekâ Destekli Sürdürülebilir Ticaret Uygulamaları

- Karbon Ayak İzi Optimizasyonu: Yapay zekâ, lojistik süreçlerinde karbon salınımını en aza indirmek için rota optimizasyonu, yakıt tüketimi analizi ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda kullanılabilir.
- Akıllı Tedarik Zinciri Yönetimi: AI tabanlı veri analizi, sürdürülebilir ham madde kaynaklarının belirlenmesi ve tedarik süreçlerinin çevre dostu hale getirilmesine katkı sağlayabilir.
- Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomi: Yapay zekâ, üretim süreçlerinde atıkların yeniden değerlendirilmesini sağlayarak döngüsel ekonomi modellerini güçlendirebilir.

### 2. Yeşil Pazarlama ve Sürdürülebilir Tüketim Stratejileri

- Çevreci Ürün Etiketleme: Karbon ayak izi, geri dönüştürülebilirlik ve sürdürülebilir üretim bilgilerini içeren etiketleme sistemleri, tüketicileri çevre dostu ürünlere yönlendirebilir.
- Dijital Pazarlama ile Farkındalık Artırma: Sosyal medya ve dijital reklam kampanyaları aracılığıyla sürdürülebilir ürünlerin teşvik edilmesi, tüketici bilincini artırabilir.
- Eko-Dostu Ambalajlama: Plastik kullanımını azaltan biyolojik olarak parçalanabilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj tasarımları, sürdürülebilir ticaretin bir parçası olabilir.

### 3. Yeşil Finansman ve Teşvikler

- Sürdürülebilir Yatırım Fonları: Çevresel etkileri düşük olan şirketlerin desteklenmesi için özel yatırım fonları oluşturulabilir.
- Karbon Kredisi ve Vergi Teşvikleri: Karbon salınımını azaltan firmalara vergi avantajları sağlanarak sürdürülebilir üretim teşvik edilebilir.

#### 4. Yeşil Teknoloji Transferi ve Küresel İş Birlikleri

- Yenilenebilir Enerji Kullanımı: Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların ticaret süreçlerinde yaygınlaştırılması sağlanabilir.
- Çevresel Veri Paylaşımı: Ülkeler ve şirketler arası çevresel veri paylaşımı ile en iyi sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılması desteklenebilir.

#### 5. Su Kirliliğini Önleme ve Sürdürülebilir Su Yönetimi

- Endüstriyel Atık Su Arıtma Teknolojileri: Ticaret süreçlerinde faaliyet gösteren fabrikalar ve üretim tesisleri, yapay zekâ destekli atık su arıtma sistemleri ile su kirliliğini azaltabilir.
- Temiz Üretim Süreçleri: Su kaynaklarını kirleten kimyasal ve atıkların en aza indirilmesi için çevre dostu üretim teknikleri teşvik edilmelidir.
- Sorumlu Tedarik Zinciri Yönetimi: Tedarikçiler, su kirliliği oluşturmadan veya minimize eden uygulamalar doğrultusunda seçilmeli, çevresel denetimler sıklaştırılmalıdır.
- Yeşil Lojistik ve Su Koruma: Liman ve nakliye süreçlerinde su kaynaklarının korunmasına yönelik politikalar benimsenmeli, petrol ve kimyasal sızıntıları önlemek için ileri teknolojiler kullanılmalıdır.

Bu öneriler, uluslararası ticaretin çevresel sürdürülebilirlik ile daha uyumlu hale gelmesine katkı sağlayabilir.

Gelecek çalışmalar, ekolojik yeniliklerin farklı sektörlerdeki etkilerini inceleyerek, sürdürülebilir ticaretin sektörel katkılarını değerlendirebilir. Ayrıca, uluslararası ticaretin çevresel etkilerinin bölgesel farklılıklar göz önünde bulundurularak analiz edilmesi, bölgesel politikalara katkı sağlayabilir. Tüketici davranışları ve ekolojik etiketleme sistemlerinin etkisi araştırılarak, sürdürülebilir ticaretin yaygınlaşmasına yardımcı olunabilir. Karbon ayak izi ve taşımacılığın çevresel etkileri üzerine yapılan çalışmalar, daha düşük emisyonlu lojistik çözümleri geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Son olarak, Paris Anlaşması ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın uygulama düzeyinde etkinliği değerlendirilebilir. Bu tür çalışmalar, çevresel etkileri azaltmaya yönelik daha etkili politikaların geliştirilmesine zemin hazırlayabilir.

**Yazar Katkı Oranı (Author Contributions):** Ali GÜLBAŞI (%100)

**Yazarların Etik Sorumlulukları (Ethical Responsibilities of Authors):** Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

**Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest):** Çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**İntihal Denetimi (Plagiarism Checking):** Bu çalışma intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir.

**KAYNAKÇA**

- Abe, K., Hattori, K., & Kawagoshi, Y. (2014). "Trade Liberalization and Environmental Regulation on International Transportation". *Japanese Economic Review*, 65(4): 468-482. <https://doi.org/10.1111/jere.12044>
- Atagher, L. (2022). "Beyond Multilateral Treaty Reforms". *McGill Glsa Research Series*, 2(1): 19. <https://doi.org/10.26443/glsars.v2i1.186>
- Atmış, E., Tolunay, D., & Yıldız, D. (2022). "İklim Değişikliği ve Ormanlar Arasındaki İlişkinin Medyadaki Yeri". *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(3): 514-529.
- Aydınbaş, G. (2024). "Uluslararası Ticaret İle Kişisel Gelir İlişkisi: Seçilmiş Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Nedensellik Analizi." *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(1): 165-190.
- Bayraktutan, Y., & Uçak, S. (2011). "Ekolojik İktisat ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği". *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 3(4): 17-36.
- Carlson, A., & Palmer, C. (2016). "A Qualitative Meta-Synthesis of The Benefits of Eco-Labeling in Developing Countries". *Ecological Economics*, 127: 129-145. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.03.020>
- Dündar, A. O. (2021). "Türkiye'deki Büyükşehirlerin Karayolu Ulaşımı Kaynaklı Sera Gazı Emisyon Miktarının Karşılaştırmalı Analizi". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(2): 318-337. DOI: 10.21324/dacd.862836
- European Commission. (2019). "The European Green Deal". *European Commission*. <https://ec.europa.eu/green-deal>
- European Commission. (2021). "Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)". *European Green Deal*. <https://ec.europa.eu/green-deal/cbam>
- FAO. (2022). "Sustainable Agriculture and Trade Policies". *Food and Agriculture Organization*. <https://www.fao.org/sustainability/trade>
- Gallucci, T., Dimitrova, V., & Marinov, G. (2019). "Interrelation Between Eco-Innovation and Intra-Industry Trade—A Proposal For A Proxy Indicator of Sustainability in The EU Countries". *Sustainability*, 11(23): 6641. <https://doi.org/10.3390/su11236641>
- Gül, E. (2015). "GATT/WTO Çerçevesinde Uluslararası Ticaret ve Çevre İlişkisi". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9: 1-20.
- Huang, L., & Zhao, W. (2022). "The Impact of Green Trade and Green Growth on Natural Resources". *Resources Policy*, 77, 102749.
- İklim (2023). "TÜİK Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Yayınlandı". [https://iklim.gov.tr/tuik-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri-yayinlandi-haber-1122?utm\\_source=chatgpt.com](https://iklim.gov.tr/tuik-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri-yayinlandi-haber-1122?utm_source=chatgpt.com)
- İklim Haber (2023). "Sürdürülebilir Kalkınma Raporu 2023'e Göre Hedeflerden Giderek Uzaklaşıyor". <https://www.iklimhaber.org/surdurulebilir-kalkinma-raporu-2023e-gore-hedeflerden-giderek-uzaklasiliyor/>
- Kang, S., & Lee, S. (2021). "Impacts of Environmental Policies on Global Green Trade". *Sustainability*, 13(3): 1517. <https://doi.org/10.3390/su13031517>
- Kekillioğlu, A. (2023). "Sürdürülebilir Gelişme ve Biyolojik Çeşitlilik". *International Conference on Scientific and Innovative Studies*, 366-369.
- Khalil, M., Berawi, M. A., Heryamto, R., & Rizalie, A. (2019). "Waste to Energy Technology: The Potential of Sustainable Biogas Production From Animal Waste in Indonesia".

- Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105: 323-331.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.02.011>
- Kharb, R., Suneja, V., Aggarwal, S., Singh, P., Shahzad, U., Saini, N., & Kumar, D. (2024). "The Relationship Between Investment Determinants And Environmental Sustainability: Evidence Through Meta-Analysis". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 94, 267-280. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2024.01.005>
- Kurniawan, T. A., Avtar, R., Singh, D., Xue, W., Othman, M. H. D., Hwang, G. H., ... & Kern, A. O. (2021). "Reforming MSWM in Sukunan (Yogyakarta, Indonesia): A Case-Study of Applying A Zero-Waste Approach Based on Circular Economy Paradigm". *Journal of Cleaner Production*, 284, 124775.
- Kurt, H. (2017). "Çevre Sorunlarının Kavşagında Biyolojik Çeşitlilik". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(3): 825-837.
- Menteşe, S. (2017). Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Toprak, Su Ve Hava Kirliliği: Teorik Bir İnceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53).
- Millete, S., Linder, M., & Sassanelli, C. (2020). "Circular Economy and International Trade: A Review of The Relationships". *Journal of Cleaner Production*, 274, 122951. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122951>
- Mirici, M. E., & Berberoğlu, S. (2022). "Türkiye Perspektifinde Yeşil Mutabakat ve Karbon Ayak İzi: Tehdit Mi? Fırsat Mı?" *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1): 156-164.
- Orman, H. L., Ceylan, S., & Şahin, B. Y. (2019). Dış Ticaret ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(71): 1483-1496.
- Prieto-Sandoval, V., Mejía-Villa, A., Ormazábal, M., & Jaca, C. (2019). "Challenges for Ecolabeling Growth: Lessons From The EU Ecolabel in Spain". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(5): 856-867. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01611-z>
- Roy, J. (2017). "On The Environmental Consequences of Intra-Industry Trade". *Journal of Environmental Economics and Management*, 83: 50-67. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.12.006>
- Rudolph, L., Quöß, F., Buchs, R., & Bernauer, T. (2020). "Environmental Concern Leads to Trade Skepticism on The Political Left and Right". *International Studies Quarterly*, 66(4). <https://doi.org/10.31219/osf.io/d7r2h>
- Safı, N., Rashid, M., Shakoor, U., Khurshid, N., Safı, A., & Munir, F. (2023). "Understanding The Role of Energy Productivity, Eco-Innovation and International Trade in Shaping Consumption-Based Carbon Emissions: A Study Of BRICS Nations". *Environmental Science and Pollution Research*, 30(43): 98338-98350. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25784-2>
- Shafıee, Y. (2023). "The Effect of Article XX of The General Agreement and Tariff and Trade (GATT) on Environmental Protection Measures: The Case of Malaysia". *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(12). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v13-i12/18963>
- Sorroche-del-Rey, Y., Piedra-Muñoz, L., & Galdeano-Gómez, E. (2023). "Uluslararası Ticaret ve Çevresel Performans Arasındaki İlişki: Sürdürülebilir Kalkınma İçin Teorik Yaklaşımlar ve Göstergeler". *İş Stratejisi ve Çevre*, 32(6): 2789-2805.
- Takarada, Y., Ogawa, T., & Dong, W. (2021). "Trade, Transportation, and The Environment: Welfare Effects of Emissions Reduction and International Emissions Trading". *The*

*International Trade Journal*, 36(5): 400-420.  
<https://doi.org/10.1080/08853908.2021.1981496>

- Tolunay, D. (2015). “Türkiye’de Ormansızlaşma ile Kaybedilen Karbon Miktarları”. *6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 7-9 Ekim 2015, İzmir*, 441-452.
- Turgut, A., & Budak, T. (2022). “Lojistik ve Taşımacılığın Karbon Ayak İzi: Sistematik Bir Literatür İncelemesi”. *Kent Akademisi*, 15(2): 916-930.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2021). “Trade and Environment Review 2021: Rethinking Global Value Chains in the Context of Climate Change”. United Nations Conference on Trade and Development.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). “Paris Agreement”. *United Nations Framework Convention on Climate Change*.
- United Nations. (2015). “Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development”. *United Nations General Assembly*.  
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). “A Definition of ‘Carbon Footprint’”. *Ecological Economics Research Trends*, 1, 111.
- World Bank. (2020). “Global Green Growth and Trade”. *World Bank Report*.  
<https://www.worldbank.org/en/topic/greengrowth>
- World Bank. (2021). “Trade for Development and SDGs”. *World Bank Report*.  
<https://www.worldbank.org/en/topic/trade-for-sdgs>
- World Bank. (2022). “Financing the Green Transition in Developing Countries”. *World Bank Policy Report*. <https://www.worldbank.org/en/topic/climatefinance>
- World Trade Organization (WTO). (2020). “World Trade Report 2020: Government Policies to Promote Innovation in the Digital Age”. *World Trade Organization*.  
[https://www.wto.org/english/res\\_e/publications\\_e/wtr20\\_e.htm](https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr20_e.htm)
- World Trade Organization (WTO). (2021). “Fisheries Subsidies and Sustainable Development”. *World Trade Organization*.  
[https://www.wto.org/english/news\\_e/news21\\_e/fish\\_15jul21\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/news21_e/fish_15jul21_e.htm)
- World Trade Organization (WTO). (2022). “Trade Facilitation and Sustainable Development”. *WTO Policy Paper*. [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/devel\\_e/trade-sdg\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/devel_e/trade-sdg_e.htm)
- Yoşumaz, İ., & Uzun, H. (2024). “The Relationship Between İndustry 5.0 Process and ESG Process: A Qualitative Analysis in The Context of Türkiye’s BIST Sustainability 25 Index White Good Sector”. *Environmental Research and Technology*, 7(4): 512-529.  
<https://doi.org/10.35208/ert.1431800>
- Zhang, Y. (2012). “Analysis on Environmental Cost Internalization Effect--A Study Based on CO2 Emission”. *In 2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering*, 1: 3-5.

## BİLİMSEL YAYINLARIN YAPAY ZEKÂ PROGRAMLARI TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN LİTERATÜR İNCELEMESİ

### LITERATURE REVIEW ON THE EVALUATION OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROGRAMMES

Ekrem CAN\*

\* Bilim Uzmanı, Kamu Yönetimi Bölümü, ekremcanlv@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5323-0286

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><b>Gönderilme Tarihi</b> 20.12.2024</p> <p><b>Revizyon Tarihi</b> 01.02.2025</p> <p><b>Kabul Tarihi</b> 20.03.2025</p> <p><b>Makale Kategorisi</b> Araştırma Makalesi</p> <p><b>JEL Kodları</b> A10 A20 A30</p>	<p>Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin bilimsel yayın değerlendirme süreçlerinde nasıl kullanıldığını inceleyen bir literatür taramasıdır. Çalışma, YZ programlarının makaleleri, konferans bildirileri ve diğer akademik yazıların kalitesini belirlemede giderek daha fazla kullanıldığını göstermektedir. Özellikle, dergi hakem değerlendirme süreçlerini hızlandırma, daha objektif kararlar almayı sağlama ve potansiyel plagiarizm gibi sorunları tespit etme gibi avantajları vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, YZ'nin bu süreçlerdeki rolü ve etkisi üzerine yapılan tartışmalar da mevcuttur. YZ'nin doğruluk, güvenilirlik ve şeffaflık gibi önemli kriterler açısından bilimsel yayın değerlendirme sürecini nasıl dönüştürebileceği ve bu dönüşümün etik ve pratik boyutları üzerine literatürdeki çeşitli görüşler analiz edilmektedir. Sonuç olarak bu makale, bilimsel yayınların yapay zekâ ile değerlendirilmesinin olası faydalarını, karşılaşılan sorunları ve bu sürecin gelecekteki gelişimini ele alacaktır.</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Yapay Zekâ, Bilimsel Yayın, Etik</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received</b> 20.12.2024</p> <p><b>Revized</b> 01.02.2025</p> <p><b>Accepted</b> 20.03.2025</p> <p><b>Article Classification:</b> Research Article</p> <p><b>JEL Codes</b> A10 A20 A30</p>	<p>This study is a literature review that examines how artificial intelligence (AI) technologies are used in scientific publication evaluation processes. The study shows that AI programmes are increasingly being used to determine the quality of articles, conference proceedings and other academic writings. In particular, advantages such as speeding up journal peer review processes, enabling more objective judgements to be made and identifying problems such as potential plagiarism are emphasised. However, there are also debates on the role and impact of AI in these processes. Various views in the literature on how AI can transform the scientific publication evaluation process in terms of important criteria such as accuracy, reliability and transparency, and the ethical and practical dimensions of this transformation are analysed. As a result, this paper will address the possible benefits of evaluating scientific publications with artificial intelligence, the problems encountered and the future development of this process.</p> <p><b>Keywords:</b> Artificial Intelligence, Scientific Publication, Ethics</p>

**Atıf (Citation):** Can, E. (2025). "Bilimsel Yayınların Yapay Zekâ Programları Tarafından Değerlendirilmesine İlişkin Literatür İncelemesi", *Kapanalti Dergisi*, (7): 61-77



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

## Giriş

Bilimsel yayınların değerlendirilmesi, bilimsel bilginin niteliğini artırmak ve akademik topluluğun güvenilirliğini korumak adına temel bir süreçtir. Ancak geleneksel hakem değerlendirme sistemleri, yoğun iş yükü, öznellik ve zaman alıcı süreçler gibi çeşitli sınırlılıklar taşımaktadır. Bu durum, bilimsel literatürün hızlı bir şekilde büyüdüğü günümüzde, değerlendirme süreçlerini daha verimli, objektif ve ölçülebilir hale getirebilecek alternatif yaklaşımların geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Yapay zekâ teknolojileri, özellikle makine öğrenimi ve doğal dil işleme teknikleri, bu süreçte önemli bir potansiyele sahiptir ve bilimsel yayınların analiz edilmesi, sınıflandırılması ve değerlendirilmesinde yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Son yıllarda yapay zekâ tabanlı programların bilimsel metin değerlendirme süreçlerinde kullanımı üzerine yapılan çalışmalar artış göstermiştir. Bu çalışmalar, bilimsel yayınların kalite kontrolü, alaka düzeyinin tespiti, etik ihlallerin saptanması ve hakem yorumlarının otomatik analizi gibi çeşitli uygulama alanlarına odaklanmaktadır. Literatür, yapay zekâ algoritmalarının, insan hakemlerin iş yükünü azaltma ve değerlendirme süreçlerini hızlandırma konusunda başarılı sonuçlar sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yapay zekâ sistemlerinin bilimsel yayınlar üzerindeki etkilerinin tarafsızlık, algoritmik şeffaflık ve etik sorumluluk gibi konularda tartışmalara yol açtığı da gözlemlenmektedir.

Bu çalışmada, bilimsel yayınların yapay zekâ programları tarafından değerlendirilmesine ilişkin mevcut literatürün kapsamlı bir analizi sunulmaktadır. Öncelikle, yapay zekâ teknolojilerinin bu alandaki uygulamalarına dair temel yaklaşımlar ele alınmış, ardından mevcut çalışmaların metodolojik ve uygulama temelli katkıları incelenmiştir. Ayrıca, literatürde öne çıkan fırsatlar ve zorluklar tartışılmış, gelecekteki araştırma yönelimlerine dair öneriler sunulmuştur. Bu bağlamda, çalışma, bilimsel yayınların değerlendirme süreçlerine yapay zekâ entegrasyonu konusunda hem teorik hem de pratik bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

## 1. Yapay Zekâ ve Bilimsel Yayın Değerlendirme Süreci

Bilimsel yayınların değerlendirilmesi, genellikle hakem değerlendirme süreciyle yapılır. Bu süreç, makalenin bilimsel doğruluğunu, yeniliğini ve katkısını değerlendiren bir grup uzman tarafından yürütülür. Ancak, bu sürecin zaman alıcı ve bazen önyargılı olabilmesi, yapay zekânın bu alanda devreye girmesini sağlamıştır. Yapay zekâ, özellikle metin analizi, dil işleme ve veri madenciliği gibi alanlarda güçlüdür ve hakem değerlendirme sürecini hızlandırmak, insan hatalarını azaltmak ve objektiflik sağlamak için kullanılabilir. Yapay zeka halihazırda tıbbi araştırmacılara ve bilim insanlarına makale ve özet yazmada, literatür araştırmasında,

verileri veya bilgileri özetlemede, yapı, referanslar ve başlıklar için öneriler sağlamada, metni daha okunabilir hale getirmek için dil incelemelerinde ve hatta bir makalenin tam taslağını oluşturmada yardımcı olabilmektedir (Hutson, 2022).

Yapay zekâ (YZ), bilimsel yayın değerlendirme süreçlerinde giderek daha fazla rol oynamaya başlamıştır. Yapay zekâ programlarının bu süreçteki kullanım alanları, hakemlerin ve editörlerin yükünü hafifletmek ve değerlendirme sürecinin verimliliğini artırmaktır. Yapay zekâ tabanlı araçlar, makale özeti çıkarma, anahtar kelimelerin analizi, metin tutarlılığı ve dilsel doğruluk gibi görevlerde önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca yayınlanan makalelerin intihal tespiti ve daha önceki yayınlarla benzerlik analizi gibi alanlarda da kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, bu programların bilimsel yazıları değerlendirme yeteneği, insan hakemlerin yaratıcılığını ve derinlemesine analiz yetisini tam anlamıyla ikame edememektedir. Yapay zekâ kullanımı, önyargıların ve algoritmik hataların farkında olunarak dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır.

Bilimsel yayın değerlendirme sürecinde yapay zekâ entegrasyonu, bazı etik ve güvenlik endişelerini de beraberinde getirmektedir. Bu programların algoritmalarının şeffaflık eksiklikleri ve veri gizliliği sorunları, bilimsel topluluk içinde tartışma konusu olmaktadır. Ayrıca, yapay zekânın, insan faktörünü tam anlamıyla taklit edememesi, özellikle karmaşık ve disiplinler arası araştırmaların değerlendirilmesinde sınırlamalar yaratmaktadır. Bu bağlamda, yapay zekânın bilimsel yayın sürecinde daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için insan ve yapay zekânın işbirliği içerisinde çalıştığı hibrit modellerin geliştirilmesi önerilmektedir. Bu modeller, değerlendirmenin kalitesini artırırken, sürecin hızını ve doğruluğunu da iyileştirebilmektedir.

## **2. Yapay Zekâ Tabanlı Değerlendirme Sistemlerinin Avantajları**

Yapay zeka tabanlı değerlendirme sistemlerinin avantajlarına ilişkin detaylı açıklama başlıklar halinde yapılacaktır. Bu başlıklar; zaman ve kaynak tasarrufu, hata ve önyargı azaltma, objektiflik ve gelişmiş veri analitiğidir.

### **2.1. Zaman ve Kaynak Tasarrufu**

Yapay zekâ, büyük veri setlerini hızlı bir şekilde analiz edebilir. Bu, hakemlerin daha verimli çalışmasını sağlar. Örneğin, bir makalenin literatür taramasını otomatik olarak yapmak, kaynakların doğruluğunu kontrol etmek ve benzer çalışmalarla karşılaştırmalar yapmak yapay zekânın gücünden yararlanılabilir.

Yapay zekâ tabanlı değerlendirme programları (ChatGPT, Gemini), eğitimden işe alıma, müşteri memnuniyetinden sağlık hizmetlerine kadar pek çok alanda zaman ve kaynak tasarrufu



sağlayan yenilikçi çözümler sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen değerlendirme süreçleri genellikle manuel iş gücüne dayandığı için zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir. Ancak, yapay zekâ tabanlı sistemler, büyük veri setlerini hızlı bir şekilde işleyerek daha kısa sürede sonuçlar sunabilir. Örneğin, bir sınav değerlendirme sistemi, yazılı sınavlardaki açık uçlu cevapları saniyeler içinde analiz edebilir ve tutarlı bir şekilde puanlayabilmektedir. Bu durum, hem eğitimcilerin iş yükünü azaltır hem de sürecin hızlanmasını sağlar. Aynı zamanda, bu sistemlerin doğru ve nesnel sonuçlar üretmesi, insan kaynaklı hataları minimuma indirir ve süreci daha verimli imkanlar sunmaktadır.

Kaynak kullanımını açısından yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemleri, insan emeğini yoğun gerektiren süreçlerin yerini alarak maliyetlerin düşürülmesine katkıda bulunur. Özellikle büyük ölçekli değerlendirme süreçlerinde, bu sistemler tek seferde binlerce veriyi işleyebilir ve bu da geleneksel yöntemlerin gerektirdiği fiziksel kaynakların (örneğin, kağıt, baskı ve nakliye gibi) kullanımını ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca bu sistemler bulut tabanlı çalıştığında, fiziksel depolama ihtiyaçları da büyük ölçüde azaltmaktadır. Yapay zekânın otomasyon ve hızlı analiz yetenekleri, organizasyonların hem finansal hem de operasyonel açıdan daha sürdürülebilir çözümler geliştirmesine olanak tanır. Böylece, zamandan ve kaynaklardan tasarruf sağlanırken, aynı anda daha geniş kitlelere erişim ve hızlı geri bildirim mekanizmaları oluşturmak mümkün hale gelmektedir.

## **2.2. Hata ve Önyargı Azaltma**

Yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemleri, birçok alanda karar verme süreçlerini hızlandırmak ve doğruluğu artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu sistemlerin etkinliği, hataların ve önyargıların en aza indirilmesine bağlıdır. Algoritmalar, genellikle geçmiş verilere dayalı olarak eğitildiği için kullanılan veri setlerindeki hatalar veya önyargılar sistemin kararlarını olumsuz etkileyebilir. Örneğin, yetersiz veya dengesiz veri setleri, sistemin belirli grupları sistematik olarak dezavantajlı hale getirmesine neden olabilir. Bu durum, özellikle işe alım, kredi değerlendirme ve hukuki kararlar gibi alanlarda ciddi etik ve toplumsal sonuçlara yol açabilir. Dolayısıyla, değerlendirme sistemlerinin doğruluğunu artırmak için veri kalitesinin iyileştirilmesi, çeşitli ve kapsayıcı veri setlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Hataları ve önyargıları azaltmak için kullanılan yöntemler arasında düzenli model denetimi, adversarial testing ve etik kurallara uygun yapay zekâ geliştirme yaklaşımları yer almaktadır. Ayrıca, şeffaflık ve açıklanabilirlik, bu sistemlerin daha adil hale gelmesi için kritik öneme sahiptir. Örneğin, bir modelin neden belirli bir kararı verdiği açıklanabilir olduğunda, hatalar ve önyargılar daha kolay tespit edilip düzeltebilir. Bunun yanında, yapay zekâ sistemlerinin

geliştirilme sürecinde disiplinler arası iş birliği ve bağımsız denetim mekanizmaları, etik risklerin azaltılmasına katkıda bulunabilir. Sonuç olarak, yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemlerinin adil, güvenilir ve önyargısız hale getirilmesi, sadece teknolojik gelişmelerle değil, aynı zamanda etik ve toplumsal farkındalıkla mümkün olacaktır.

### **2.3. Objektiflik**

Yapay zekâ, belirli kurallara dayalı olarak çalışır ve bu da onun daha objektif bir değerlendirme yapmasını sağlar. Makalelerin bilimsel içeriği, metin yapısı ve dilsel doğruluğu gibi faktörler, yapay zekâ tarafından belirli kriterlere göre analiz edilmektedir.

Yapay zekâ tabanlı değerlendirme programları, karar verme süreçlerinde objektiflik sağlayarak insan kaynaklı önyargıların önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Bu sistemler, büyük veri setlerini analiz ederek bireylerin performansını, yetkinliklerini veya uygunluğunu belirlemek için objektif kriterlere dayalı bir değerlendirme yapar. Örneğin, işe alım süreçlerinde kullanılan bir yapay zekâ algoritması, adayların geçmiş performanslarını, becerilerini ve diğer niteliklerini analiz ederek, tamamen ölçülebilir verilere dayanarak bir sıralama yapabilir. İnsanların bilinçsiz önyargılarından etkilenmeden karar veren bu sistemler, özellikle büyük ölçekte değerlendirme yapılması gerektiğinde adil ve tarafsız sonuçlar üretebilme potansiyeline sahiptir.

Ancak, yapay zekâ tabanlı sistemlerin objektifliği yalnızca kullanılan verilerin kalitesi ve algoritmanın tasarımı kadar güçlüdür. Eğer sistem, önyargılı veya eksik veri setleriyle eğitilirse, bu durum yapay zekânın kararlarında da önyargıların devam etmesine yol açabilir. Örneğin, cinsiyet, etnik köken veya sosyoekonomik statü gibi faktörlerde adaletsiz veri temsili, algoritmanın bu özelliklere dayalı haksız sonuçlar üretmesine sebep olabilir. Bu nedenle, yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemlerinin objektifliğini sağlamak için veri temizliği, algoritma tasarımı ve sürekli denetim gibi unsurların titizlikle ele alınması gereklidir. Ayrıca, bu tür sistemlerin şeffaf olması ve sonuçların insan denetimiyle desteklenmesi, hem güvenilirlik hem de objektiflik açısından önemli bir gerekliliktir.

### **2.4. Gelişmiş Veri Analitiği**

Yapay zekâ, büyük verileri ve akademik yayınları analiz ederek, trendleri, yenilikçi yaklaşımları ve yeni araştırma alanlarını daha iyi keşfedebilir. Bu, bilimsel yayıncılığın ilerlemesine katkıda bulunabilir.

Gelişmiş veri analitiği, bilimsel yayınların değerlendirilmesinde yapay zeka kullanımını yeni bir boyuta taşımaktadır. Yapay zeka tabanlı analiz yöntemleri, büyük veri setlerini hızlı ve etkili bir şekilde işleyerek literatürdeki eğilimlerin, ilişkilerin ve boşlukların tespit edilmesine olanak

tanır. Özellikle doğal dil işleme teknikleri, akademik makalelerin içeriklerini analiz ederek konu modelleme, alıntı analizi ve araştırma etkisinin ölçülmesi gibi görevlerde önemli avantajlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra, makine öğrenimi algoritmaları, hakem değerlendirme süreçlerinde önyargı ve tutarsızlıkları azaltarak yayınların objektif bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Gelişmiş veri analitiği sayesinde, akademik camiada bilgiye dayalı karar verme süreçleri hızlanmakta ve bilimsel araştırmaların kalitesinin artırılması mümkün hale gelmektedir. Bu durum, yalnızca bireysel araştırmacılar için değil, aynı zamanda akademik dergiler, fon sağlayıcı kuruluşlar ve politika yapımcılar için de stratejik bir avantaj sunmaktadır.

Yapay zekâ kullanımı, daha karmaşık ve sofistike araştırma yöntemlerinin benimsenmesini mümkün kılarak, bilimsel çalışmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Makine öğrenimi ve doğal dil işleme gibi ileri teknolojiler, araştırmacılara verileri daha derinlemesine inceleme, karmaşık kalıpları ortaya çıkarma ve daha isabetli tahminlerde bulunma imkânı sunmaktadır. Bununla birlikte, yapay zekânın bilimsel yazımda kullanımı, beraberinde bazı zorluklar da getirmektedir. Özellikle veri güvenilirliği ve güvenliği konusundaki endişeler, bu teknolojilerin kullanımında dikkat edilmesi gereken temel unsurlar arasında yer almaktadır. Araştırmacıların, kullandıkları algoritmaların ve modellerin güvenilirliğini sağlamak ve bu sistemlerin kasıtsız önyargılara yol açmasını engellemek adına titizlikle hareket etmeleri büyük önem taşımaktadır (Angraini vd., 2022; Adila vd., 2023).

### **3. Karşılaşılan Zorluklar ve Eleştiriler**

Yapay zekâ programlarının kullanımı neticesinde ortaya bazı zorluklar çıkmaktadır. Dolayısıyla bu zorluklar beraberinde bazı eleştirileri de getirmektedir. Buna ilişkin zorluk ve eleştiriler ise etik sorunlar, insan faktörünün azalması, yapay zekânın hatalı değerlendirmeleri ve teknik zorluklar şeklinde aşağıda detaylıca açıklanmaya çalışılmıştır.

#### **3.1. Etik Sorunlar**

Yapay zekânın kullanımı, bazı etik soruları da gündeme getirmektedir. Örneğin, makalelerin değerlendirilmesinde kullanılan algoritmaların şeffaf olmaması, yapay zekâ kararlarının açıklanabilirliğini ve doğruluğunu sorgulatabilir. Ayrıca, yapay zekânın önyargıları öğrenmesi ve bu önyargıları kararlarına yansıtması gibi sorunlar da bulunmaktadır.

Yapay zekâ teknolojilerinin gelişimi, toplumlara önemli faydalar sunarken, beraberinde etik sorunları da gündeme getirmektedir. Yapay zekânın etik açıdan en çok tartışılan boyutlarından biri, algoritmaların tarafsızlık ve adalet ilkelerini ihlal edebilme potansiyelidir. Yapay zekâ sistemleri, eğitim süreçlerinde kullanılan veri setlerindeki önyargıları öğrenebilir ve bu

önyargıları yeniden üretebilir. Örneğin, iş başvurularını değerlendiren bir yapay zekâ algoritması, eğitim verilerinde cinsiyet ya da etnik köken temelli ayrımcılık varsa, bu ayrımcılığı sürdürebilir. Bu durum, ayrımcılığı ve eşitsizliği pekiştirerek toplumsal güveni zedeleyebilir. Ayrıca, etik ilkelerin göz ardı edilmesi, bireylerin mahremiyetinin ihlali ve kişisel verilerin kötüye kullanımı gibi sorunlara yol açabilmektedir.

Bir diğer önemli etik sorun ise yapay zekâ teknolojilerinin karar verme süreçlerindeki şeffaflık eksikliğidir. "Kara kutu" olarak adlandırılan bu durum, bir yapay zekâ sisteminin nasıl bir sonuca vardığını anlamayı zorlaştırmakta ve hesap verebilirlik sorunu yaratmaktadır. Bu, özellikle sağlık, adalet ve kamu yönetimi gibi kritik alanlarda büyük riskler doğurabilir. Örneğin, bir yapay zekâ tabanlı sağlık teşhis sistemi yanlış bir karar verdiğinde, bunun arkasındaki mekanizmayı anlamak ve hataları düzeltmek güçleşebilir. Bu bağlamda, yapay zekânın etik açıdan sorumlu bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanması, tarafsızlık, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine öncelik verilmesini gerektirmektedir. Ayrıca, bu sistemlerin etik standartlara uygunluğunu sağlamak için bağımsız denetim mekanizmaları oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

### **3.2. İnsan Faktörünün Azalması**

Yapay zekânın hakemlik sürecine entegre edilmesi, insan hakemlerinin rolünü azaltabilir. İnsanların, yenilikçi fikirleri ve bağlamsal bilgileri değerlendirme konusundaki yetenekleri, yapay zekânın tam anlamıyla kopyalayabileceği bir alan değildir. Yapay zekâ teknolojilerinin bilimsel yayınların değerlendirilmesinde kullanımı, süreçleri hızlandırma ve tarafsızlığı artırma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Ancak, bu durum insan faktörünün azalmasına yönelik endişeleri de beraberinde getirmektedir. Yapay zekâ tabanlı sistemler, büyük veri kümelerini işleyerek akademik makalelerin niteliklerini ve alana katkılarını analiz edebilmekte, hakem değerlendirme sürecinde zaman tasarrufu sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlerin etik kaygıları, algoritmik önyargılar ve bağlamı anlayamama gibi sınırlamaları bulunmaktadır. Özellikle disiplinlerarası çalışmalar, yenilikçi fikirler veya kültürel bağlama dayalı incelemelerde yapay zekânın eksik kalabileceği alanlar olduğu unutulmamalıdır. İnsan faktörü, bu noktada sadece teknik bir değerlendirme değil, aynı zamanda yaratıcı düşünce ve etik değerlendirme süreçlerinin vazgeçilmez bir unsuru olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, yapay zekânın bilimsel yayın değerlendirme süreçlerinde tamamlayıcı bir araç olarak kullanılması, insan katkısının tamamen dışlanması yerine, insan ve makine iş birliğinin optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu denge, bilimsel ilerlemenin güvenilirliği ve çeşitliliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

### **3.3. Yapay Zekânın Hatalı Değerlendirmeleri**

Yapay zekâ (ChatGPT, Gemini) çok çeşitli konularda metin üretebilir fakat yeni fikirler üretemez, araştırmacının fikirlerini düzenleyip geliştirerek bir ilk taslak oluşturabilir. Ancak, oluşturulan otomatik metin insan uzmanların bilgisi, yaratıcılığı ve eleştirel düşüncesinin yerini almaktan uzak olduğu için bu, metnin insan temelli gelişimi için bir başlangıç noktası gibi görünmektedir (Salvagno, Taccone ve Gerli, 2023, s. 1). Yapay zekâ sistemleri, bazen yanlış değerlendirmeler yapabilir. Özellikle anlamın ve bağlamın doğru bir şekilde anlaşılması durumları, algoritmaların hatalı sonuçlar üretmesine yol açabilir. Bu, önemli bilimsel makalelerin yanlış bir şekilde reddedilmesine veya daha düşük kalitedeki makalelerin onaylanmasına sebep olabilmektedir.

### 3.4. Teknik Zorluklar

Yapay zekâ algoritmalarının sürekli olarak eğitilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ doğru çalışabilmesi için kaliteli veriye ihtiyaç vardır, ancak her alandaki bilimsel yayınlar ve makaleler, farklı yazım tarzları ve terminolojiler kullanabilir, bu da yapay zekânın verimli çalışmasını zorlaştırabilmektedir.

Yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında çeşitli teknik zorluklar bulunmaktadır. En önemli sorunlardan biri, büyük miktarda veriye dayalı modellerin eğitilmesi sırasında ortaya çıkan veri kalitesi sorunlarıdır. Yapay zekâ algoritmalarının performansı, genellikle kullanılan verilerin doğruluğu, çeşitliliği ve temsil yeteneği ile doğrudan ilişkilidir. Eksik, yanıltıcı veya taraflı veriler, yapay zekâ modellerinin önyargılı ve yanlış sonuçlar üretmesine neden olabilir. Ayrıca, büyük veri setlerinin işlenmesi ve depolanması için gereken yüksek hesaplama gücü, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki araştırma ve geliştirme süreçlerini kısıtlayan önemli bir teknik engeldir. Bu durum, yüksek maliyetli donanımların ve enerji tüketiminin sürdürülebilirliği üzerinde de önemli bir baskı yaratmaktadır.

Bir diğer teknik zorluk, yapay zekâ modellerinin "kara kutu" olarak adlandırılan doğasıdır. Derin öğrenme algoritmaları gibi kompleks modellerin iç işleyişi genellikle açıklanabilir değildir ve bu durum, sonuçların yorumlanmasını zorlaştırır. Bu şeffaflık eksikliği, özellikle sağlık, hukuk ve finans gibi kritik alanlarda yapay zekânın güvenilirliğini sorgulatmaktadır. Ayrıca, yapay zekâ sistemlerinin güvenliği ve dayanıklılığı da önemli bir sorundur. Adversaryal saldırılar gibi tehditler, yapay zekâ modellerini manipüle ederek yanıltıcı çıktılar üretmelerine yol açabilir. Bu tür güvenlik açıkları, yapay zekânın geniş ölçekli benimsenmesini sınırlayabilir ve teknolojinin güvenilirliğini zedeleyebilir. Dolayısıyla, yapay zekânın teknik zorluklarının üstesinden gelmek için daha açıklanabilir ve güvenli modellerin geliştirilmesi büyük bir öncelik olarak kabul edilmektedir.

#### 4. Yapay Zekaya İlişkin Gelecek Perspektifleri

Gelecekte, yapay zekânın bilimsel yayınların değerlendirilmesindeki rolü daha da artabilir. Özellikle, derin öğrenme ve doğal dil işleme teknolojilerinin gelişmesiyle, yapay zekânın daha hassas ve doğru sonuçlar üretebilir. Yapay zekânın hakemlik sürecindeki rolü, sadece zaman tasarrufu sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda bilimsel dergilerdeki kaliteyi artıracak ve akademik toplulukların güvenini kazanacaktır. Ancak, yapay zekânın hakemlik sürecinde insan faktörünü tamamen ortadan kaldırmak yerine, bir destek aracı olarak kullanılması gerektiği görüşü yaygındır. Hakemler yapay zekâ tarafından sağlanan önerileri değerlendirebilir ve nihai kararı verebilirler.

Yapay zekâ, hem toplumsal hem de bireysel yaşamı yeniden şekillendirme potansiyeliyle hızla gelişmektedir. Günümüzde veri analitiği, otomasyon ve makine öğrenimi gibi alanlarda sağladığı yenilikler, gelecekte bu teknolojinin sağlık, eğitim, ekonomi ve güvenlik gibi temel sektörlerde daha büyük bir dönüşüm yaratacağını göstermektedir. Özellikle sağlık sektöründe, hastalıkların erken teşhisi, kişiselleştirilmiş tedavi yöntemleri ve ilaç geliştirme süreçlerinde yapay zekânın önemli rol oynayacağı öngörülmektedir. Eğitimde ise yapay zeka destekli kişisel öğrenme platformlarının yaygınlaşması, bireylerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak fırsat eşitliğini artırabilir. Bununla birlikte, ekonomik alanda otomasyonun iş gücüne etkisi tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir; bu dönüşümün istihdam kayıplarına mı yoksa yeni iş olanaklarına mı yol açacağı, politika yapımcıların ve toplumun gelecekteki yönlendirmelerine bağlıdır.

Öte yandan, yapay zekanın etik ve hukuki boyutları, gelecekte en fazla tartışılacak konular arasında yer almaktadır. Örneğin, yapay zekânın karar verme süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirlik eksikliği, bireysel hakların ve toplumsal değerlerin korunması açısından kritik bir sorundur. Ayrıca, yapay zekanın önyargıları pekiştirme ya da yayma potansiyeli, insan hakları açısından riskler doğurabilir. Gelecekte, bu tür sorunların üstesinden gelmek için uluslararası standartlar ve düzenlemeler geliştirilmesi gerekecektir. Bunun yanı sıra, yapay zekânın askeri alanlarda kullanımı gibi hassas konular da barış ve güvenlik açısından yeni zorluklar yaratabilir. Yapay zeka teknolojisinin toplum yararına kullanılmasını sağlamak için disiplinlerarası iş birliği, etik standartların belirlenmesi ve kapsayıcı bir diyalog ortamı kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle, yapay zeka teknolojisinin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde dengeli ve sorumlu bir yaklaşım benimsenmesi elzemdir.

## **5. Etik Bağlamda Bilimsel Yayınlar da Kullanılan Yapay Zekâ Programlarına İlişkin Bir Değerlendirme**

Yapay zekâ teknolojileri, günümüzde bilimsel araştırmalarda önemli bir yer tutmaktadır. Bu teknolojilerin kullanımı, araştırmaların daha verimli ve hızlı bir şekilde yapılmasına olanak tanırken, aynı zamanda etik sorunları da gündeme getirmektedir. Yapay zekânın bilimsel yayınlarda nasıl kullanıldığı, hangi etik sorumlulukların taşındığı ve bu teknolojilerin doğru ve güvenilir bir şekilde uygulandığı üzerine yapılan tartışmalar, akademik dünyada giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Etik bağlamda, bu teknolojilerin kullanımının gerektirdiği sorumluluklar arasında veri gizliliği, algoritma şeffaflığı, doğruluk ve tarafsızlık gibi unsurlar bulunmaktadır.

Gordijn ve Have (2023), yapay zekânın hızla gelişen potansiyeline dikkat çekerek, bu teknolojinin yakın gelecekte hakem değerlendirmelerini geçme becerisine sahip makaleler yazabileceğini belirtmektedir. Yazarlar, bilimsel dergilere gönderilen makalelerin hakem değerlendirmesi sürecinde insan hakemlerin yerini yapay zekânın almasının, bilim dünyasında önemli etik ve pratik sorunlara yol açabileceğini vurgulamaktadır. Bu gelişme, özellikle bilimin doğruluğunu, güvenilirliğini ve yeniliğini sağlamak amacıyla yapılan değerlendirmelerde yeni bir dönemi işaret etmektedir. Yine de, yapay zekâ ile yapılan çalışmaların, hâlâ insan hakemlerinin sunduğu özgün eleştiri ve derinlikten yoksun olabileceği endişesi bulunmaktadır.

Yapay zekânın hakem değerlendirmesini geçebilme yeteneği, bilimsel süreçlerin hızını artırma ve nesnelliği sağlama potansiyeline sahipken, bazı uzmanlar bu sürecin mekanikleşmesinin insan faktörünü göz ardı edebileceğinden kaygı duymaktadır. İnsan hakemlerin deneyimleri, yaratıcılıkları ve eleştirel düşünme becerileri, sadece verilerin analizine dayanan bir yapay zekâ tarafından kolayca taklit edilemez. Özellikle, bilimsel yeniliğin teşvik edilmesi, hipotezlerin test edilmesi ve teorik düşünmenin zorlandığı alanlarda, insan etkileşiminin rolü büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, Gordijn ve Have, yapay zekânın hakemlik rolünü üstlenmeye başlamasıyla birlikte, daha dikkatli ve kapsamlı bir etik değerlendirme yapılması gerektiği konusunda uyarıda bulunmaktadır.

Hovy ve Prabhumoye (2021) yapay zekânın dil işleme ve doğal dil anlama alanındaki gelişmelerine odaklanmışlardır. Onlar, yapay zekânın dildeki karmaşık yapıları ve kültürel bağlamları anlamada hala sınırlı olduğunu, ancak yine de dil tabanlı uygulamalarda önemli ilerlemeler kaydedildiğini belirtmişlerdir. Gordijn ve Have (2023), bilim dünyasının yapay zekânın bu tür potansiyel kullanımlarını dikkatle incelemesi gerektiğini savunmaktadır. Yapay zekâ, bilimsel makalelerin yazımında ve hakem değerlendirmelerinde önemli bir araç olma yolunda ilerlese de, bu süreçlerin etik, güvenilirlik ve yaratıcılık açısından insan katkısıyla

dengelenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bilimsel camianın bu yeni gerçeklik ile başa çıkabilmesi için, yapay zekâ ve insan etkileşiminin dengeli bir şekilde uyum içinde çalışması gerekmektedir.

Yapay zekânın bilimsel araştırmalarda kullanımı, veri analizi ve sonuçların yorumlanmasında önemli avantajlar sağlasa da, algoritmaların eğitildiği veri setlerinin içeriği ve kalitesi de büyük bir etkiye sahiptir. Bu bağlamda, özellikle biyomedikal ve sosyal bilimlerde, veri setlerinin çeşitliliği ve temsil yeteneği etik açıdan sorgulanabilir. Yapay zekân sistemlerinin, eğitim verilerindeki önyargılardan etkilenmesi, sonucunda hatalı veya taraflı sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir. Örneğin, yanlış etiketlenmiş veri setleri, araştırmaların doğruluğunu zedeleyebilir. Dolayısıyla, yapay zekâ teknolojilerinin etik bir biçimde kullanımı için eğitim verilerinin dikkatle seçilmesi ve önyargılardan arındırılması önemlidir.

Yapay zekâ algoritmalarının şeffaflığı, etik açıdan bir diğer kritik konudur. Şeffaflık, algoritmaların nasıl çalıştığının anlaşılabilir olması gerektiğini ifade eder. Karar alma süreçleri çoğu zaman bir “kara kutu” olarak görülmekte, yani algoritmaların nasıl sonuçlara ulaştığı anlaşılmamaktadır. Bu durum, özellikle bilimsel yayınlarda kullanılan yapay zekâ sistemlerinin güvenilirliğini sorgulayan bir etik sorun olarak karşımıza çıkar. Yapay zekânın uygulama alanlarında şeffaflık ve açıklık sağlamak, hem araştırmacıların hem de okuyucuların doğru bilgiye ulaşmalarını sağlar.

Bir diğer önemli etik mesele, bilimsel yayınlarda kullanılan yapay zekâ sistemlerinin doğruluğudur. Yapay zekânın bilimsel araştırmalarda kullanımı, özellikle verilerin yorumlanması ve analizi noktasında yüksek doğruluk beklentisi taşır. Ancak, algoritmaların her zaman doğru sonuçlar üretmediği ve hata yapma potansiyelinin bulunduğu gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Borji (2023), yapay zekâ programlarının hızla ilerlemesi ve yaygınlaşmasıyla, bu teknolojinin hem fırsatlar hem de zorluklar sunduğunu vurgulamaktadır. Borji, yapay zekânın insanların iş gücündeki yerini değiştirebileceğini, toplumsal eşitsizlikleri pekiştirebileceğini ve etik sorunlar doğurabileceğini ifade etmektedir. Yapay zekânın hata yapma olasılığı, özellikle klinik ve biyomedikal araştırmalarda büyük riskler oluşturabilir. Bu nedenle, yapay zekân tabanlı analizlerin sonuçlarının, insan gözlemciler tarafından dikkatlice değerlendirilmesi ve doğruluğunun kontrol edilmesi önemlidir.

Yapay zekânın teknolojilerinin bilimsel yayınlarda etik bir şekilde kullanılması için akademik topluluğun bu alandaki sorumluluklarını yerine getirmesi gerekmektedir. Araştırmacıların, yapay zekâ uygulamalarını kullanırken etik kılavuzlara ve yönetmeliklere uygun hareket etmeleri, bilimsel şeffaflık, doğruluk ve tarafsızlık ilkelerini gözetmeleri, bu teknolojilerin toplum yararına kullanılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, yapay zekâ teknolojilerinin



BİLİMSEL YAYINLARIN YAPAY ZEKÂ PROGRAMLARI TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN LİTERATÜR İNCELEMESİ  
araştırmalarda etik kullanımı üzerine daha fazla eğitim ve farkındalık oluşturması, gelecekte bu alandaki etik sorunların daha iyi yönetilmesine yardımcı olacaktır.

## 6. Yöntem

Bu çalışmada, bilimsel yayınların yapay zekâ programları tarafından değerlendirilmesine ilişkin literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle, konuya dair mevcut araştırmaların belirlenmesi amacıyla ilgili ulusal ve uluslararası veri tabanlarında (Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar vb.) "yapay zekâ", "bilimsel yayın değerlendirme", "otomatik hakemlik sistemleri" ve benzeri anahtar kelimelerle aramalar gerçekleştirilmiştir. Belirlenen çalışmalar (2019-2024 arasındaki çalışmalar), yıllara göre dağılımı, kullanılan yapay zekâ yöntemleri, değerlendirme süreçlerindeki katkıları ve ele alınan sınırlılıkları temel alınarak incelenmiştir. Seçilen makaleler içerik analizi yöntemiyle kategorize edilip, tematik başlıklar altında özetlenmiştir. Literatür taramasında özellikle hakemlik süreçlerinde kullanılan yapay zekâ teknolojilerinin etkinliği, doğruluğu ve etik boyutları üzerinde durulmuştur. Bu yöntem, konuyla ilgili mevcut bilgi birikimini derleyerek alandaki boşlukları tespit etmeyi ve gelecekteki araştırmalar için bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

## 7. Çalışmaya İlişkin Literatür İncelemesi

Yiğit, Berşe ve Dirgar (2023), "Yapay zekâ destekli dil işleme teknolojisi olan ChatGPT'nin sağlık hizmetlerinde kullanımı" başlıklı çalışmalarında, yapay zeka programlarının sağlık sektöründe sunduğu olanakları, potansiyel sınırlamaları ve bu alandaki endişeleri detaylı bir şekilde ele almışlardır. Çalışma, ChatGPT'nin sağlık profesyonellerine bilimsel yayın hazırlama süreçlerinde, eğitim programlarının tasarlanmasında ve sağlık hizmetleri uygulamalarında çeşitli fırsatlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu teknolojinin, kişiselleştirilmiş tıbbi tedaviler geliştirme, halkın anlaşılabilir sağlık bilgilerine kolay erişimini sağlama ve böylece sağlık okuryazarlığını artırma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Klinik karar destek sistemlerinden tele-sağlık uygulamalarının geliştirilmesine, literatür taramalarından büyük veri analizlerine kadar geniş bir kullanım alanı bulunan ChatGPT, sağlık hizmetlerinde etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, yapay zekâ teknolojilerinin bu alanda yaygınlaşması etik ve hukuki zorlukları da beraberinde getirebilir. Özellikle hasta mahremiyeti ve veri güvenliği gibi kritik konularda, teknoloji geliştiricileri ile sağlık hizmeti sağlayıcıları arasında iş birliğinin artırılması ve uygun düzenlemelerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Sonuç olarak, ChatGPT gibi teknolojilerin sağlık hizmetlerindeki potansiyelini tam anlamıyla ortaya çıkarabilmek ve daha etkin sonuçlar elde edebilmek için veri temelli iyileştirmeler yapılması ve bu alandaki yenilikleri teşvik eden araştırmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

Saplıoğlu ve Uzundurukan'ın (2019) "Bilimsel çalışmalarda kullanılan bazı yapay zeka uygulamalarının ve trendlerinin incelenmesi" başlıklı çalışmasında, çeşitli bilim alanlarındaki modelleme ve optimizasyon problemlerinin çözümünde yapay zeka algoritmalarının kullanımına yönelik kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte, yeni algoritmaların optimizasyon ve modelleme çalışmalarında giderek daha fazla yer bulduğu vurgulanmıştır. Çalışmada, literatürde sıklıkla kullanılan Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi, Genetik Algoritmalar, Yapay Arı Kolonisi, Karınca Kolonisi, Diferansiyel Gelişim Algoritması, Parçacık Sürüsü, Kedi Sürüsü, Armoni Arama, Tabu Arama, Dağınık Arama ve Tepe Tırmanma algoritmaları incelenmiştir. Bu algoritmaların kullanımına dair istatistiksel veriler sunularak, yıllara göre yayın sayıları, toplam yayınlara oranları, bu algoritmaları en çok kullanan ülkelerin sıralaması, Türkiye'de bu çalışmalara katkıda bulunan üniversitelerin sıralaması ve algoritmaların yaygın olarak kullanıldığı bilim alanları hakkında bilgiler paylaşılmıştır. Ayrıca, yayınların eğilimleri Mann-Kendall testi ile analiz edilmiş ve gelecekteki yayın potansiyelleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, incelenen algoritmalar arasında yalnızca Kedi Sürüsü Algoritması dışındaki tüm algoritmalarda %95 güven aralığında artan bir trend tespit edilmiştir.

Kişi (2022), "İnsan Kaynakları Yönetiminde Yapay Zeka: Bibliyometrik Bir Analiz" başlıklı çalışmasında, 1998-2021 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında indekslenen ve İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) ile yapay zeka ilişkisini ele alan bilimsel araştırmaları bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemiştir. Performans analizi ve entelektüel yapı analizi yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışma, konuya ilişkin önde gelen ülkeleri, yazarları, dergileri ve yayınları belirleyerek araştırma eğilimlerini ortaya koymakta ve geleceğe yönelik beklentiler sunmaktadır. Çalışmanın temel bulguları, İKY'de yapay zeka konusundaki bilimsel üretimin son yıllarda önemli ölçüde arttığını, en üretken ülkelerin Çin ve ABD olduğunu, ve makalelerin büyük ölçüde Elsevier ve Emerald yayınevlerine ait dergilerde yayımlandığını göstermektedir. Araştırmada, en çok ortak atıf yapılan derginin *Expert Systems with Applications*, en çok ortak atıf yapılan yazarın ise elektronik İKY alanındaki çalışmalarıyla tanınan Stefan Strohmeier olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yapay zeka teknolojisinin personel seçimi, işe alım, performans analizi ve çalışan devrinin tahmini gibi çeşitli işlevlerde etkin şekilde kullanıldığı tespit edilmiştir. Çalışma, araştırma alanının geliştirilmesi için yapay zekanın kariyer yönetimi, ödül yönetimi, ücret yönetimi ve Yeşil İKY üzerindeki potansiyel etkilerini inceleyen araştırmalar yapılmasını önermektedir.

Kacena, Plotkin ve Fehrenbacher (2024) tarafından yapılan "The use of artificial intelligence in writing scientific review articles" başlıklı çalışma, yapay zeka (YZ) kullanımının bilimsel

BİLİMSEL YAYINLARIN YAPAY ZEKÂ PROGRAMLARI TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE  
İLİŞKİN LİTERATÜR İNCELEMESİ

inceleme makalelerinin yazım süresini kayda değer ölçüde kısalttığını, ancak daha detaylı bir bilgi doğrulama sürecini gerektirdiğini ortaya koymuştur. Çalışmada, yalnızca YZ kullanılarak yazılan metinlerde, atıfta bulunulan kaynakların %70'e kadarının yanlış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, YZ destekli yaklaşımın, intihal riskinin daha yüksek olduğunu gösteren yüksek benzerlik indekslerine yol açtığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, ChatGPT 4.0'ın Eylül 2021 olan bilgi kesme tarihi nedeniyle, bu tarihten sonra yayımlanan makalelerin YZ tarafından tanımlanması mümkün olmamış ve güncel literatürün manuel olarak sisteme entegre edilmesi gerekmiştir. Bu durum, güncel kaynaklara erişim sağlanan ikinci ve üçüncü yöntemleri eşit kılmıştır. Genel olarak, çalışma YZ'nin bilimsel makale yazımında zamanı azaltan bir araç olarak kullanılabilceğini, ancak ciddi yanlışlıklar nedeniyle tek başına yeterli olmadığını ve insan gözetiminin kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Salvagno, Taccone ve Gerli'nin (2023) çalışması, bilimsel yazımda yapay zeka tabanlı sohbet robotlarının, özellikle de OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT'nin potansiyel kullanımını ele almaktadır. ChatGPT, Generative Pre-trained Transformer (GPT) dil modeli kullanarak doğal dil girdilerini anlayan ve yanıtlayan bir yapay zeka sohbet robotudur. Bu tür araçlar, araştırmacılara ve bilim insanlarına materyal düzenleme, ilk taslak hazırlama ve metin düzeltme süreçlerinde destek olarak bilimsel yazımda faydalı birer araç olabilir. Özellikle kritik bakım tıbbi alanında bu yöntemle hazırlanmış bir yayın henüz bulunmamakla birlikte, gelecekte bu tür uygulamaların artabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, ChatGPT gibi araçların insan muhakemesinin yerini alması amaçlanmamalı ve üretilen içerik, kritik kararlar veya uygulamalara temel oluşturmadan önce uzmanlar tarafından mutlaka gözden geçirilmelidir. Ayrıca, bu teknolojilerin kullanımıyla ilişkili olarak intihal ve yanlış bilgi riski gibi etik kaygılar gündeme gelmektedir. Bunun yanında, yazılımın ücretli hale gelmesi durumunda, yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında erişim olanaklarında potansiyel bir eşitsizlik oluşabileceği de vurgulanmaktadır.

Hinojo-Lucena, vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen "Artificial Intelligence in Higher Education: A Bibliometric Study on its Impact in the Scientific Literature" başlıklı çalışmada, yapay zekanın son yıllarda kaydettiği büyük gelişmeler ve bu teknolojinin insan yaşam tarzında devrim yaratma potansiyeline vurgu yapılmaktadır. Yapay zekanın günümüzde yükseköğretim alanında kullanılmaya başlandığı belirtilirken, birçok öğretmenin bu teknolojinin kapsamı ve içeriği hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda, çalışmanın amacı, 2007-2017 yılları arasında Web of Science ve Scopus veri tabanlarında yükseköğretimde yapay zeka konusundaki bilimsel üretimi bibliyometrik bir yöntemle analiz etmektir. Çalışmada, sosyal bilimler alanındaki en önemli veri tabanlarına dayalı özelleştirilmiş

bir metodoloji kullanılmış ve örneklem, toplam 132 makaleden oluşmuştur. Elde edilen bulgular, dünya genelinde bu konuya artan bir ilgi olduğunu ve bu alandaki literatürün henüz başlangıç aşamasında bulunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yapay zekanın bir gerçeklik haline gelmiş olmasına rağmen, yükseköğretimdeki uygulamalarına ilişkin bilimsel üretimin henüz yeterince sağlam bir temele oturmadığı ifade edilmiştir.

## 8. Sonuç

Yapay zekâ, bilimsel yayınların değerlendirilmesinde önemli bir araç olabilir ancak bunun yanında bazı etik, teknik ve felsefi sorunları da beraberinde getirir. Yapay zekânın gelişmesiyle birlikte, bilimsel yayıncılığın daha hızlı, daha güvenilir ve daha objektif bir şekilde ilerlemesi mümkün olacaktır. Ancak, yapay zekânın potansiyelinden tam anlamıyla faydalanabilmek için, hakemlerinin sürece katılımı ve yapay zekânın eğitimi üzerine sürekli çalışmalar yapılmalıdır.

Yapay zekâ, özellikle makale kabul süreçlerinde insan hatalarını azaltma, değerlendirme hızını artırma ve süreçlerin şeffaflığını sağlama konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Yapay zekâ tabanlı programlar, yayınların kalitesini, özgünlüğünü ve bilimsel katkısını daha objektif bir şekilde inceleyebilme kapasitesine sahipken, aynı zamanda dergi editörlerine büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etik, güvenilirlik ve şeffaflık gibi yönlerinin daha ayrıntılı bir şekilde ele alınması gerektiği de literatürde vurgulanan önemli bir noktadır.

Yapay zekâ tabanlı yayın değerlendirme araçlarının uygulanabilirliği, halen bazı sınırlamalarla karşı karşıyadır. Literatürde, algoritmaların genellikle yalnızca metinsel verilerle çalışabilmesi, derinlemesine içerik anlayışı ve kontekstin doğru analiz edilmesi konusunda zorluklar yaşandığını göstermektedir. Ayrıca, yapay zekânın insan değerlendiricilerinin eleştirel düşünme yeteneklerini ve deneyimlerini tam olarak taklit edemediği de bir diğer önemli bulgudur. Bu sınırlamalar, özellikle karmaşık veya multidisipliner alanlarda, yapay zekânın kullanımının verimliliğini sınırlamaktadır.

Gelecekte, yapay zekân teknolojilerinin bilimsel yayın değerlendirme süreçlerinde daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için daha sofistike algoritmaların geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, insan ve yapay zekâ iş birliğinin sağlanacağı hibrit modellerin benimsenmesi, bu teknolojilerin daha verimli ve güvenilir bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, etik standartların oluşturulması ve yapay zekânın şeffaflık ile hesap verebilirlik ilkelerine uygun şekilde uygulanması, bilimsel yayın değerlendirme sistemlerinin daha sağlam ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına olanak tanıyacaktır. Gelecek çalışmalar, yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemlerinin sosyal etkilerini ve kullanıcı deneyimlerini de dikkate alarak bu alandaki boşlukları doldurmalıdır.

BİLİMSEL YAYINLARIN YAPAY ZEKÂ PROGRAMLARI TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE  
İLİŞKİN LİTERATÜR İNCELEMESİ

**Yazar Katkı Oranı (Author Contributions):** Ekrem CAN (%100)

**Yazarların Etik Sorumlulukları (Ethical Responsibilities of Authors):** Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

**Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest):** Çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**İntihal Denetimi (Plagiarism Checking):** Bu çalışma intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir.

## KAYNAKÇA

- Adila, P., Rizqi, D., Darmayanti, R., Sugianto, R., Choirudin, C., & Muhammad, I.(2023). Problem Solving Analysis Through Tests in View of Student Learning Achievement. *Ijles*, 53-63.
- Angraini, L. M., Alzaber, A., Sari, D. P., Yolanda, F., & Muhammad, I. (2022). Improving Mathematical Critical Thinking Ability Through Augmented Reality-Based Learning. *Aksioma: Journal of Mathematics Education Study Program*, 11(4): 3533.
- Borji, A. (2023). A categorical archive of ChatGPT failures. arXiv preprint arXiv:2302.03494
- Gordijn, B. & Have, H.T. (2023). ChatGPT: evolution or revolution?. *Med Health Care and Philos* 26: 1–2.
- Hinojo-Lucena, F. J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M. P., & Romero-Rodríguez, J. M. (2019). Artificial intelligence in higher education: A bibliometric study on its impact in the scientific literature. *Education Sciences*, 9(1): 51.
- Hovy, D. & Prabhumoye, S. (2021). Five sources of bias in natural language processing. *Language and Linguistics Compass*, 15(8), e12432.
- Hutson M. (2022). Could AI help you to write your next paper? *Nature Nature Research*. 611:192–3.
- Kacena, M. A., Plotkin, L. I., & Fehrenbacher, J. C. (2024). The use of artificial intelligence in writing scientific review articles. *Current Osteoporosis Reports*, 22(1): 115-121.
- Kişî, N. (2022). İnsan kaynakları yönetiminde yapay zeka: bibliyometrik bir analiz. *Journal of Research in Business*, 7(2): 490-514.
- Salvagno, M., Taccone, F. S., & Gerli, A. G. (2023). Can artificial intelligence help for scientific writing?. *Critical care*, 27(1): 75.
- Saplıoğlu, K. & Uzundurukan, S. (2019). Bilimsel çalışmalarda kullanılan bazı yapay zeka uygulamalarının ve trendlerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(1): 249-262.
- Yiğit, S., Berşe, S. & Dirgar, E. (2023). Yapay zekâ destekli dil işleme teknolojisi olan ChatGPT'nin sağlık hizmetlerinde kullanımı. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 7(1): 57-65.