

## Sürdürülebilir Kalkınma ve Dijitalleşmeyle Birlikte Ortaya Çıkan Meydan Okumalar\*

Hilal KUVVETLİ YAVAŞ, İstanbul Arel Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman (İngilizce), Dr. Öğr. Üyesi, hilalkuvvetliyavas@arel.edu.tr, 0000-0002-9066-4358

### ÖZ

İnsanlık karmaşık sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. 2010'lu yıllarda mevcut sorunlara yönelik artan çözüm arayışları yeşil ve dijital dönüşümü hedefleyen politika gündemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Birleşmiş Milletler 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını (SKA) ortaya koymuş ve uluslararası alanda etkili bir politika çerçevesi meydana getirmiştir. Aynı dönemde farklı ülkelerin yeşil ve dijital dönüşümü merkeze koyan açılımları arasında belki de en çok öne çıkanı, 2011 yılında Almanya'da, yeni yıkıcı dijital teknolojilerle endüstriyel üretimin, istihdamın yapısını ve küresel konfigürasyonunu önemli ölçüde değiştirebilecek yaklaşımıyla Endüstri 4.0 olmuştur. Endüstri 4.0'a karşılık 2016 yılında Japonya Toplum 5.0 açılımını ortaya koymuştur. 2021 yılında ise Avrupa Birliği, Toplum 5.0 söylemi ile uyumlu olan Endüstri 5.0 kavramı ile yeni bir gündem oluşturmuştur. Bu yaklaşımlarda dijitalleşme ve dijital dönüşüm mevcut çok yönlü ekonomik ve sosyal sorunların çözümüne yönelik olarak merkezi bir konumda yer almaktadır. Öte yandan, dünyada dijitalleşmenin mevcut seyri, bahsi geçen açılımların öngördüğünün aksi yönde sonuçlar da üretmektedir. Dijital dönüşümün sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması etkili bir araç olabilmesi için dijitalleşmeden kaynaklanan mevcut sorunların anlaşılması gerekmektedir. Bu çalışmada, sürdürülebilir kalkınma, dijitalleşme, dijital dönüşüm kavramları, Endüstri 4.0, Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 kavramları ele alınmış ve ilgili dokümanlar analiz edilmiştir. Ardından mevcut dijitalleşme trendinin sosyal ve çevresel yansımaları ve neden olduğu meydan okumalar değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Sürdürülebilir Kalkınma, Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm, Toplum 5.0, Endüstri 4.0, Endüstri 5.0

## Sustainable Development and the Challenges Emerging with Digitalization

### ABSTRACT

Humanity faces complex social, economic and environmental problems. Increasing search for solutions to existing problems in the 2010s led to the emergence of policy agendas targeting green and digital transformation. The United Nations introduced the Sustainable Development Goals (SDGs) in 2015 and created an internationally effective policy framework. Among the initiatives of different countries that put green and digital transformation at the center during the same period, perhaps the most prominent one was Industry 4.0 in Germany in 2011, with its approach that would fundamentally change

\* 14.04.2023 tarihinde, online olarak gerçekleştirilen International Conference of Society 5.0 konferansında yazar tarafından sözlü olarak sunulmuştur.



*the structure and global configuration of industrial production and employment with new disruptive digital technologies. In response to Industry 4.0, Japan introduced Society 5.0 in 2016. In 2021, the European Union has created a new agenda with the concept of Industry 5.0, which is compatible with the Society 5.0 discourse. In these approaches, digitalization and digital transformation are in a central position for solving current multifaceted economic and social problems. On the other hand, the current course of digitalization in the world also produces results opposite to those predicted by the mentioned initiatives. In order for digital transformation to be an effective tool for achieving sustainable development, it is necessary to understand the current problems arising from digitalization. In this study, the concepts of sustainable development, digitalization, digital transformation, Industry 4.0, Society 5.0 and Industry 5.0 were discussed and relevant documents were analyzed. Then, the social and environmental reflections of the current digitalization trend and the challenges it caused were evaluated.*

**Keywords** : Sustainable Development, Digitalization, Digital Transformation Society 5.0, Industry 4.0, Industry 5.0

## EXTENDED ABSTRACT

### Purpose

Human race faces various threats caused by complex and strongly interrelated social, economic and environmental problems. In addition to many environmental problems from anthropogenic climate change to deforestation, from desertification to plastic pollution, increasing economic and social inequalities, social insecurities, economic and political instabilities threaten the future of the rapidly increasing human population. However, the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) framework offers a strong perspective to policy makers and all relevant political, social and economic actors for transforming the societies and tackling the complex set of problems of human race. As a matter of fact, various countries have announced plans and strategies targeting green and digital transition (twin transition) by making use of new digital technologies in order to achieve sustainable development. For instance, Industry 4.0, which was announced in Germany in 2011, is a high-tech strategy aimed increasing the innovation capacity, efficiency and flexibility of business and the whole economy via digital technologies such as artificial intelligence (AI), internet of things (IoT), additive manufacturing, cloud technologies. Another significant attempt came in 2016, Japan introduced Society 5.0 with the principle of "super smart society" based on digital technologies which is highly compatible with sustainable development goals, relying on the core elements of human-centricity, sustainability and resilience. Another twin transformation strategy was introduced in 2021 by the European Union which is called Industry 5.0 and based on green and digital transition, aiming to combine human-centricity and techno-centricity approaches. It is asserted that the Industry 5.0 approach is beyond Industry 4.0's technocentric approach that neglects the social dimension of transition. In this

context, Industry 5.0 concept has started to be discussed in Europe as a new industrial paradigm which is more inclusive.

All these twin transition focused strategies depend on digitalization and digital transformation as a key enabler for achieving sustainable development and SDGs as well. However, neither digital technologies nor the current trend of digitalization is environmentally and socially neutral in terms of sustainable development. Digital technologies and digitalization are -so to speak- accepted as the golden key which will pave the way for sustainable future. However, neither new digital technologies nor digitalization are neutral key enabler and incumbent for achieving sustainable development. The main purpose of this study is to draw attention to the current and potential problems emerging with digitalization particularly in terms of socially and environmentally.

### **Design and Methodology**

In this study, the concepts of sustainable development, twin transition, digitalization with related concepts, such as Industry 4.0, Society 5.0 and Industry 5.0 were evaluated in the section of conceptual framework. The twin transition strategies of Industry 4.0, Society 5.0 and Industry 5.0 were evaluated by examining the discourses and arguments in the relevant official documents and some selected studies from the literature. In the successive section, current and potential social and environmental problems and threats regarding the current trend of digitalization were discussed in general by making use of the relevant literature, different international and national institutions reports and publicly available data.

### **Findings**

There are a number of social challenges such as compensating the potential job losses caused by digitalization with new jobs, overcoming the digital gaps in the pursuit of skill development and re-skilling, uncertainties awaiting the female workforce with digitalization, carbon footprint of digital technologies and so on. Social impacts of digitalisation includes skills mismatch and job losses, blurring of employment relationship, declining quality of jobs, insecurity, digital divide, digital gender inequality which were examined under the headings of social isolation and work-life balance. In addition to the positive effects of digitalization such as creating new jobs and increasing economic inclusion potential through flexible forms of employment; digitalization combined with automation eliminates jobs which require low qualifications and decreases job quality and earnings for vulnerable groups, increase insecurity, and reduce the bargaining power of employees even in sectors requiring high qualifications. With the development of monitoring and tracking systems, some negative psycho-social and also economic impacts are emerging, such as problems in work-life balance, employee performance evaluations using algorithms and creativity losses caused by social isolation due to remote working. In addition, for catching up with the speed of digitalization, institutional and legal innovations are strongly required for preventing the violations of

employee rights, eliminating insecurities, and providing social protection in new forms of employment. The need for institutional and legal system innovations regarding the social aspects is actually a huge necessity of the digitalization trend.

The environmental impacts of digitalization were discussed as first-order (direct) impacts, second-order (indirect) impacts and third-order (systemic) impacts. First-order (direct) impacts include emissions from the production, use and disposals of ICT products, equipments and services such as the material and energy demand of ICT and digital products and systems throughout the product life cycle. Second-order (indirect) impacts of digitalization can be expressed as ICT-induced changes in consumption and production patterns in areas other than ICT and the environmental consequences of these changes. Indirect impacts of ICTs mostly arise from ICT applications which increase the efficiency of other production factors and systems, which also reduce environmental impacts of productions factors and systems across societies. Third-order (systemic) impacts of digitalization include the consequences of the widespread use of digital technologies and the medium and long-term changes in economic behavior and structure. These impacts are related to the possible increases in energy consumption as the development and widespread use of digital technologies which is call rebound effect, defining the potential energy savings partially or completely ineffective. Obviously, the current digitalization trade is not neutral in terms of environment and has significant negative environmental impacts as well as social impacts.

### **Research Limitations**

The most important limitation of this study is the probability that digitalization may have other social and environmental impacts than those included in this study. The negative social and environmental impacts included in this study are limited to the results of the literature review and desk research. Different in-depth qualitative and quantitative studies may reveal different negative social and environmental consequences of digitalization that are not included in this study. It is suggested that a strong institutional and political innovation is needed in line with the sustainable development perspective in order to eliminate the negative social and environmental impacts caused by digitalization, but there is no clear policy set proposals.

### **Implications**

Digital technologies and digitalization may be considered as key enablers for achieving sustainable development, but also they are bringing many multidimensional disadvantages and risks to societies in the absense of sustainable development oriented political and institutional structures, policies and international cooperation. As a generic and a key technology set, digital technologies-driven transition must be directed according to the three

pillars of sustainable development framework. It is undoubtedly possible and necessary to determine the direction and speed of digitalization with the policies fitting the sustainable development framework. First and foremost, Society 5.0's and Industry 5.0's so-called human-centric, sustainability and resilience-oriented approaches require policies which eliminate the current dynamics that cause those problems mentioned above. Hence, understanding and assessing the social and environmental impacts of digitalization is a huge need not just for policy makers but also for all the concerning actors – academics, business and civil society. Therefore, it is necessary to have a comprehensive understanding of the problems related with digitalization for implementing effective policies and governance mechanisms at global, regional and national scales. Public policies and the legal frameworks must catch the speed of digitalization must be agile and proactive for deciding and implementing the appropriate policies needed to achieve sustainable development.

## Value

Each of the social and environmental problems emerging with digitalization can be the subject of theoretical and applied research separately for each country and/or region. First and foremost, for tailoring the most suitable public policies, understanding and assessing the current trend of digitalization comprehensively is the basic need. In this study, it is aimed to draw the attention of all relevant actors and researchers to this issue and to inspire future relevant studies.

## GİRİŞ

İnsanlık karmaşık sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Ekonomik ve politik istikrarsızlıklar, artan sosyo-ekonomik eşitsizlikler, cinsiyet eşitsizliği, işsizlik ve güvencesizlik, kimi bölgelerde hızla artan nüfusa karşılık kimi bölgelerde yaşanan nüfus, antropojenik iklim değişimi, mevcut üretim ve tüketim sisteminin neden olduğu çok boyutlu çevresel yıkım, bugünkü ve gelecekteki nesillerin ufkunu karartan temel ortak küresel sorunlardır. Bu çok boyutlu ve karmaşık sorunlara yönelik çözüm arayışlarının evrensel ve kapsayıcı bir yansıması olarak sürdürülebilir kalkınma gündemi ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) Birleşmiş Milletler'in ortaya koyduğu çok boyutlu ve güçlü bir politika ajandasıdır. 2010'lu yıllarda mevcut sorunlara yönelik artan çözüm arayışları, yeni yıkıcı dijital teknolojileri, dijitalleşme ve dijital dönüşümü ve nihayet Dördüncü Sanayi Devrimi tartışmalarını merkeze almıştır. Dijital teknolojilere dayalı yeşil dönüşüm (ikiz dönüşüm), çeşitli ülkelerin yeni strateji ve planlarında yer almıştır.

Uluslararası örgütler, sürdürülebilir kalkınma için dijital teknolojilerin merkezi rolünü kritik bir gündem olarak benimsemiştir. Farklı ülkelerin dijital dönüşümü merkeze koyan açılımları arasında belki de en çok öne çıkanı, yeni yıkıcı dijital teknolojilerle endüstriyel üretimin, istihdamın yapısını ve küresel konfigürasyonunu temelden değiştirebilecek yaklaşımıyla Endüstri 4.0 olmuştur. Endüstri 4.0'ın teknoantrik söylemine karşılık

Japonya'nın 2016 yılında ilan ettiği Toplum 5.0 açılımı, insan-merkezli dijital dönüşüm ve süper akıllı toplum yaklaşımıyla bilimsel ve politik arayışları etkilemiştir. Son olarak, Avrupa Birliği (AB) 2021 yılında Toplum 5.0 yaklaşımı ile uyumlu Endüstri 5.0 kavramı ile yeni bir gündem oluşturmuştur. Endüstri 5.0, endüstriyel üretim ve örgütlenmenin toplumsal hayattaki önemini vurgulayan, toplumsal kavrayışı görece güçlü bir dijital dönüşüm anlayışı üzerine kuruludur. Bütün bu yaklaşımlarda dijitalleşme ve dijital dönüşüm mevcut çok yönlü ekonomik ve sosyal sorunların çözümüne yönelik olarak merkezi bir konumda yer almaktadır. Öte yandan, dünyada dijitalleşmenin mevcut seyri, bahsi geçen çeşitli strateji ve planların öngördüğünün aksi yönde sonuçlar da üretmektedir. Dijitalleşmenin ülkeler arasında ve ülkelerin içinde neden olduğu olumsuz etkilerin dikkatli bir şekilde incelenmesi, sürdürülebilir kalkınma amacına dönük dijital dönüşüm arayışlarının söylem olarak kalmaması bakımından son derece önemlidir. Dijitalleşmenin yönünün, hızının uygun politikalarla belirlenmesi kuşkusuz mümkündür. Dolayısıyla küresel, ulusal ve yerel ölçeklerde etkin politikalar ve yönetim mekanizmaları için dijitalleşmenin neden olduğu sorunları güçlü bir şekilde kavramak gerekmektedir. Bu çalışmada, sürdürülebilir kalkınma, dijitalleşme, Endüstri 4.0, Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 kavramları incelendikten mevcut dijitalleşme trendinin sosyal ve çevresel yansımaları ve neden olduğu meydan okumalar ele alınacaktır. Endüstri 4.0, Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 kavramları, ilgili resmi dokümanlardaki söylem ve argümanların incelenmesi ve bahsi geçen kavramlara odaklı literatürden seçilmiş çalışmaların analizleri ile değerlendirilecektir. Bahsi geçen strateji belgelerinin odağında yer alan dijitalleşmeye ilişkin dijitalizasyon, dijitalleşme, dijital dönüşüm ve otomasyon kavramlarının açıklanmasının ardından mevcut dijitalleşme olgusunun sosyal ve çevresel yansımaları yine ilgili literatürde yer alan çalışmalar ve kamuya açık veriler üzerinden gerçekleştirilecektir.

Küresel ölçekte hayatın her alanına nüfuz etme potansiyeli olan yani jenerik teknolojiler olarak adlandırılacak dijital teknolojiler, rekabet gücünün ve sürdürülebilirliğin altın anahtarı olarak tartışılırken aslında birçok sosyal ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Ekonomik, sosyal ve çevresel politikalar, hukuki ve kurumsal yapılar ve örgütlenmeler, uluslararası işbirliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma amaç ve hedeflerine odaklanmadığı ve dijital dönüşüm de bu kapsamda yönlendirilmediği takdirde mevcut sosyal, çevresel ve ekonomik sorunlar başka biçimler alarak derinleşmeye devam edecektir.

Bu çalışmada dijitalleşmeyle bağlantılı mevcut çevresel ve sosyal sorunlar, ilgili literatürün taranmasıyla yapılan bir derleme çalışması ile ele alınmıştır. Dijitalleşme kaynaklı ya da bir biçimde dijitalleşmeyle derinleşen bazı sosyal ve çevresel sorunlar, her bir ülke ve/veya bölge için ayrı ayrı birer teorik ve uygulamalı araştırmanın konusu olabilecek niteliktedir. Zaman için sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesi ile uyumlu bir gelişme

potansiyelinin dışlanması mümkün olmasa da bu çalışmada değerlendirilen bir çok araştırma mevcut dijital dönüşüm trendini işgücü piyasalarında iş kaybından, güvencesizliğe, mental sorunlardan sosyal izolasyon ve dışlanmaya kadar geniş bir sosyal problemler yumağı ile ilişkilendirmektedir. Mevcut dijitalleşme trendi, dijital karbon ayak izinden küresel ölçekte hızla artan e-atıklara kadar birçok zorluğu da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada genel hatlarıyla ele alınan sorunlar, mevcut politik, kurumsal ve hukuki yapıları dijitalleşmeyle birlikte ürettiği sorunları tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabilir. Nitekim bu çalışmanın temel amacı, rekabet gücü ve dönüşüm için altın anahtar olarak sunulan dijitalleşmeyle derinleşen mevcut ve potansiyel sorunlara, özellikle kırılgan toplumsal gruplara ve çevresel etkilere dikkat çekmek ve ilgili araştırmalara ilham vermektir.

## 1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 1.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, 1987 yılında Ortak Geleceğimiz Raporu ile Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından ortaya konulmuş ve şu şekilde tanımlanmıştır: “Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılamasına engel olmaksızın bugünkü nesillerin ihtiyaçları karşılamasını sağlayan kalkınma” (World Commission On Environment And Development [WCED], 1987, s. 41). Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları ile kapsamlı ve çok yönlü bir dönüşüme işaret etmektedir. Üç boyutuyla sürdürülebilir kalkınma gündemi, Birleşmiş Milletler'in (BM) Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development ile ortaya koyduğu SKA, 17 ana amaç, 169 hedef ve çeşitli göstergelerle ortaya konulmuştur (United Nations, 2015, s. 1). SKA “(1) Yoksulluğa Son, (2) Açlığa Son, (3) Sağlık ve Kaliteli Yaşam, (4) Nitelikli Eğitim, (5) Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, (6) Temiz Su ve Sanitasyon, (7) Erişilebilir ve Temiz Enerji, (8) İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, (9) Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı, (10) Eşitsizliklerin Azaltılması, (11) Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, (12) Sorumlu Üretim ve Tüketim, (13) İklim Eylemi, (14) Sudaki Yaşam, (15) Karasal Yaşam, (16) Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar, (17) Amaçlar için Ortaklık” şeklindedir (United Nations, 2015, s. 18).

2015 yılında SKA'nın benimsenmesi, mevcut ekonomik modeli artan maliyeti ve iklim değişikliğinin etkisi, sürdürülebilir kalkınmayı öncelikli gündem haline getirmiştir (Schneegans vd., 2021, s. 9). Bu çerçevede, çeşitli gelişmiş ülkelerin ortaya koyduğu Endüstri 4.0, Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 gibi kavramlar ve stratejiler, akademi, iş dünyası ve politika yapımcıların gündeminde yerini almıştır. Farklı şekillerde adlandırılan stratejilerde genel olarak var olan ortak nokta, yeşil ve dijital dönüşüm yani ikiz dönüşümdür. İkiz dönüşüm kavramı, son yıllarda ortaya konulan resmi dokümanlar arasında yer aldığı en önemli belge Avrupa Birliği'nin (AB) 2019 yılında ilan ettiği Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda olmuş, bu belgede –ikiz-yeşil ve dijital dönüşüm meydan okuması (twin challenge) şeklinde ifade edilmiştir (European Commission, 2019, s. 7). Yeşil Mutabakat'ın ardından AB'nin 2020 Yeni Endüstriyel Stratejisinin 2021 yılındaki güncellenmesinde yeşil ve dijital dönüşümü ifade eden bir kavram

olarak ikiz dönüşüm biçiminde ortaya konulmuştur (European Commission, 2021a, s. 1). İkiz dönüşüm kavramı, dijitalleşmenin yeşil dönüşüm için en önemli anahtar unsur olduğuna vurgu yapmakta, aynı zamanda dijitalleşmenin yeşil dönüşüm yönünde yönlendirilmesine işaret etmektedir.

Endüstri 4.0'ın amacı, Kagermann ve Wahlster'a göre (2022, s. 3), ekolojik olarak kaynak ve enerji verimliliğidir ve bunun için gerekli olan ekonomik büyümeyi kaynak tüketiminden ayıran döngüsel bir ekonomi oluşturma potansiyeline sahiptir. Toplum 5.0 kavramı ise bir adım öteye geçerek insan-merkezli, süper akıllı toplum amacı ile sürdürülebilir kalkınma ve 2030 SKA'yı güçlü bir şekilde kavrama iddiasındadır (Government of Japan, 2016, s. 7; Nakanishi & Kitano, 2018, s. 8; Harayama & Fukuyama, 2017, s. 9; Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022, s. 3445; Audrey & Paksi, 2022, s. 456; Holroyd, 2022, s. 19; Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 7; Xu, vd., 2021, s. 533). 2021 yılında Avrupa Komisyonu'nun ortaya koyduğu Endüstri 5.0 "insan odaklılık, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık" üzerine kurulu perspektifi ile sürdürülebilir kalkınma ve SKA'yı hedeflemektedir (Breque vd., 2021, s. 22). Dijitalleşme ve dijital dönüşüm, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için son derece kritik bir konuma yerleştirilmiştir.

## 1.2. Dijital Teknolojiler, Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm

Bilgi birimlerini depolamanın, işlemenin veya iletmenin herhangi bir yolu olarak bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), 1980'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan son derece geniş bir kavramdır (Creutzig, vd., 2022, s. 481). Bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı olan dijital teknolojiler, bilgiyi bir üretim faktörü olarak kullanmaktadır (Zhang, vd., 2023, s. 2). Dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramlarının son yıllarda çok sık kullanılır hale gelmesinin nedeni, dijital teknolojilerin ekonomik rekabet gücü için hayati önem taşımasıdır (Schneegans vd., 2021, s. 8).

Dijitalleşme, verimliliği ve yeniliği yönlendirmek için ürün ve hizmetleri dijital bir formata dönüştürmek (dijitizasyon) için dijital teknolojilerin kullanılması; dijital dönüşüm ise ekonomilerin, kurumların ve toplumun dijital ürünler, hizmetler ve iş modelleri üzerinden sistem düzeyinde yeniden yapılandırılmasıdır (United Nations Environment Programme [UNEP], 2022, s. 44). Dijitizasyon, bilginin bir sıfırlar ve birler dizisine indirildiği nispeten yeni bir bilgi depolama biçimidir (Creutzig, vd., 2022, s. 481). Dijitalleşme ise bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) güdümlü toplumsal değişimdir (Bieser & Hilty, 2018b, s. 1). Dijitalleşme BİT'in (bilgisayarlar, telefonlar, sunucular gibi donanımların yanı sıra bilgisayar programları ve mobil uygulamalar) benimsenmesi yoluyla daha genel olarak iş dünyasında ve toplumda analogdan dijital bilgiye geçişe işaret etmektedir (European Parliament, 2021, s. 8). Dijital dönüşüm ise dijital teknolojilerin iş hayatı, kamu yönetimi, özel hayat gibi tüm alanlarda yaygın kullanımı ve siber-fiziksel sistemlerin entegrasyonu yoluyla özel yaşamdan kamu



yönetimine, endüstriyel yapıdan istihdama kadar toplumun birçok yönüyle değişimini ifade etmektedir (Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 12). Dolayısıyla dijitalizasyon, dijitalleşme ve çok daha geniş bir kavram olarak dijital dönüşüm halihazırda yaşanmakta ve şekillenmekte olan teknolojik ve toplumsal olgulardır. Oluş halinde olan bu dönüşümün yeşil dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde şekillendirilmesi son zamanlarda birçok ülkenin stratejilerinde yerini almaktadır. Bugün, ekonominin dijitalleştirilmesi ve yeşillendirilmesi, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen ikiz kavramlar (ikiz dönüşüm) olarak kabul edilmekte, dijital teknolojilerin dönüşümde anahtar unsur olduğu (European Commission, 2019, s. 7), dijital teknolojilerin 2030 Gündemi ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına yönelik kazanımlar sağlayacağı öne sürülmektedir (Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022, s. 3446; Camodeca & Almici, 2021, s. 1; Miskiewicz, 2022, s. 4; Mondejar, vd., 2021, s. 16; International Telecommunication Union [ITU], 2021).

### 1.3.Endüstri 4.0

Endüstri 4.0, geleneksel endüstrilerin nesnelere interneti, veriler ve hizmetler ile dönüşümünü ve ekonomide bir paradigma değişimini ifade etmektedir (Kagermann, vd., 2016, s. 5). Endüstri 4.0 (E4.0), yapay zeka (AI), nesnelere interneti (IoT), robotik, bulut teknolojisi ve blockchain gibi hızla gelişen dijital teknolojilere dayanarak endüstri sektörünü dönüştürmeyi üreticilerin üretkenliğini, verimliliğini ve karlılığını artırmayı amaçlamaktadır (Carayannis vd., 2023, s. 1; De Felice vd., 2021, s. 1; Maddikunta, vd., 2022, s. 1; Chen vd., 2020, s. 1; Mondejar, vd., 2021, s. 13; Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 4). Endüstri 4.0 kavramı, sadece doğrudan üretimle sınırlı değildir, aynı zamanda tedarikçilerden müşterilere ve tüm işletme fonksiyonları dahil olmak üzere tüm değer zincirini içermektedir (Rojko, 2017, s. 87). Endüstri 4.0'daki ana ilke, yaşam döngüsü boyunca birbirini kontrol edebilen cihazları birbirine bağlayarak ve imalat endüstrisini akıllı hale getirerek süreç otomasyonunun sağlanması yani üretim sürecinde insan müdahalesinin azaltılmasıdır (Maddikunta, vd., 2022, s. 2). Dolayısıyla enformasyon ve bilgilerin dijitalizasyonu ve dijital teknolojilerin kullanımı ile üretimde otomasyonun ve verimliliğin artırılmasını hedeflemektedir. Otomasyon kavramı, dijitalizasyon, dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramlarından farklı bir kavram olarak üretimde insan gücü kullanımının azaltılması ve minimize edilmesi anlamına gelmektedir. Dijital teknolojilerin veri işleme ve çok çeşitli görevlerde kullanma gücü, otomasyon olgusunun derinleşmesi ve genişlemesine el vermektedir.

2008 küresel mali ve ekonomik krizinin patlak vermesinin ardından 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda ilk defa ortaya konulan Endüstri 4.0, Alman hükümetinin endüstrinin gelişimini destekleyen stratejik bir girişimidir (Rojko, 2017, s. 80; Breque vd., 2021, s. 5; Xu, vd., 2021, s. 532). Endüstri 4.0 paradigması, daha yüksek verimlilik ve üretkenlik elde etmek ve ülkelerin küresel pazardaki rekabet gücünü artırmak için başarılı bir proje olarak kabul edilmiştir (Carayannis vd., 2023, s. 11; Kovacs, 2018, s. 140).

Ancak bazı yazarlara göre Endüstri 4.0 kavramına insan refahına yönelik bir değer boyutun eklenmesine ihtiyaç vardır (Tavares vd., 2022, s. 7) çünkü Endüstri 4.0, Taylorist yaklaşımın aşırı bir versiyonunu benimseyerek daha yüksek verimlilik elde etmeyi amaçlayan teknoloji odaklı; insan, toplum, çevre ve iklim merkezli olmayan bir girişim niteliği taşımaktadır (Carayannis vd., 2023, s. 7; Sulkowski, vd., 2021, s. 2; Xu, vd., 2021, s. 530).

Tablo 1’de Endüstri 4.0 teknolojilerini özetlenmiştir (Bai, vd., 2020, s. 3). Eklemeli üretim, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, otonom robotlar (robotik), büyük veri ve analitik, blockchain, bulut, kobotik sistemler, endüstriyel nesnelerin interneti gibi teknolojiler Endüstri 4.0 teknolojileri arasında yer almaktadır. Endüstri 4.0 teknolojileri, fiziksel ve dijital teknolojiler olarak gruplandırılabilir: Fiziksel teknolojiler temel olarak eklemeli üretim, sensörler ve dronlar iken dijital teknolojiler temel olarak bulut bilgi işlem, blok zinciri, büyük veri analitiği ve simülasyon gibi modern bilgi ve iletişim teknolojilerini ifade etmektedir (Bai, vd., 2020, s. 3).

**Tablo 1:** Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Tanımları

<b>Teknoloji</b>	<b>Tanım</b>
Eklemeli üretim (3D yazıcı)	bir dizi ek veya katmanlı geliştirme çerçeveleri kullanarak üç boyutlu (3B) katı nesnelere oluşturan bir üretim teknolojisidir.
Yapay zeka	insan gibi çalışan ve tepki veren akıllı makinelerin yaratılmasını vurgulayan bir bilgisayar bilimi alanı.
Artırılmış gerçeklik	gerçek dünya deneyimini geliştirmek için bilgisayar tarafından oluşturulan görüntü, ses ve diğer efektlerin yeteneklerini alan bir tür etkileşimli, gerçekliğe dayalı görüntüleme ortamı.
Otonom robotlar (robotik)	üretimde insan eylemlerini kopyalamak için kullanılan teknoloji.
Büyük veri ve analitik	geleneksel veri madenciliği ve işleme teknikleri içgörülerini ortaya çıkarmadığında kullanılan büyük hacimli verileri analiz etme stratejisini ifade eder ve
Blockchain	yeni şifreleme kullanarak sürekli büyüyen bir kayıt listesi tutan dağıtılmış bir veritabanı
Bulut	bir bulut bilgi işlem sağlayıcısından sağlanan ve erişilen herhangi bir BT hizmetini ifade eder.
Kobotik sistemler	paylaşılan bir çalışma alanında insanlarla fiziksel olarak etkileşime girmeyi amaçlayan bir robottur.
Siber güvenlik	bilgilerin çalınmasını, tehlikeye atılmasını veya saldırıya uğramasını önlemek için kullanılan önleyici yöntemler.
İnsansız hava aracı	içinde insan pilot bulunmayan hava taşıtlarıdır ve genellikle dron olarak bilinir.
Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS)	Dünya'nın yörüngesinde hassas sinyaller ileten bir grup uydu tarafından mümkün kılınan, kullanıcıya doğru konum, hız ve zaman bilgilerini hesaplamasını ve görüntülemesini sağlayan teknoloji.
Endüstriyel Nesnelerin İnterneti	üretim ve endüstriyel süreçlerin geliştirilmesi için nesnelerin interneti bağlantısı aracılığıyla çeşitli donanımların birlikte çalışmasını sağlayan teknolojiler.
Mobil Teknoloji	kablosuz cihazlara dayalı kablosuz iletişim teknolojisi entegrasyonudur.
Nanoteknoloji	makro ölçekli ürünlerin üretimi için tek tek atomları ve molekülleri kontrol eden teknolojiler.
Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisi (RFID)	nesnelere otomatik olarak izlemek ve tanımlamak için bir nesne ile okuyucu cihaz arasında kablosuz iletişimi kullanan teknolojiler.
Sensörler ve aktüatörler	fiziksel bir uyarana (ısı, ışık, ses, basınç, manyetizma veya belirli bir hareket gibi) yanıt veren ve bir dürtü ileten (ölçme veya bir kontrolü çalıştırma gibi) teknolojiler.
Simülasyon	gerçek dünyadaki bir sürecin veya sistemin taklidi için bilgisayarı kullanan teknolojiler.

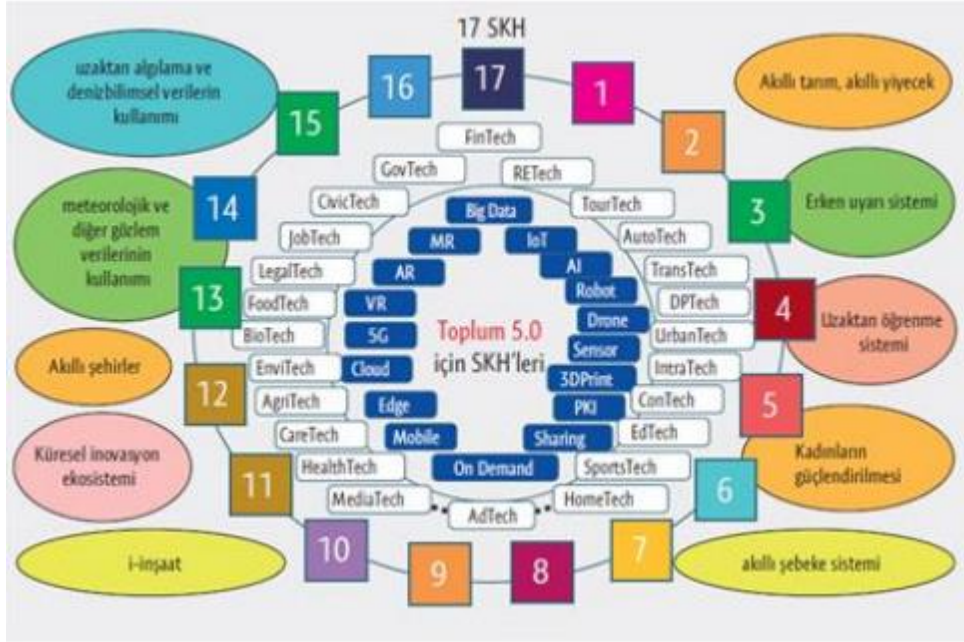
## 1.4.Toplum 5.0

Toplum 5.0 ile ikiz dönüşümü güçlü bir şekilde benimsediğini ortaya koyan (Schneegans vd., 2021, s. 11) Japonya'nın Beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planı ile ilk kez resmi olarak sunulan Toplum 5.0 kavramı (Nakanishi & Kitano, 2018, s. 8), Japonya hükümetinin, Avrupa'nın "Endüstri 4.0", Çin'in "Made in China", Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) "Gelişmiş İmalat Ortaklığı" gibi sosyo-teknolojik planlarına yanıtıdır (Government of Japan, 2016, s. 12-13; Fukuda, 2020, s. 1; Roblek, vd., 2020, s. 19). Toplum 5.0 kavramı, insan merkezli, sürdürülebilir ve esnek yenilikler üretmek için bireyler, toplum ve teknoloji arasındaki ilişkilerin yeniden tanımlanmasına dayanmaktadır (Carayannis vd., 2023, s. 8; De Felice vd., 2021, s. 23). Bu yeni toplum modeli, Endüstri 4.0 teknolojisine dayanmaktadır (De Felice vd., 2021, s. 24; Audrey & Paksi, 2022, s. 453; Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 7). Toplum 5.0, nesnelerin interneti, yapay zeka ve robotik gibi teknolojilerle şekillenen dijitalleşmenin insan ve toplum merkezli bir dönüşümde bir araç olduğu yeni bir toplum inşasını hedefleyen geniş bir kavramdır (Harayama & Fukuyama, 2017, s. 10; Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 1). Toplum 5.0'ın temel hedefleri aynı zamanda SKA'dır (Nakanishi & Kitano, 2018, s. 8; De Felice vd., 2021, s. 1; Narvaez-Rojas, vd., 2021, s. 12). En önemli amaç, insan ve teknoloji arasındaki ilişkinin potansiyelini artırmak ve süper akıllı bir toplum aracılığıyla insanların yaşam kalitesinin iyileştirilmesini teşvik etmektir (De Felice vd., 2021, s. 25).

Japonya'nın, azalan işgücü verimliliği, azalan doğum oranı, yaşlanan nüfusu ve bozulan altyapısı, artan sosyal güvenlik maliyetleri, endüstriyel rekabetçiliğin kapsamlı bir şekilde güçlendirilmesi ihtiyacı, bilimsel ve teknolojik üretim ve inovasyonda zayıflık eğilimi, güvenilir, ucuz enerji ve kaynak arzı ihtiyacı (özellikle Büyük Doğu Japonya Depreminden sonra) gibi sorunlarına çare arayışıdır (Government of Japan, 2016, s. 4; Carraz & Harayama, 2018, s.40; Nakanishi & Kitano, 2018, s. 2; Harayama & Fukuyama, 2017, s. 9; Hayashi, 2019, s. 24; Mourtzis vd., 2022, s. 2; Fukuda, 2020, s. 1). Toplum 5.0 kavramı, Plan'da, "süper akıllı toplum" olarak açıklanmıştır (Nakanishi & Kitano, 2018, s. 8). Süper akıllı bir toplum şu şekilde karakterize edilmiştir: "Gerekli mal ve hizmetleri ihtiyacı olan insanlara gereken zamanda ve doğru miktarda sağlayabilen bir toplum; çok çeşitli sosyal ihtiyaçlara tam olarak cevap verebilen bir toplum; her türden insanın kolaylıkla kaliteli hizmet alabildiği, yaş, cinsiyet, bölge ve dil farklılıklarını ortadan kaldıran, dinç ve rahat bir hayat sürdürebildiği bir toplum. Böyle bir toplumun, örneğin, çeşitli kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan ince bir şekilde farklılaştırılmış özelleştirilmiş hizmetler sunarak, insanların ve robotların ve/veya yapay zekanın (AI) bir arada var olduğu ve yaşam kalitesini iyileştirmek için çalıştığı..." bir toplum (Government of Japan, 2016, s. 13).

Japonya'nın en önemli iş örgütlerinden olan ve Toplum 5.0'ı ilan edilmesi sürecinde son derece etkin olan Keidanren'e göre, Toplum 5.0 Japonya için hem kaçınılmazdır hem de bir fırsattır çünkü AI, Nesnelerin İnterneti (IoT), robotik ve blok zincirleri gibi dijital teknolojilerde ve ayrıca biyoteknolojide inovasyon hızla ilerlemektedir. İkinci bir neden, Çin'in

bir süper güç olarak ortaya çıkışı ve yanı sıra Hindistan ve Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN) üyeleri de dahil olmak üzere diğer Asya ülkelerinin gelecekte dünya ekonomisinin ağırlık merkezini Batı'dan Asya'ya kaydıracak hızlı bir büyüme olasılığı ve kötüleşen küresel çevre sorunları ve sosyal eşitsizliklere karşı Birleşmiş Milletler'in SKA'yı benimsemesidir (Nakanishi & Kitano, 2018, s. 2).



Şekil 1: Toplum 5.0 ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

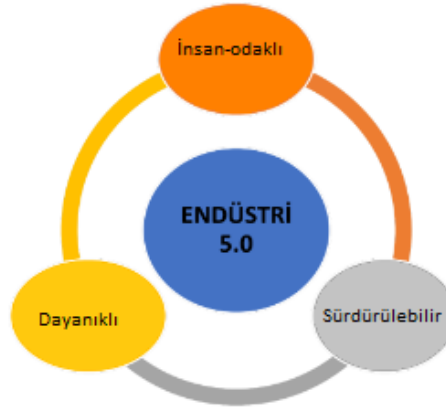
Şekil 1’de Toplum 5.0 ile hedeflenen uygulamalar 17 SKA ile bağlantılandırılmıştır (BTK, t.y.). Örneğin, SKA (2) Açlığa Son ile Toplum 5.0’ın akıllı tarım ve akıllı yiyecek hedefi, SKA (3) Sağlık ve Kaliteli Yaşam ile sağlık hizmetlerinde erken uyarı sistemi, SKA (4) Nitelikli Eğitim ile uzaktan öğrenme sistemleri, SKA (5) Toplumsal Cinsiyet Eşitliği ile toplumsal kadınların konumunun güçlendirilmesi, SKA (11) Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar ile akıllı şehirler hedefi eşleştirilmiştir. Şekil’de ilgili teknoloji türleri ve dijital tabanlı uygulamalara da örnekler verilmiştir.

### 1.5.Endüstri 5.0

2021’de Avrupa Komisyonu, sürdürülebilir, insan merkezli ve dirençli bir Avrupa endüstrisi elde etmek için resmi olarak Endüstri 5.0 kavramını ortaya koymuştur (Carayannis vd., 2023, s. 11; Xu, vd., 2021, s. 532). Bu vizyon, üretimde gezegenin sınırlarına saygı gösteren, endüstri çalışanın refahını üretim sürecinin merkezine yerleştiren, istihdam ve büyümenin ötesindeki toplumsal hedeflere ulaşmak için dirençli bir endüstrinin gücünü ve gerekliliğini ortaya koymaktadır (Breque vd., 2021, s. 3). Endüstri 5.0 üç temel ögeye dayanmaktadır: İnsan odaklılık, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık (Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022, s.

3448, Huang, vd., 2022, s. 425; Xu, vd., 2021, s. 533). Endüstri 5.0, insan dokunuşunun iş dünyasına ve akıllı sistemlere tam entegrasyonunu öngörmektedir (Mourtzis, 2021, s. 7; Leng vd., 2022, s. 283).

Ekonomik kalkınmayı toplumsal ve çevresel sorunların çözümü ile dengelemeye çalışan ve imalat sektörüyle sınırlı olmayan Toplum 5.0 ile Endüstri 5.0 kavramları, toplumların yeni bir paradigmaya doğru köklü bir değişimini ifade etmesi anlamında ilişkilidir (Breque vd., 2021, s. 9).



Şekil 2: Endüstri 5.0

Endüstri 5.0 kavramı, 2011'de Almanya'da ortaya konulan yüksek teknoloji stratejisinin bir parçası olan Endüstri 4.0 kavramına dayansa da Endüstri 4.0 sosyal adalet ve sürdürülebilirlikten çok, endüstriyel üretimin verimliliğini ve esnekliğini artırmak için dijitalleşmeye ve yapay zeka odaklı teknolojilere ve verimlilik artışına öncelik vermiştir (Breque vd., 2021, s. 8). Dolayısıyla Endüstri 4.0 paradigması esasen çevresel ve sosyal sorunlarına odaklanmak yerine, aslında mevcut çok boyutlu sorunların temel nedenlerini teşkil eden iş modellerinin ve ekonomik düşüncenin optimizasyonuna odaklanmıştır (Carayannis vd., 2023, s. 1). Dolayısıyla Endüstri 5.0 yaklaşımı, Şekil 2'de özetlendiği üzere (Breque vd., 2021, s. 13), sürdürülebilir, insan odaklı ve dirençli bir Avrupa endüstrisine geçiş için mevcut Endüstri 4.0 paradigmasını tamamlamaktadır (Breque vd., 2021, s. 3; Carayannis vd., 2023, s. 7; Maddikunta, vd., 2022, s. 1-2; Tavares vd., 2022, s. 17).

Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 kavramları, mevcut ekonomi ve toplum kavramlarında köklü bir değişikliği ifade etmektedir (Tavares vd., 2022, s. 10; Breque vd., 2021, s. 8). Endüstri 5.0, kâr için mal ve hizmet üretmenin ötesine geçme gayretine dayanmakta; yalnızca maliyet etkinliğini artırmayı veya karı maksimize etmeyi değil, aynı zamanda ilgili herkesin refahını artırmayı amaçlayan sorumlu inovasyonu içermektedir (Breque vd., 2021, s. 8-13).

## 2. DIJİTALLEŞMENİN SOSYAL YANSIMALARI

Dijitalleşme her alanda birçok fırsatlar sunmaktadır. Fırsatlar arasında verimlilik artışı, yeni pazarlar, yeni işler, daha fazla iş-yaşam dengesi ve daha yüksek ücretlerden bahsetmek mümkündür (International Labour Organization [ILO], 2020, s. 1). Bunların yanı sıra ekonominin enerji ve kaynak verimliliğinin artırılması yönündeki potansiyeli de dijitalleşmenin sağladığı fırsatlar arasında yer almaktadır. Ancak mevcut dijitalleşme trendinin neden olduğu birçok sosyal ve çevresel sorun da söz konusudur. Bu bölümde, genel olarak dijitalleşmenin neden olduğu sosyal ve çevresel sorunlar ele alınacaktır.

### 2.1. Beceri Uyumsuzluğu ve İş Kaybı

Tarih boyunca teknoloji ekonomik gelişmenin temel kaynağı olarak kabul edilmekle beraber kaygı yaratan bir olgu olmuştur (Mokyr vd., 2015, s. 31). Toplumsal grupların ilgili kaygılarının ötesinde, birçok önemli ekonomist de teknolojinin toplumsal etkilerine dikkat çekmiştir. Örneğin, J. M. Keynes teknolojik gelişmenin işsizliğe neden olacağı yönünde öngörülerde bulunmuştur (Acemoglu & Restrepo, 2018, s. 1489; Frey & Osborne, 2017, s. 254). Keynes, 1930 yılında, emek kullanımından tasarrufun, emeğin yeni kullanım alanları keşif hızını aşması nedeniyle bir teknolojik işsizlik olabileceğini yazmıştır (Keynes, 1930, s. 3). Karl Marx, teknolojinin kapitalizmin itici gücü olduğunu, teknolojinin işçilerin değil, kapitalist işverenlerin yararına kullanıldığını, işçilerin iş içinde ve dışında yaşam kalitelerini baltaladığını öne sürmüştür (Spencer, 2018, s. 2). Dolayısıyla işçi, çok fazla çalışma, makineleşme ve daha fazla rekabet durumuyla karşı karşıya kalacaktır (Marx, 2017, s. 22).

Dijital teknolojilerin etkileri karmaşık ve çeşitlidir. Dijital teknolojilerin yayılması, farklı endüstrilere veya bölgelere yönelik etkilerini ve potansiyel değişimin hızını değerlendirmek kolay değildir (Walwei, 2016, s. 5). Ancak dijital teknolojilerdeki ilerleme kitlesel işten çıkarma olasılığını, beceri eksikliklerini ve yapay zekanın insan zekasına meydan okumasını beraberinde getirmektedir (WEF, 2020, s. 8). Dijital teknolojilerin hızla yaygınlaşmasının etkisi olarak teknolojik işsizlikten bahsetmek mümkündür (European Parliament, 2021, s. 15). Ancak mevcut literatür, dijital dönüşümün gerçekten istihdamda bir azalmaya mı yoksa artışa mı yol açtığına ve/veya açacağına dair net bir görüş sunmamaktadır (Dengler & Gundert, 2021, s. 801). Dijitalleşme nedeniyle firmalar yeni esneklik biçimlerinin yanı sıra yeni beceriler talep etmekte, düşük beceri gereksinimi olan işler dijitalleşme tehdidiyle karşılaşmakta (Walwei, 2016, s. 25), yeni teknolojilere dayalı otomasyonla birlikte daha önce emek tarafından gerçekleştirilen görevler makineler tarafından devralınmaktadır (Acemoglu & Restrepo, 2019, s. 3).

Frey ve Osborne'un (2017, s. 265) çok bilinen çalışmasına göre ABD'deki toplam istihdamın %47'si yüksek otomasyon nedeniyle risk kategorisinde olduğundan on veya yirmi yıl içinde otomasyona konu olacaklardır. Ancak bu çalışmaya atfen yapılmış bir başka

çalışmada, 21 OECD ülkesindeki işlerin sadece % 9'u ve yine ABD'deki işlerin yalnızca % 9'u potansiyel olarak otomasyona konu olacaktır (Arntz vd., 2016, s. 25). Aynı çalışmaya göre, Kore'de bu oran % 6 iken, Avusturya'da % 12'dir. Başka bir araştırmaya göre, Avrupa'da otomasyon nedeniyle 51 milyon iş yani tüm işlerin % 22'si risk altındadır ve otomasyonun neden olduğu riskler farklı sektörlerde farklı sonuçlarla ortaya çıkmaktadır (Smit, vd., 2020, s. 17). Aynı çalışmada, toptan ve perakende satışta % 68, imalatta % 37, eğitimde % 38, madencilikte ise %9 oranındaki işler risk altındadır (Smit, vd., 2020, s. 17). 2021 yılı UNESCO Bilim Raporu'na göre ABD'de 2000 ile 2017 yılları arasında yaklaşık 5,5 milyon imalat işi kaybedilmiştir ve gelecek yıllarda, ABD'deki işlerin yaklaşık %25'inin otomasyona yüksek düzeyde maruz kalacağı tahmin edilmiştir (Schneegans vd., 2021, s. 12).

ABD milli gelirinde emeğin payında ve istihdamın nüfusa oranında yaşanan son düşüşler genellikle yapay zeka ve robotik gibi yıkıcı dijital teknolojilere karşı emeğin rekabet etmekte giderek daha fazla zorlanacağı yönünde değerlendirmelere neden olmaktadır (Acemoglu & Restrepo, 2018, s. 1488). Karabarounis ve Neiman'a (2013, s. 1) göre 1980'lerin başından itibaren genellikle bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler firmaları faktör bileşimlerinde emekten sermayeye doğru kaymaya sevk etmiş ve emeğin gelirdeki payı azalmıştır. Oberfield ve Raval'ın çalışmasına göre son yıllarda ABD imalat sektöründe emeğin gelir payı % 15'ten fazla düşmüştür (2014, s. 1). Ayrıca gelişmiş ekonomilerde robotların ve yapay zeka kullanımının artması, gelişmekte olan ekonomilerin düşük maliyetli işgücünden gelen karşılaştırmalı avantajını azaltma ve aynı zamanda yeni bir coğrafi konfigürasyonda yeniden yapılanmayı kolaylaştırma ihtimalini de gündeme getirmektedir (ILO, 2020, s. 4). Chang ve Huynh'un (2016, s. 15) ASEAN ülkelerine yönelik çalışmasına göre otomasyon nedeniyle risk altında olan ücretli çalışanları oranı Vietnam'da % 70, Kamboçya'da % 57, Endonezya'da % 56, Filipinler'de % 49 ve Tayland'da % 44'tür.

Dijital teknolojiler sadece iş kaybı veya istihdam yaratımını belirlemekle kalmamakta, aynı zamanda insanların işte ne yaptıklarını ve nasıl yaptıklarını değiştirerek işin içeriğini ve yöntemlerini de şekillendirmektedir (Walwei, 2016, s. 5; ILO, 2020, s. 6; European Parliament, 2021, s. 1). Veri okuryazarlığı, dijital araçlar yoluyla iletişim ve işbirliği, dijital içerik oluşturma, dijital güvenlik ve problem çözme gibi dijital becerilere olan talep artmaktadır (Charles vd., 2022, s. 24; Carretero vd., 2017, s. 11). Ancak halihazırda dijital olarak yetenekli işçi sıkıntısı ve beceri uyumsuzluklarının yaygınlığı yüksektir (Charles vd., 2022, s. 5). Rutin görevlerin yoğun olduğu işlerin yerinden edilmesi, orta vasıflı büro, idari, üretim ve operatif mesleklerdeki iş fırsatlarını azaltarak istihdamın kutuplaşmasına da neden olmuş olabilir (Acemoglu & Autor, 2011, s. 1077). Teknolojik değişim, belirli bir meslekte çalışmak için gereken becerileri değiştirerek kazançları da etkilemektedir (Braxton & Taska, 2020, s. 2). Braxton ve Taska'nın (2020, s. 2) 2010-2017 dönemine ilişkin çalışmasına göre ABD'de iş kaybından sonra görülen kazanç düşüşünün yaklaşık % 50'si teknolojik değişimden kaynaklanmaktadır. ABD'de görülen nispeten yeni bir durum ise yapay zekanın yüksek

teknoloji sektörlerinde ve metropol alanlarda yüksek ücretli profesyonel işleri tehdit etmesidir (Schneegans vd., 2021, s. 12).

Dijitalleşme ve dijital teknolojilere dayanan otomasyonun iş kayıpları ve kazançlar üzerindeki olumsuz etkilerine karşılık dijitalleşmenin sağladığı verimlilik artışlarının da dolaylı olarak istihdamı arttırdığı düşünülmektedir. Otomasyon teknolojisi, görevlerin faktörlere göre daha esnek dağılımını sağlayarak verimliliği artırmakta ve işgücü talebine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla otomasyonun emek talebi üzerindeki net etkisi, yerinden etme ve üretkenlik etkilerinin birbirine karşı ne kadar ağır bastığına bağlı olarak şekillenmektedir (Acemoğlu & Restrepo, 2019, s. 4).

## 2.2. İstihdam İlişkisi, İşlerin Kalitesi, Güvencesizlik

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla giderek önemi artan dijital iş kavramı, BİT endüstrisinin yanı sıra, dijital becerilere dayanan ve dijital teknolojilerin avantajlarından faydalanan BİT endüstrisi dışındaki çok çeşitli işleri ifade etmektedir. ILO'ya göre dijital işler tüm sektörlerde mevcuttur ve üç grupta gruplandırılabilirler. Birinci grup, doğrudan BİT sektörü tarafından yaratılan ve yazılım mühendisliği gibi BİT'i yoğun bir şekilde kullanan işlerdir. İkinci grup, BİT teknolojileri olmadan yapılamayan işler, örneğin çevrimiçi serbest çalışma, dijital işgücü platformlarındaki işler (örneğin Uber, Upwork vb.) veya e-ticaret platformlarındaki işlerdir. Üçüncü grup ise dijital teknolojileri kullanan ancak bir şekilde BİT olmadan da gerçekleştirilebilecek, BİT ile geliştirilmiş işlerdir: Muhasebe, ofis yönetimi, konaklama, tarım vb. gibi işler (Charles vd., 2022, s. 9).

Ücretli bir işte işçilerin maddi, sosyal ve psikolojik ihtiyaçlarının karşılanmasıyla ilgili bir kavram olan iş kalitesi, kadınlar ve erkekler için özgürlük, eşitlik, güvenlik ve insan onurunu destekleyen koşullarında üretken çalışma olarak "insana yakışır iş" in önemli bir bileşenidir (Berg vd., 2022, s. 3-4). Dijital işlerin önemli bir kısmı, bağımsız yükleniciler olarak sınıflandırılan, genellikle izole bir şekilde ve coğrafi olarak geniş bölgelerde çalışan dijital işçiler tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmektedir (Charles vd., 2022, s. 18). BİT tabanlı mobil çalışma ve dijital olarak etkinleştirilen serbest meslek gibi yeni istihdam modelleri ve yarı zamanlı veya geçici düzenlemelerle çalışma yönünde artan bir eğilim söz konusudur (Charles vd., 2022, s. 15; Berg vd., 2022, s. 7). Katz ve Krueger'ın çalışmasına göre, ABD'li işçiler için alternatif çalışma -geçici yardım ajansı çalışanları, çağrı üzerine çalışanlar, sözleşmeli şirket çalışanları ve bağımsız yükleniciler veya serbest çalışanlar- düzenlemelerinin görülme sıklığı önemli ölçüde artmış ve bu oran, Şubat 2005'te % 10,7'den 2015'in sonlarında % 15,8'e yükselmiştir (2017, s. 2-3). Ancak dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan işlerin kalitesi tartışmalıdır (Charles vd., 2022, s. 5). Araştırmalar, dijitalleşme sürecinde yeni yaratılan işlerin birçoğunun perakende sektörü ve lojistikte düzensiz veya düşük ücretli işler olduğunu göstermektedir (Jain, 2021, s. 17; Charles vd., 2022, s. 26). Nitekim Avrupa Parlamentosu'nun



bir analizine göre 2017'de Avrupa'daki işlerin % 20'si "kalitesiz"di (European Parliament, 2023, s. 4). Ayrıca daha fazla kişi "serbest çalışan" haline geldikçe, geleneksel istihdam ilişkileri ortadan kalkmakta, güvencesizlik artmakta, çalışma koşulları zorlaşmakta, çalışanların toplu hareket etmesi ve sosyal koruma mümkün olmayabilmektedir (Charles vd., 2022, s. 16; Konle-Seidl ve Danesi, 2022, s. 17; Berg, vd., 2022, s. 7). COVID-19'la birlikte hızlanan işlerin gigifikasyonu özellikle dijital platformlar için geçerli olmakta, bir tür ticari sözleşme gibi düzenlenen sözleşmeler on binlerce kişinin çalışmasına aracılık etmektedir (Charles vd., 2022, s. 16). İşlerin gigifikasyonu, tam zamanlı, kalıcı işlerin geçici işlere dönüştürülmesini ifade etmektedir (Braganza, vd., 2022, s. 1536).

Dijital işlerde istihdam ilişkileri bulanıklaşmakta, resmi istihdam ilişkilerine dayanan çalışanların korunması, temsili ve çalışanlara adil muamele edilmesi için mevcut mekanizmalar yetersiz kalmaktadır (Charles vd., 2022, s. 5; Peña-Casas vd., 2018, s. 31; Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 17). Yasal düzenlemelerin ve hukuk sistemlerinin yeni yıkıcı teknolojilerin hızına yetişip yetişemediği ayrı bir araştırma konusudur. Nitekim Endüstri 4.0 gibi değişimler yeni hukuki koruma alanlarını ve ileri ve yenilikçi hukuki çözümleri zorunlu kılarken halihazırda ilgili birçok hukuki soru yanıtlanamamaktadır (Habrata, 2020, s. 938). Yeni esnek istihdam biçimlerinde çalışan haklarının ihlali de bu konular arasında yer almaktadır. Atipik çalışma, özellikle geçici sözleşmelerin, çalışanların hoşnutsuzluklarını dile getirme eğilimlerini de olumsuz etkilemektedir (Sluiter vd., 2020, s. 15). Ayrıca dijital çalışanların kazançları önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Dijital çalışmanın yükselişiyle emeğin mekânların sınırlarının dışına çıkarılması nedeniyle çalışanlar küresel olarak rekabet etmesine rağmen düşük pazarlık gücüne sahip hale gelmektedir. İşverenler potansiyel işçi havuzunu kolaylıkla genişletebilmekte ve sözleşmeleri önceden haber vermeden ve ücretsiz olarak feshedebilmektedir (Charles vd., 2022, s. 27).

Tablo 2'de, Avrupa Sendikalar Konfederasyonu'nun (ETUC) dijitalleşmenin çalışma hayatına yönelik muhtemel etkilerine dair önceden hazırlanmış bir fırsat ve riskler listesine dayalı olarak yürüttüğü bir online anket çalışmasının sonuçları görülmektedir (Voss & Riede, 2018, s. 13). Ankete katılanlar, dijitalleşmeyle gelen en önemli fırsat olarak "yeni işlerin yaratılmasını" görürken, en önemli risk olarak da "işlerin yok edilmesi, yeni "Dijital Taylorizm" biçimleri ve güvencesiz çalışmanın artması" nı görmüştür.

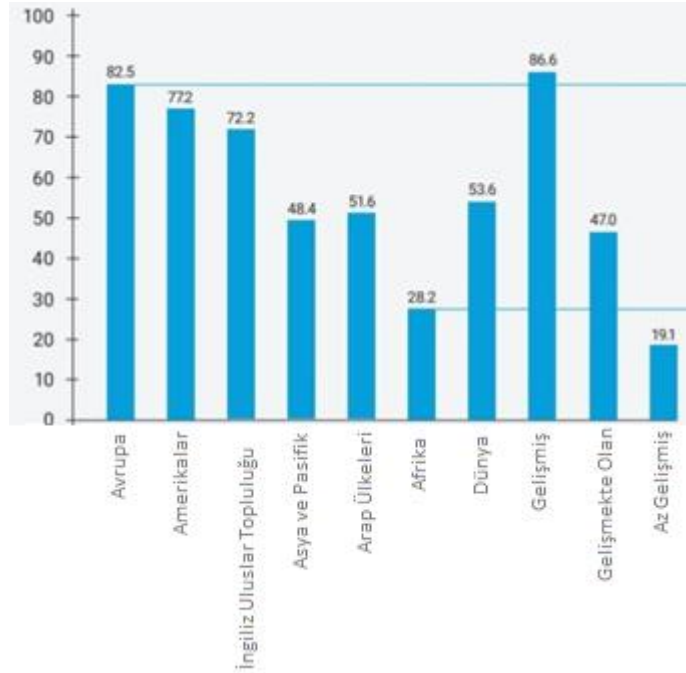
**Tablo 2:** Dijitalleşmenin İstihdam Alanında Neden Olduğu Fırsat ve Riskler

FIRSATLAR	RİSKLER
Yeni işlerin yaratılması	İşlerin yok edilmesi, yeni "Dijital Taylorizm" biçimleri ve güvencesiz çalışmanın artması
Çalışma süresinde azalma ve işte özerkliğin artması	Çalışma süresinin uzatılması - "her zaman ve her yerde iş" durumunun artması
Yeni iş birliği biçimleri, çalışanlar ve makineler arasında iş birliği	Çalışanların temsiline zayıflaması, kolektif eylem ve pazarlık kapsamının erozyonu
Ağır, tehlikeli ve karmaşık işlerde performans desteği ile daha iyi ergonomi	Maliyet düşürmek için çalışanlar arasında rekabetin artırılması (online platform işler),

Akıllı fabrikalar-düşük ücretli ülkelere offshore edilmiş işlerin geri dönmesi	işlerin yoğunlaşması, dataya ve izlemeye bağımlılık
Kadınlar için yeni fırsatlar, daha fazla cinsiyet eşitliği	Çalışanlar arasında artan eşitsizlik
Paylaşım ekonomisinde yeni para kazanma yöntemleri	Vergi tabanının ve sosyal sigorta finansmanının aşınması

### 2.3.Dijital Uçurum

Dijital uçurum kavramı hem ülkeler arasında hem de ülkelerin kendi içindeki bireyler, haneler, işletmeler ve coğrafi bölgeler arasında, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ve internete erişimdeki farkları ifade etmektedir (López-Martínez vd., 2021, s. 116). Dijital uçurum, sadece altyapı eksikliğini değil, aynı zamanda onu kullanmak için gereken beceri ve deneyim açısından eşitsizlik biçiminde de ortaya çıkmaktadır (Carayannis vd., 2023, s. 3). BİT'e erişim kısıtlılıkları ve etkin kullanılamaması yaşam kalitesini düşürmekte, sosyal katılımı sınırlamakta ve sosyal dışlanmaya neden olmaktadır (Tomczyk, vd., 2019, s. 1; Carayannis vd., 2023, s. 3). BİT'e erişimi zayıf olan veya BİT'i etkin kullanamayan kişiler, eğitim alanında da dışlanmaya maruz kalabilmekte; farklı gelir gruplarına mensup öğrenciler arasındaki uçurum, dijitalleşmenin baskısı altında genişlemektedir (Carayannis vd., 2023, s. 5). Dijital uçurum, özellikle bazı nüfus gruplarının (kadınlar, yaşlılar, düşük eğitilmiş, işsiz veya aktif olmayan, düşük beceri gerektiren işlerde çalışanlar) dijital çağın getirdiği gelişmelerden dışlanmasına neden olmaktadır (Jain, 2021, s. 9).



Şekil 3: İnternet Kullanan Bireylerin Oranı (%)

İnternete bağlanma ve interneti kullanma kapasiteleri açısından ülkeler içinde ve arasında hâlâ önemli farklılıklar bulunmakta ve bu dijital uçurumlar, ülkeler içinde ve ülkeler arasında temel alınan daha geniş gelir eşitsizliğinin bir yansıması olmaya devam etmektedir (United Nations Conference on Trade and Developmen [UNCTAD], 2021, s. 8). Şekil 3'te farklı coğrafi bölgelerde ve farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkelerde internet kullanan bireylerin oranları görülmektedir (WEF, 2021). Coğrafi bölgeler bakımından Avrupa, gelişmişlik düzeyi bakımından ise gelişmiş ülkeler en yüksek internet kullanım oranlarına sahiptir. Çoğu ülkede, yaşanan yer (özellikle kırsal alanlar), düşük gelir düzeyi ve düşük eğitim düzeyi dijital uçurumun evrensel belirleyicileridir (Tomczyk, vd., 2019, s. 1). Tüm ülkelerde dijital uçurum, yaşlıları ve özellikle yaşlı kadınları daha fazla doğrudan etkilemektedir (Tomczyk, vd., 2019, s. 5; United Nations Development Programme [UNDP], 2021, s. 12). En büyük cinsiyet açığı, az gelişmiş ülkelerde ve Afrika bölgesinde gözlemlenmektedir (UNCTAD, 2021, s. xv). Cinsiyete dayalı dijital uçurum hem akıllı telefon sahipliği hem de internet kullanımı açısından ülkelerde oldukça görünürdür (UNCTAD, 2021, s. 15).

#### 2.4.Dijital Cinsiyet Eşitsizliği

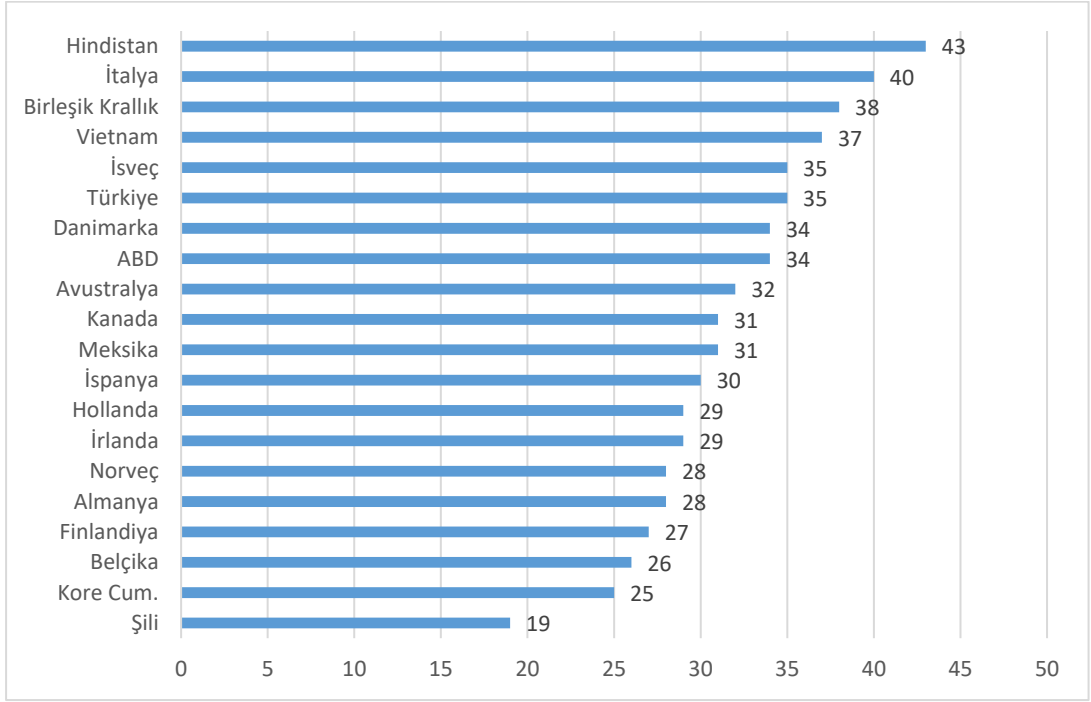
Dünya genelinde kadınlar genel olarak yüksek dijital beceri gerektiren sektörlerde daha az temsil edilmekte ve özellikle yıkıcı teknik beceriler gerektiren sektörlerde bu durum daha fazla dikkat çekmektedir (Charles vd., 2022, s. 31; Jain, 2021, s. 11). World Economic Forum (WEF) Küresel Cinsiyet Açığı Raporu 2021'e göre (2021, s. 6), 2020 yılında bulut bilişim iş gücünün yalnızca % 14'ü ve sırasıyla veri ve yapay zeka iş gücünün % 20'si ve % 32'si kadındır. Mevcut dijital teknolojiler arasında en kritik olanlarının başında gelen yapay zeka alanındaki doktora öğrencileri sayısında, yapay zeka ile ilgili konferans ve yayınlarda bir erkek egemenliği söz konusudur (UNCTAD, 2021, s. 32). Artificial Intelligence Index Report 2021'e göre Kuzey Amerika'da yapay zeka ve bilgisayar bilimleri doktora programlarının kadın mezunları, son 10 yıl içinde ortalama olarak tüm doktora mezunlarının %18,3'ünü oluşturmaktadır (Zhang, vd., 2021, s. 139). Artificial Intelligence Index Report 2023'e göre ise örneklemelerindeki tüm ülkelerde erkeklerin AI beceri penetrasyon oranı kadınlardan daha yüksektir: Hindistan (2,0), Amerika Birleşik Devletleri (1,3) ve İsrail (0,9) kadınlar için bildirilen en yüksek göreceli AI beceri penetrasyon oranlarına sahiptir (Maslej, vd., 2023, s. 183). AB'de BİT sektörü, 2011'den 2020'ye kadar % 50,5 büyüyerek toplam istihdamdaki artışın (% 5,5) dokuz katından fazla büyümüş olmasına rağmen AB'de BİT uzmanlarının ancak % 18,5'ini kadınlar oluşturmaktadır (UNDP, 2021, s. 18). Küresel olarak, en büyük ve en etkili teknoloji şirketlerinde teknik çalışanlar arasında kadınların oranı düşüktür. Big Tech olarak adlandırılan firmalardan Apple'da bu oran % 23, Google'da % 20 ve Microsoft'ta % 17,5'tir (UNDP, 2021, s. 20).

Erkeklerle karşılaştırıldığında, kadınlar meslekler ve beceri seviyeleri arasındaki geçişte daha fazla zorlukla karşılaşmaktadır (Charles vd., 2022, s. 5). Genç kadın çalışanların oranı hızla artsa da tipik bir Avrupa platformu çalışanı genç bir erkektir (Charles vd., 2022, s.

5). Ancak AB ülkeleri arasında dijital alanda erkekler ve kadın çalışanların sayısı bakımından bir yakınsama söz konusudur ve dijital cinsiyet eşitsizliği kademeli olarak azalmaktadır (López-Martínez vd., 2021, s. 128). Örneğin Rus kadın dijital çalışanlarının payı 2009'da % 33'ten 2019'da % 46'ya yükselmiştir. Ancak genç kadın platform çalışanlarının oranı bazı ülkelerde hızla artmasına rağmen erkekler hala büyük paya sahiptir (Charles vd., 2022, s. 11).

Avrupa Komisyonu'nun Women in Digital Scoreboard 2021 sonuçlarına göre, uzman dijital becerilerde önemli bir cinsiyet açığı söz konusudur. BİT uzmanlarının % 19'u, BTMM mezunlarını üçte biri kadındır. İnternet kullanımında cinsiyet açığı nispeten küçük (2020'de internet kullanan kadınların oranı % 85, erkeklerin oranı % 87) iken, kadınların % 54'ü erkeklerin % 58'i temel dijital becerilere; kadınların % 29'u, erkeklerin %33'ü temel dijital becerilerin üzerinde bir dijital becerilere sahiptir (European Commission, 2021b). Ayrıca dijital cinsiyet açığı, esas olarak dijital becerilere odaklıdır ve dolayısıyla dijital teknolojilerin kadınların çalışma yaşamlarını nasıl etkilediği hakkında bir bilgi vermemektedir (Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 19).

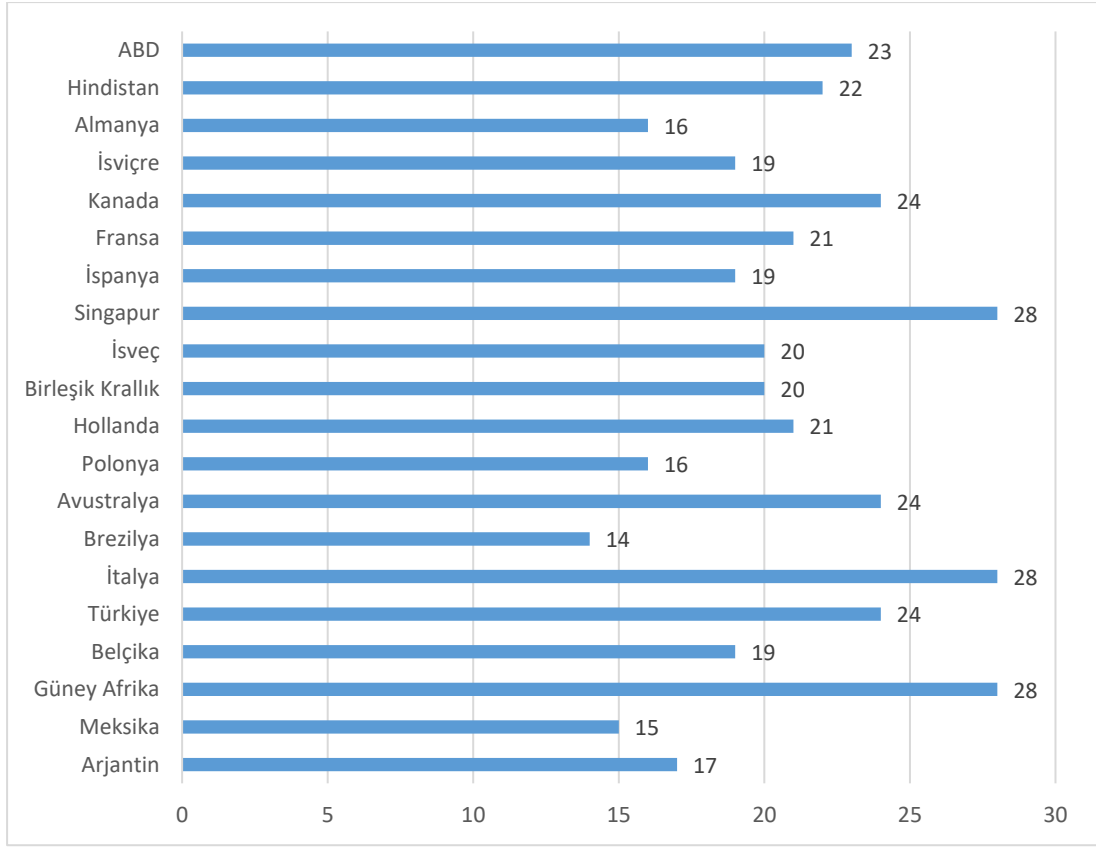
Küresel ölçekte, son yıllarda bilim-teknoloji-mühendislik-matematik (BTMM) alanlarındaki kadın mezun oranı artmış olsa da sistematik cinsiyet açığı devam etmekte ve işgücü piyasasına yansımaktadır (Munoz-Boudet, vd., 2021, s. 6). Öğretim materyalleri ve tekniklerindeki toplumsal normlar ve cinsiyete dayalı önyargılar ile aile ve öğretmenlerin desteğinin eksikliği genellikle genç kadınları BTMM programlarını seçmekten ve bu alanlarda kariyer yapmaktan alıkoymaktadır (UNDP, 2021, s. 13; Munoz-Boudet, vd., 2021, s. 60). Pek çok kadın BTMM alanlarında iş gücüne katılıyor olsa bile birçok ülkede eğitim ve istihdam fırsatlarını azaltan çeşitli engellerle karşılaşmaktadırlar (Bataneh, vd., 2022, s. 2; López-Martínez vd., 2021, s. 115-116; UNDP, 2021, s. 10; Charles vd., 2022, s. 31). Kadınların kariyer gelişimini sınırlayan geleneksel sosyal normlar, dijital çağda işteki performanslarını etkilemeye devam etmektedir (Charles vd., 2022, s. 32). Kadınların teknolojik veya liderlik yetenekleri veya genç kızlar için rol model eksikliği hakkındaki inançlar, üstesinden gelinmesi zor bir kısır döngüye neden olabilmektedir (López-Martínez vd., 2021, s. 117).



**Şekil 4:** Yüksek Öğretimde BTMM Alanlarından Mezun Olan Kadınların Oranı (%)\*

\*Ülkelerin 2014 ve 2018 dönemindeki yıllara ait verileri kullanılmıştır.

Şekil 4'te BTMM alanında öne çıkan ülkelerin de bulunduğu bazı ülkelerde BTMM alanlarından mezun olan kadınların Dünya Bankası Portalından derlenmiş oranları görülmektedir. Birçok ülkede erkeklerin oranının kadınlardan yüksek olduğu açıktır. Bazı gelişmekte olan ülkelerde BTMM alanlarından mezun kadınların oranının, bazı gelişmiş ülkelerdeki oranlardan yüksek olması ise dikkat çekicidir.



**Şekil 5:** Yapay Zeka Becerilerine Sahip Kadın Profesyonellerin İlk 20 Ülkedeki Payı (%)

Şekil 5'te yapay zeka becerilerine sahip kadın profesyonellerin ilk 20 ülke içindeki Dünya Bankası, Toplumsal Cinsiyet Veri Portalından derlenmiş payları görülmektedir. Ülkelerin tamamında bu oran % 30'un altındadır.

## 2.5.Sosyal İzolasyon ve İş-Yaşam Dengesi

Dijitalleşmenin sosyal ve psikolojik açıdan olumsuz etkileri arasında iş yoğunluğunun artması ve bu nedenle zihinsel sağlığın bozulması yer almaktadır (Charles vd., 2022, s. 1; Kovacs, 2018, s. 141; Jain, 2021, s. 16-17; Peña-Casas vd., 2018, s. 32; Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 30). Dijitalleşme nedeniyle iş yükü ve çalışanlar tarafından işlenecek bilgi akışı (e-postalar, dosyalar, değiş tokuşlar) önemli ölçüde artmıştır (Peña-Casas vd., 2018, s. 30). Microsoft tarafından yürütülen bir çalışmaya göre de dijital aşırı iş yükü tırmanmaktadır (Microsoft, 2021, s.9). Nitekim dijitalleşme, izleme teknolojilerinin kullanımındaki katlanarak artışla birlikte çalışanların izlenmesinde benzersiz bir genişlemeye neden olmaktadır (Charles vd., 2022, s. 28; Kovacs, 2018, s. 141; Voss & Rego, 2019, s. 6; Peña-Casas vd., 2018, s. 31).

Çalışanlar bir kobotun çalışma hızına ve düzeyine ayak uydurmak zorunda olmaları nedeniyle de baskı altına kalabilmektedir (Jain, 2021, s. 17). Bir işin makineler tarafından yapılma potansiyeli yüksek olduğunda, iş güvencesizliği ve işsizlik korkusu artma

eğilimindedir (Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 30). Yapay zeka tabanlı teknolojiler, algoritmik yönetim yani çalışanlar hakkında büyük miktarda gerçek zamanlı veri toplanmasına dayalı insan analitiği (people analytics) yöntemleri kullanan, yaygın, sürekli ve daha düşük maliyetli çalışan izleme ve yönetimi biçimlerine olanak tanımakta; çalışanları izlemek, puanlamak, yönetmek, terfi ettirmek ve hatta işten çıkarmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır (Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 31). Bu yöntem ve teknolojilerle çalışanlar üzerindeki kontrol artmaktadır.

Algoritmalar tarafından otomatik olarak oluşturulan kısa vadeli çalışma programları, esnek zamanlı ve uzaktan çalışma gibi istihdam biçimleri, bakım sorumlulukları olan çalışanlar açısından artan iş-aile çatışması ve iş stresi, iş-yaşam sınırlarının bulanıklaşması gibi sorunlara neden olabilmektedir (Charles vd., 2022, s. 26; Jain, 2021, s. 18; Chung & Van Der Horst, 2018, s. 2; Konle-Seidl & Danesi, 2022, s. 16; Peña-Casas vd., 2018, s. 32). Zayıf bir psikososyal çalışma ortamı, devamsızlık, düşük üretkenlik, güvencesizlik, iş tatminsizliği, işten ayrılma niyeti ile sonuçlanabilir ve çalışan sağlığını olumsuz etkileyebilir (Jain, 2021, s. 16-17). Ayrıca izole çalışmanın yaratıcılığı olumsuz etkilediğine dair araştırmalar da söz konusudur (Microsoft, 2021, s. 13-14).

Dijital istihdam ekonomik içermeyi artırabilse de ampirik araştırmalar, toplumsal konum, etnik köken, din, cinsiyet vb. temelli açık veya açık olmayan ayrımcılık biçimlerinin de olduğunu ortaya koymaktadır (Charles vd., 2022, s. 28). Öte yandan, sosyal anlamda izole çalışma ortamı, iş-yaşam dengesindeki sorunlar ve güvencesizlik riski, çalışanların toplumsal konum, etnik köken, din, cinsiyet vb. bakımından çeşitliliğini potansiyel çatışmaların kaynağı haline de getirebilmektedir. Firmalarda görece çeşitli işgücü katılımı, çalışanlar arasında iletişimi daha zor hale getirebilmekte, bu durum siber zorbalığı artırabilmektedir (Jain, 2021, s. 18).

## **2.6. Dijitalleşmenin Çevresel Yansımaları**

Dijitalleşme çevresel felaketlerle mücadele etmek için bir altın anahtar olarak görülmektedir (Coroamă & Mattern, 2019, s. 1). Ancak toplumu temelden değiştirme potansiyeline sahip dönüştürücü bir teknoloji olarak dijital teknolojilerin potansiyel olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz çevresel etkileri de söz konusudur (Pohl vd., 2019, s. 699). Dijitalleşme çevre-nötr değildir ve çevre üzerinde güçlü olumsuz etkilere sahiptir. Bu bölümde bu etkiler değerlendirilecektir.

### **2.6.1. Birincil Etkiler (Doğrudan Etkiler)**

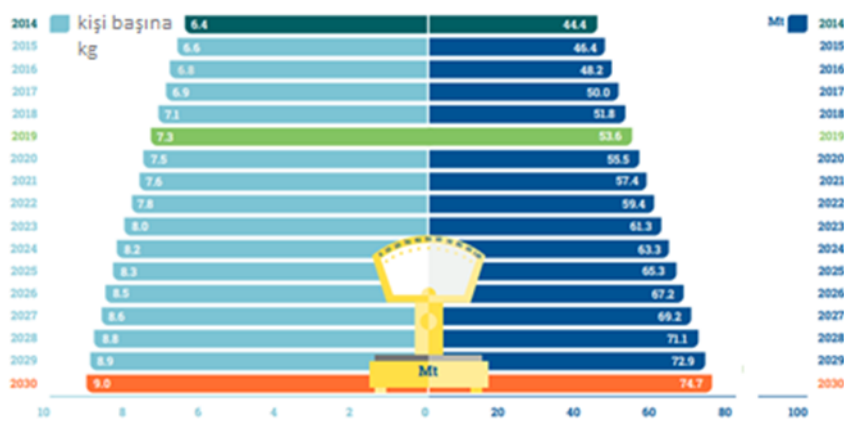
Birinci dereceden etkiler (doğrudan etkiler), dijital teknolojilerin ürün yaşam döngüsü boyunca malzeme ve enerji talebine kadar uzanmaktadır. BİT ürünlerinin doğrudan çevresel etkileri, BİT imalat ve hizmet üreten firmalar ile ilgili ara mal üreticilerinden ve BİT'lerin nihai tüketicileri ve kullanıcılarına kadar işleyen süreci, BİT donanımının üretimi, kullanımı ve atılmasından kaynaklanan emisyonları içermektedir (Vickery, 2012, s. 3; Bieser & Hilty, 2018b,

s. 1; Pérez-Martínez vd., 2023, s. 2). Doğrudan etkilere, ilgili hammaddelerin (örneğin kobalt, paladyum, tantal, gümüş, altın, indiyum, bakır, lityum ve magnezyum) madenciliği ve çıkarılması, entegre devrelerin üretimi nedeniyle fosil kaynakların ve abiyotik kaynakların tükenmesi, küresel ısınma, tatlı su ötrofikasyonu, toprak asitlenmesi, insan toksisitesi, tatlı su toksisitesi, deniz toksisitesi ve karasal toksisite gibi örnekler verilebilir (Liu, vd., 2019, s. 14).

Son yıllarda giderek daha fazla sayıda dijital cihaz üretilip kullanıldıkça, dijitalleşmenin zararlı doğrudan etkileri artmıştır (Schwab & Davis, 2018, s. 90; Lange vd., 2020, s. 1-2). Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, dijital teknolojilerin enerji kullanımı ve emisyonlar üzerinde doğrudan etkileri bulunmakta ve küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %2'sine eşdeğer bir etki meydana getirmekte ancak bu oran yalnızca ılımlı bir şekilde artmaktadır (International Energy Agency [IEA], <https://www.iea.org/reports/digitalisation>). Özellikle kripto para birimi madenciliği, bulut kullanımı, yapay zeka, sanal ve artırılmış gerçeklik, otonom sürüş, nesnelerin interneti ve 5G gibi küresel trendler, enerji talebinde daha fazla artışa neden olacaktır (UNEP, 2021, s. 1). Çünkü BİT cihazlarını ve ekipmanlarını geliştirmek, üretmek ve dağıtmak önemli miktarda enerji ve kaynak gerektirmektedir. Dijital araçlar için gerekli metallerin, nadir minerallerin çıkarılması kendi başına önemli çevresel etkilere sahiptir. Yönetişimin zayıf olduğu, siyasi istikrarsızlıkla mücadele eden ülkelerde, bu madenlerin çıkarılması şiddet, çatışma, insan hakları ihlalleri ve ciddi çevresel zararlarla ilişkilendirilebilir (UNEP, 2021, s. 3).

Dijital donanım ve ürünlerin ömrünün birçok dayanıklı eşyaya göre kısa olması, onarım ve modifikasyon seçeneklerinin düşük olması, e-atığı dünyanın en hızlı büyüyen evsel atık akışı haline getirmektedir (UNEP, 2021, s. 4; Mahdavi & Sojoodi, 2021, s. 2). The Global E-waste Monitor 2020 Raporu verilerine göre e-atığın resmi olarak yalnızca % 17,4'ü toplanmış ve geri dönüştürülmüştür. Dünyada 78 ülke e-atık mevzuatına sahiptir (Forti vd., 2020, s. 14). 2019 yılında üretilen e-atığın büyük çoğunluğu (% 82,6) büyük olasılıkla resmi olarak toplanmamış ve çevreye duyarlı bir şekilde yönetilmemiştir. Yine 2019 yılında 125.000 Boeing 747 jumbo jetinin eşdeğer ağırlığı olan 53,6 milyon metrik ton (Mt) rekor düzeyde e-atık üretilmiştir. Küresel kişi başına e-atık 2014 yılında 6,4 kg iken 2019 yılında 7,3 olmuştur ve bu miktarın 2030 yılında 9 kg'a yükseleceği tahmin edilmektedir. Buna göre küresel kişi başına e-atık miktarı yılda yaklaşık 2 Mt gibi bir hızla artmaktadır.





Şekil 6: Yıllara Göre Küresel E-Atık

Şekil 6'da yıllara göre küresel e-atık miktarının değişimi görülmektedir (Forti, vd., 2020, s. 24). Resmi olarak toplanan ve geri dönüştürülen e-atıklarla ilgili veri eksikliği, 2019'da üretilen e-atığın çoğunun (44,3 Mt, %82) resmi toplama sistemi dışında yürütüldüğü ve bir kısmının gelişmekte olan ülkelere gönderildiğini göstermektedir (Forti vd., 2020, s. 23). E-atığın %20'den azı resmi olarak geri dönüştürüldüğünden, kalan %80'lik kısım ya çöplüklerde bulunmakta ya da gayri resmi olarak geri dönüştürülmektedir. E-atıkların çoğu gelişmekte olan ülkelerde işçileri cıva, kurşun ve kadmiyum gibi tehlikeli ve kanserojen maddelere maruz bırakmaktadır (UNEP, 2021, s. 4). Birçok BİT cihazı, önemli çevresel hasara neden olabilecek yenilenemeyen ve geri dönüştürülemez bileşenler içermektedir (Mahdavi & Sojoodi, 2021, s. 2). Düzenli depolama alanlarına atılan e-atık, toprağı ve yeraltı sularını kirleterek gıda tedarik sistemlerini ve su kaynaklarını riske etmekte, tüm canlıların sağlığını tehdit etmektedir (Forti vd., 2020, s. 64; UNEP, 2021, s. 4).

Karbondioksit salımları açısından gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki fark, esas olarak, maliyet avantajları ve çevresel düzenlemeler nedeniyle çevreyi kirleten endüstrilerin gelişmiş ülkelere göç etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu eğilim, gelişmekte olan ülkelere çevre kirliliğini artırırken, gelişmiş ülkelere tam tersi bir etkiye sahiptir (Mahdavi & Sojoodi, 2021, s. 4). Örneğin, Küresel E-Atık Raporu'na göre, küresel e-atıkların %24,4'ü Kuzey ve Güney Amerika'dan, %22,3'ü Avrupa'dan, %46,4'ü Asya'dan ve % 5,4'ü ise Afrika'dan kaynaklanmıştır (Forti vd., 2020, s. 13).

### 2.6.2. İkincil Etkiler (Dolaylı Etkiler)

Dijitalleşmenin ikincil etkileri (dolaylı etkiler), BİT dışındaki alanlarda tüketim ve üretim modellerinde BİT kaynaklı değişiklikler ve bu değişikliklerin çevresel sonuçları olarak ifade edilebilir (Bieser & Hilty, 2018b, s. 1). BİT'lerin dolaylı etkileri çoğunlukla ekonomik ve sosyal faaliyetler genelinde çevresel etkileri azaltan BİT uygulamalarından kaynaklanmaktadır (Liu, vd., 2019, s. 23; Creutzig, vd., 2022, s. 490). Çünkü BİT diğer faktörlerin verimliliğini artırmaktadır (Mittal & Nault, 2009, s. 142). Son yıllarda yapılan

çalışmalar genellikle BİT'in dolaylı etkilerinin pozitif olduğu ve olumsuz doğrudan etkilerden açıkça daha büyük olduğu sonucuna varmaktadır (Bieser & Hilty, 2018a, s. 69). Örneğin, Global e-Sustainability Initiative'e (GeSI) göre BİT, salımları 2015 seviyelerinde tutarak 2030 yılına kadar küresel CO2e salımlarının %20 oranında azaltılmasını sağlayabilir (Global e-Sustainability Initiative [GeSI], 2015, s. 8). Ancak GeSI'nin bu çalışması metodolojisi bakımından tartışma konusu olmuştur (bkz. Lange vd., 2020). BİT'in örneğin enerji verimliliğini artırdığına dair teorik argümanlar öne sürülse de BİT'in enerji verimliliği üzerindeki etkisine ilişkin karışık ampirik sonuçlar söz konusudur (Lange vd., 2020, s. 8). Diğer yandan López-Martínez vd. göre (2021, s. 14) göre, dijital teknolojilerin ekonomiyi karbonsuzlaştırma kapasitesiyle ortaya çıkacak doğrudan çevresel tasarruflar, artan BİT sektörü faaliyeti ve ekonomik büyüme, artan tüketim ve diğer geri tepme etkileri ile dengelenecektir

### 2.6.3. Üçüncül Etkiler (Sistemik Etkiler)

Dijitalleşmenin üçüncül etkileri (sistemik etkiler), dijital teknolojilerin yaygın kullanımının, orta ve uzun vadeli ekonomik davranış ve yapı değişiminin neden olacağı sonuçları kapsamaktadır (Liu vd., 2019, s. 23). Bu etkiler örneğin, BİT teknolojilerinin gelişimi ve yaygın kullanımı ile artan enerji verimliliğinin çeşitli geri tepme etkilerine neden olmasıyla enerji tüketiminde bir artış yaşanması ve dolayısıyla potansiyel enerji tasarrufunun kısmen veya tamamen etkisiz hale gelmesi olasılığı ile ilgilidir (Lange vd., 2020, s. 2). Nitekim daha ucuz ve daha esnek hizmetler, mal ve hizmetlerin talebinde artışa yol açabilir (Bergman & Foxon, 2022, s. 10).

Aynı çıktı için daha az enerji gerektireceğinden, dijital teknolojilerin yarattığı verimlilik kazanımları genellikle dünya çapında emisyonları azaltmada son derece kritik bir konumda kabul edilmektedir. Ancak verimlilik iyileştirmeleri, talepte bir artışı teşvik ederek ilgili mal veya hizmetin maliyetini düşürür. Stanley Jevons'ın 1865'te Britanya'da kömür üretiminde artan verimliliğin fiyat düşüşüne ve enerji talebinin artmasına neden olduğuna dair ünlü gözlemi (Jevons, 1866, s. 27), Jevons paradoksu ifadesinin türetilmesine yol açmıştır (Freeman vd., 2015, s. 342). Benzer şekilde son 50 yılda BİT endüstrisinden kaynaklanan emisyonlar, verimlilikteki hızlı gelişmelere rağmen artan dijital teknoloji talebi nedeniyle yükselmiştir (Widdicks vd., 2023, s. 2). Geri tepme etkileri, artan verimliliğin sağladığı düşük fiyatlar veya ek faydalar (yayıma etkileri gibi) nedeniyle ilgili mal veya hizmete olan talebin artmasının verimlilik artışını telafi etmesi ve hatta ondan daha ağır basmasıdır (Coroamă & Mattern, 2019, s. 1; Fich vd., 2022, s. 1; Gossart, 2015, s. 2). Geri tepme etkileri doğrudan, dolaylı ve yapısal olarak alt gruplara ayrılır. Doğrudan geri tepme etkileri, verimlilik iyileştirmelerinin aynı mal için ek talebe yol açtığı etkilerdir. Dolaylı geri tepme etkileri ise, bir alandaki azalan maliyetler, başka yerlerde harcanan verimlilik tasarruflarıyla diğer mallara olan talebi artırdığında ortaya çıkar (Arnold vd., 2021, s. 4).

Enerji verimliliği iyileştirmeleri, sürdürülebilir kalkınmanın anahtarıdır, ancak Jevons Paradoksu, ekonomide verimlilik artışlarının olumsuz çevresel etkilerinin artmasına işaret etmektedir. Geri tepme etkilerinin dikkate alınmaması, iklim değişikliğinin durdurulması, kaynak kullanımı ve sürdürülebilir kalkınma açısından istenen sonuçların elde edilmesini engelleyebilir (Fich vd., 2022, s. 3). Çünkü dijital hizmetler, diğer hizmetlere göre daha fazla enerji yoğunudur (Lange vd., 2020, s. 8). Örneğin, COVID-19 döneminde üniversitelerin dijital öğretim çalışmaları ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiye odaklı bir çalışma, pandemi sırasında dijital tüketimin arttığını göstermiş ve yazarlar enerji ve kaynak kullanımında geri tepme etkilerinin ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir (Arnold vd., 2021, s. 22-23). Yine e-öğrenme alanında Herring ve Roy (2002, s. 525), üç yükseköğretim dağıtım sisteminin çevresel etkilerini incelemiş ve elektronik dağıtımın, baskı tabanlı uzaktan eğitime kıyasla enerji kullanımı veya karbon salımlarında bir azalmaya yol açmadığı sonucuna varmışlardır.

## SONUÇ

Ulusal hükümetlerden uluslararası örgütlere, akademiden iş dünyasına kadar geniş bir çevrede dijital dönüşüm adeta sürdürülebilir kalkınmanın altın anahtarı olarak değerlendirilmektedir. Yeni yıkıcı dijital teknolojilerin sağladığı dönüşüm potansiyelinin SKA gündemiyle uyumlu yeni bir büyüme stratejisi içinde merkez bir konuma yerleştirilmesi Endüstri 4.0, Toplum 5.0 ve Endüstri 5.0 gibi yeni açılımlar ortaya çıkarmıştır. Bu açılımlar, ilgili ülkeleri siyasi, toplumsal, ekonomik, demografik, teknolojik sorunlarına, küresel ve bölgesel liderlik amacını da gözeterek cevap arayan, ekonomik büyüme, yatırım, yapısal dönüşüm ve rekabetçilik stratejileridir. Dijital dönüşüm bu plan ve stratejilerde kuşkusuz merkezi bir konumdadır. Almanya'da ortaya atılan Endüstri 4.0, üzerinden geçen on yılı aşkın sürede, endüstriyel üretime odaklı, toplumsal ve ekolojik boyutları zayıf kalan bir politika gündemi haline gelmiştir. Sonraki süreçte, Japonya'da kamuoyuna sunulan Toplum 5.0 gündemi ise toplumsal kavrayışı ve görece güçlü insan-merkezli söylemi ile öne çıkmıştır. Birçok bilimsel yayında Toplum 5.0, Endüstri 4.0 teknolojilerine dayanan süper akıllı toplum temel amacı etrafında şekillendirilmiş bir vizyon olarak değerlendirilmektedir. Toplum 5.0 ile benzer başka bir kavram, Avrupa Komisyonu'nun 2021 yılında ilan ettiği Endüstri 5.0 gündemidir. Endüstri 5.0, sosyal ve ekolojik sorunları merkeze alan, sürdürülebilir, insan merkezli ve dirençli bir Avrupa endüstrisi hedeflemektedir. Ancak mevcut dijitalleşme trendi, çevresel ve sosyal bakımdan nötr değildir ve birçok olumsuz sosyal ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Yeni yıkıcı dijital tabanlı teknolojilerin sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla uyumlu bir şekilde evrilmesi potansiyelini bugünden dışlamak mümkün olmamakla birlikte, mevcut durumda dijital dönüşümü merkeze alan plan ve stratejiler, birçok sosyal ve çevresel zorlukla karşı karşıyadır. Mevcut dijital dönüşüm trendi, işgücü piyasalarında iş kayıplarına, beceri uyumsuzluklarına, güvencesizliklerin, cinsiyet, yaş, etnik köken gibi sosyal gruplar arasında eşitsizliklerin ve sosyal dışlanmanın artmasına neden olmaktadır. Kurumsal ve yasal mimariler dijitalleşmenin hızına yetişememekte, dijitalleşmeyle ortaya çıkan atipik istihdam

ve sözleşme biçimleri sosyal korumayı etkisiz bırakmaktadır. Doğru ve etkin politikalar uygulanmadığı takdirde dijital cinsiyet eşitsizliğinin derinleşmesi güçlü bir olasılık olarak değerlendirilmektedir. BTMM alanlarında kadın mezunların ve ilgili alanlarda kadın istihdamının yetersizliği bütün ülkeler için ortak ve büyük bir sorundur. Dijital işlerde ise aşırı çalışma, iş-yaşam dengesinin kurulmaması, sosyal izolasyon gibi nedenlerle stres ve zihinsel rahatsızlıkların arttığını gösteren çalışmalar söz konusudur.

Dijitalleşme, önemli çevresel sorunlara da neden olmaktadır. Ekonomik büyümenin çevresel etkilerden ayrıştırılması bakımından son derece kritik olarak değerlendirilen dijitalleşmenin olumsuz çevresel yansımaları arasında dijital karbon ayak izinde artış, elektrik tüketiminin artması nedeniyle artan karbon emisyonu ve hızla artan e-atıklar yer almaktadır. Dijital teknolojilerin enerji ve kaynak verimliliğinin artmasını sağlayan dolaylı etkilerinin ise geri tepme etkileri nedeniyle bertaraf olması ihtimali gözden kaçırılmamalıdır. Dijital uçurumların, örneğin e-atıkların sürekli olarak artmasına neden olmadan nasıl aşılacağı son derece kritik bir teknolojik, politik ve yönetişimsel bir sorundur. Sürdürülebilir kalkınma ve SKA çerçevesinde gerçekleşecek bir dijital dönüşüm, mevcut dijitalleşme trendinin neden olduğu olumsuz sosyal ve çevresel meydan okumaları bertaraf edecek şekilde düzenlenmelidir. Sadece kısa vadeli ekonomik getirilere odaklı politikalar, Toplum 5.0 ve Endüstri 4.0 gibi plan ve stratejilerin söylemde kalmasına neden olacaktır. SKA'nın on altıncısı ve on yedincisi olan "Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar" ve "Amaçlar için Ortaklık", sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu dijital dönüşüm politikalarının oluşturulması ve uygulaması açısından son derece kritik görünmektedir.

## KAYNAKÇA

- Acemoglu, D. ve Autor, D. (2011). *Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings* (O. Ashenfelter ve D. Card, Ed.). *Handbook of Labor Economics*, 4B içinde (s.1043-1171). DOI 10.1016/S0169-7218(11)02410-5.
- Acemoglu, D. ve Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488–1542. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
- Acemoglu, D. ve Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- Arnold, M.G., Vogel, A. ve Ulber, M. (2021). Digitalizing higher education in light of sustainability and rebound effects—surveys in times of the covid-19 pandemic. *Sustainability*, 13(22), 1-29. <https://doi.org/10.3390/su132212912>
- Arntz, M., Gregory, T. ve Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in oecd countries: a comparative analysis, OECD social, employment and migration working papers no.189. <https://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Audrey, A.A. ve Paksi, A.K. (2022). The challenges of the Japanese government to implement society 5.0. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 209. DOI 10.2991/aebmr.k.220209.058.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bataineh, O., Qablan, A., Belbase, S., Takriti, R. ve Tairab, H. (2022). Gender Disparity in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Programs at Jordanian Universities. *Sustainability*, 14, 14069. <https://doi.org/10.3390/su142114069>
- Berg, J., Green, F., Nurski, L. ve Spencer, D. (2022). Risks to job quality from digital technologies: are industrial relations in europe ready for the challenge?. Bruegel Working Paper 16/2022, <https://www.bruegel.org/sites/default/files/2022-11/WP%2016.pdf>
- Bergman, N. ve Foxon, T.J. (2022). Drivers and affects of digitalization on energy demand in low-carbon scenarios. *Climate Policy*, 23(3), 329–342. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2145260>
- Bieser, J.C.T ve Hilty, L.M. (2018a). Indirect effects of the digital transformation on environmental sustainability: methodological challenges in assessing the greenhouse gas abatement potential of ict. *EPiC Series in Computing*, 52, 68–81. <https://doi.org/10.29007/lx7q>
- Bieser, J.C.T ve Hilty, L.M. (2018b). Assessing indirect environmental effects of information and communication technology (ict): A systematic literature review. *Sustainability*, 10, 2662. doi:10.3390/su10082662

- BTK. (t.y.), Toplum 5.0. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/toplum-5-0-arastirma-raporu.pdf>
- Braganza, A., Chen, W., Canhoto, A. ve Sap, S. (2022). Gigification, job engagement and satisfaction: the moderating role of ai enabled system automation in operations management. *Production Planning & Control*, 33(16), 1534-1547. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882692>
- Braxton, J. C. ve Taska, B. (2020). Technological change and the consequences of job loss. *American Economic Review*, 113(2), 279-316. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32996.53126>
- Breque, M., De Nul, L. ve Petridis, A. (2021). Industry 5.0 towards a sustainable, human-centric and resilient european industry. *Research and Innovation Paper Series European Commission*. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Camodeca, R. ve Almici, A. (2021). Digital transformation and convergence toward the 2030 agenda's sustainability development goals: Evidence from Italian listed firms. *Sustainability*, 13, 11831. <https://doi.org/10.3390/su132111831>
- Carayannis, E.G. ve Morawska-Jancelewicz, J. (2022). The futures of Europe: Society 5.0 and industry 5.0 as driving forces of future universities. *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 3445-3471, <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00854-2>
- Carayannis, E.G., Canestrino, R. ve Magliocca, P. (2023). From the dark side of industry 4.0 to society 5.0: Looking “beyond the box” to developing human-centric innovation ecosystems. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3239552>
- Carraz, R. ve Harayama, Y. (2018). Japan's innovation systems at the crossroads: society 5.0. Digital asia. 33-45. file [https://researchmap.jp/g0000218027/published\\_papers/20013396/attachment\\_file.pdf](https://researchmap.jp/g0000218027/published_papers/20013396/attachment_file.pdf)
- Carretero, S., Vuorikari, R. ve Punie, Y. (2017). Digcomp 2.1 the digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/38842>
- Chang, J. ve Huynh, P. (2016). Asean in transformation: The future of jobs at risk of automation. Working paper no 9. Geneva: ILO.
- Charles, L., Xia, S. ve Coutts, A. P. (Yay. Hz.) (2022). Digitalization and Employment A Review. ISBN 978-92-2-037252-4
- Chen, X., Despeisse, M. ve Johansson, B. (2020). Environmental sustainability of digitalization in manufacturing: A review. *Sustainability*, 12, 10298. <https://doi.org/10.3390/su122410298>
- Chung, H. ve Van Der Horst, M. (2018). Women's employment patterns after childbirth and the perceived access to and use of flexitime and teleworking. *Social Indicators Research*, 71(1), 47-72. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-2028-7>
- Creutzig, F., Acemoglu, D., Bai, X., Edwards, P.N., Hintz, M.J., Kaack, L.H., Kilkis, S., Kunkel, S., Luers, A., Milojevic-Dupont, N., Rejeski, D., Renn, J., Rolnick, D., Rosol, C., Russ, D., Turnbull, T.,

- Verdolini, E., Wagner, F., Wilson, C., Zekar, A. ve Zumwald, M. (2022). Digitalization And The Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 479–509. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-100056>
- De Felice, F., Travaglioni, M., ve Petrillo, A. (2021). Innovation Trajectories for a Society 5.0. *Data*, 6(11), 115. <https://doi.org/10.3390/data6110115>
- Dengler, K. ve Gundert, S. (2021). Digital Transformation and Subjective Job Insecurity in Germany. *European Sociological Review*, 37(5), 799–817. <https://doi.org/10.1093/esr/jcaa066>
- European Commission. (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 final.
- European Commission. (2021a). Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a Stronger Single Market for Europe's Recovery. SWD(2021) 352 final.
- European Commission. (2021b). Women in Digital Scoreboard 2021. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/women-digital-scoreboard-2021>
- European Parliament (2021). Digital Automation And The Future of Work. <https://doi.org/10.2861/826116>.
- Fich, L.E., Viola, S. ve Bentsen, N.S. (2022). Jevons Paradox: Sustainable Development Goals and Energy Rebound in Complex Economic Systems. *Energies*, 15(16), 5821. <https://doi.org/10.3390/en15165821>
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R. ve Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020, Erişim adresi: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM\\_2020\\_def.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf)
- Freeman, R., Yearworth, M. ve Preist, C. (2015). Revisiting Jevons' Paradox with System Dynamics Systemic Causes and Potential Cures. *Journal of Industrial Ecology*, 20(2), 341-353. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/jiec.12285](https://doi.org/10.1111/jiec.12285)
- Frey, C.B. ve Osborne, M.A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?. *Technological Forecasting & Social Change*, 114, 254–280. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Fukuda, K. (2020). Science, Technology And Innovation Ecosystem Transformation Toward Society 5.0. *International Journal of Production Economics*, 220, 107460 <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
- Habrat, D. (2020). Legal Challenges of Digitalization And Automation In The Context of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 51, 938–942. [10.1016/j.promfg.2020.10.132](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.132)
- Harayama, Y. ve Fukuyama, M. (2017). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society: Japan's Science and Technology Policies for Addressing Global Social Challenges, Erişim adresi: [https://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017\\_06/pdf/p08-13\\_TRENDS.pdf](https://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_06/pdf/p08-13_TRENDS.pdf)
- Holroyd, C. (2022). Technological Innovation And Building A 'Super Smart' Society: Japan's Vision of Society 5.0. *Journal of Asian Public Policy*, 15(1), 18–31, <https://doi.org/10.1080/17516234.2020.1749340>

- Huang, S., Wang, B., Li, X., Zheng, P., Mourtzis, D. ve Wang, L. (2022). Industry 5.0 and Society 5.0— Comparison, Complementation And Co-evolution. *Journal of Manufacturing Systems*, 64, 424–428. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.07.010>
- GeSI. (2015). ICT Solutions for 21st Century Challenges, Erişim adresi: [https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full\\_report.pdf](https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf)
- Gossart, C. (2015). Rebound effects and ICT: A Review of The Literature. *Advances In Intelligent Systems And Computing* içinde (s.435–448). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_26).
- Government of Japan (2016). The 5th Science and Technology Basic Plan, Erişim adresi: <https://5x5.wirelesswatch.jp/docs/S5-plan.pdf>
- Hayashi, Y. (2019). Japanese Science and Technology Basic Plan: A Perspective of Policy Process. *Innovation and Development Policy*, 1, 24-38, <https://doi.org/10.3724/SP.J.2096-5141.2019.0003>.
- Herring, H., ve Roy, R. (2002). Sustainable Services, Electronic Education And The Rebound Effect. *Environmental Impact Assessment Review*, 22(5), 525-542, [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(02\)00026-4](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(02)00026-4)
- ILO. (2020). The Future of Work In The Digital Economy, Erişim adresi: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms\\_771117.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_771117.pdf)
- ITU. (2021). Digital Technologies to Achieve The UN SDGs, Erişim adresi: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/icts-to-achieve-the-united-nations-sustainable-development-goals.aspx>.
- Jain, A. (2021). Impact of Digitalization And Artificial Intelligence As Causes And Enablers of Organizational Change, Erişim adresi: [https://ficsa.org/fileadmin/user\\_upload/Impact\\_of\\_Digitalization\\_and\\_AI\\_-\\_Implications\\_for\\_the\\_international\\_civil\\_service\\_-\\_Final\\_report.pdf](https://ficsa.org/fileadmin/user_upload/Impact_of_Digitalization_and_AI_-_Implications_for_the_international_civil_service_-_Final_report.pdf)
- Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question; An Inquiry Concerning The Progress Of The Nation, And The Probable Exhaustion Of Our Coal-Mines*. Secon Edition Revised. London: MacMillan & Co, Erişim adresi: [https://oll-resources.s3.us-east-2.amazonaws.com/oll3/store/titles/317/0546\\_Bk.pdf](https://oll-resources.s3.us-east-2.amazonaws.com/oll3/store/titles/317/0546_Bk.pdf)
- Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G. ve Wahlster, W. (Ed.). (2016). *Industrie 4.0 In A Global Context: Strategies For Cooperating With International Partners*, Erişim adresi: [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2016/11/acatech\\_eng\\_STUDIE\\_Industrie40\\_global\\_Web.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2016/11/acatech_eng_STUDIE_Industrie40_global_Web.pdf)
- Kagermann, H. ve Wahlster, W. (2022). Ten Years of Industrie 4.0. *Sci*, 4(3), 26. <https://doi.org/10.3390/sci4030026>
- Karabarounis, L. ve Neiman, B. (2013). The Global Decline of the Labor Share. NBER Working Paper 19136. <https://doi.org/10.3386/w19136>



- Katz, L.F. ve Krueger, A.B. (2017). The Rise and Nature of Alternative Work Arrangements in the United States, 1995-2015. NBER Working Paper Series 22667. <https://doi.org/10.3386/w22667>
- Keynes, J. M. (1930). Economic Possibilities for Our Grandchildren, Erişim adresi: <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>
- Konle-Seidl, R. ve Danesi, S. (2022). Digitalisation And Changes In The World of Work. Study Requested by the European Parliament's Committee on Employment and Social Affairs (EMPL) Committee, Erişim adresi: <http://www.europarl.europa.eu/supporting-analyses>
- Kovacs, O. (2018). The Dark Corners of Industry 4.0 – Grounding Economic Governance 2.0. *Technology in Society*, 55, 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.07.009>.
- Lange, S., Pohl, J. ve Santarius, T. (2020). Digitalization And Energy Consumption. Does ICT Reduce Energy Demand?. *Ecological Economics*, 176, 106760, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760>
- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D. ve Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and Retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 279–295. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>
- Liu, R., Gailhofer, P., Gensch, C.O., Köhler, A. ve Wolff, F. (2019). Impacts of The Digital Transformation on The Environment And Sustainability. Öko-Institut e.V, Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/342039732\\_Impacts\\_of\\_the\\_digital\\_transformation\\_on\\_the\\_environment\\_and\\_sustainability](https://www.researchgate.net/publication/342039732_Impacts_of_the_digital_transformation_on_the_environment_and_sustainability)
- López-Martínez, M., García-Luque, O. ve Rodríguez-Pasquín, M. (2021). Digital Gender Divide and Convergence in the European Union Countries. *Economics*, 15, 115–128. <https://doi.org/10.1515/econ-2021-0012>
- Maddikunta, P.K.R., Pham, Q., Prabadevi, B., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T.R, Ruby, R., ve Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies And Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
- Mahdavi S. ve Sojoodi, S. (2021). Impact of ICT on Environment. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1020622/v1>
- Mondejar, M.E., Avtar, R., Diaz, H.L.B., Dubey, R.K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., Hallam, B., Mbungu, N.T., Okolo, C.C., Prasad, K.A., She, Q., Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to Achieve Sustainable Development Goals: Steps Towards A Smart Green Planet. *Science of the Total Environment*, 794, 148539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
- Marx, K. (2017). *1844 El Yazmaları*. Murat Belge (çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.
- Maslej, N., Fattorini, L., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ligett, K., Lyons, T., Manyika, J., Ngo, H., Niebles, J.C., Parli, V., Shoham, Y., Wald, R., Clark, J. ve Perrault, R. (2023). *The AI Index 2023 Annual Report*, Erişim adresi: [https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI\\_AI-Index-Report\\_2023.pdf](https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf)

- Microsoft. (2021). 2021 Work Trend Index: Annual Report The Next Great Disruption Is Hybrid Work – Are We Ready?. <https://www.architecturalrecord.com/ext/resources/Issues/2021/07-July/Work-Trend-Index-2021-Annual-Report.pdf>
- Miskiewicz, R. (2022). Clean and Affordable Energy within Sustainable Development Goals: The Role of Governance Digitalization. *Energies*, 15, 9571. <https://doi.org/10.3390/en15249571>.
- Mokyr, J., Vickers, C. ve Ziebarth, N. L. (2015). The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3) 31–50. <http://dx.doi.org/10.1257/jep.29.3.31>
- Munoz-Boudet, A. M., Rodriguez-Chamussy, L., Chiarella, C., Oral-Savonitto, I. (2021). Women And STEM In Europe And Central Asia. *World Bank Report* No: AUS0002179, Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED612413.pdf>
- Mourtzis, D. (2021). Towards The 5th Industrial Revolution: A Literature Review And A Framework For Process Optimization Based on Big Data Analytics And Semantics. *Journal of Machine Engineering*, 21, 5–39. <https://doi.org/10.36897/jme/141834>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J. ve Panopoulos, N.A. (2022). Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15, 6276. <https://doi.org/10.3390/en15176276>
- Nakanishi, H. ve Kitano, H. (2018). Society 5.0: Co-Creating The Future, Erişim adresi: [https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095\\_booklet.pdf](https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_booklet.pdf).
- Oberfield, E. ve Raval, D. (2014). Micro Data And Macro Technology, NBER Working Paper 20452. Erişim adresi: <http://www.nber.org/papers/w20452>.
- Peña-Casas, R., Ghailani, D. ve Coster, S. (2018). The Impact of Digitalisation on Job Quality In European Public Services The Case Of Homecare And Employment Service Workers. European Social Observatory – *European Public Service Union Final Report*, Erişim adresi: <https://www.epsu.org/sites/default/files/article/files/FINAL%20REPORT%20EPSU%20DIGITALISATION%20-%20OSE%20June%202018.pdf>
- Pérez-Martínez, J., Hernandez-Gil, A., San Miguel, G., Ruiz, D. ve Arredondo, M.T. (2023). Analysing Associations Between Digitalization And The Accomplishment of the Sustainable Development Goals. *Science of the Total Environment*, 857, 159700. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159700>
- Pohl, J., Hilty, J.M. ve Finkbeiner, M. (2019). How LCA Contributes to The Environmental Assessment of Higher Order Effects of ICT Application: A Review of Different Approaches. *Journal of Cleaner Production*, 219, 698-712. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.018>
- Roblek, V., Meško, M., Bach, M.P., Thorpe, O. ve Šprajc, P. (2020). The Interaction Between Internet, Sustainable Development, and Emergence of Society 5.0. *Data*, 5(80). <https://doi.org/10.3390/data5030080>.

- Narvaez-Rojas, C., Alomia Peñafiel, G.A., Loaiza Buitrago, D.F. ve Tavera Romero, C.A. (2021). Society 5.0: A Japanese Concept for a Superintelligent Society. *Sustainability*, 13, 6567. <https://doi.org/10.3390/su13126567>
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background And Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5), 77. <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>
- Schneegans, S., Lewis, J. ve Straza, T. (Ed.) (2021). UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development – Executive Summary. Paris: UNESCO Publishing.
- Schwab, K. ve Davis, N. (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek*. İstanbul: Optimist Yayınları.
- Sluiter, R., Manevska, K. ve Akkerman, A. (2020). Atypical Work, Worker voice And Supervisor Responses. *Socio-Economic Review*, 20(3), 1069-1089. <https://doi.org/10.1093/ser/mwaa022>
- Smit, S., Tacke, T., Lund, S. Manyika, J. ve Thiel, L. (2020). The Future of Work in Europe: Automation, Workforce Transitions, And The Shifting Geography of Employment. *McKinsey Global Institute Discussion Paper 2020/6*, Erişim adresi: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-in-europe>.
- Spencer, D. A. (2018). Fear And Hope In An Age of Mass Automation: Debating The Future of Work. *New Technology, Work and Employment*, 33(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12105>
- Sulkowski, L., Kolasinska-Morawska, K., Seliga, R. ve Morawski, P. (2021). Smart Learning Technologization in the Economy 5.0—The Polish Perspective. *Applied Science*, 11, 5261. <https://doi.org/10.3390/app11115261>
- Tavares, M.C., Azevedo, G. ve Marques, R.P. (2022). The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society—A Literature Review. *Societies*, 12, 149. <https://doi.org/10.3390/soc12060149>
- Tomczyk, L., Eliseo, M. A., Sánchez, G., Costas, V., Barros, M.J., Silveira, I. F., Oyelere, S.S. ve Amado-Salvatierra, H., (2019). Digital Divide in Latin America and Europe: Main Characteristics In Selected Countries. 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). DOI:10.23919/CISTI.2019.8760821
- UN. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, Erişim adresi: A/70/L.1.
- UNCTAD. (2021). Digital Economy Report 2021 Cross-border Data Flows And Development: For Whom The Data Flow.
- UNDP. (2021). *Gender Equality In Digitalization: Key Issues for Programming*, Erişim adresi: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/kg/gender\\_equality\\_in\\_digitalization.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/kg/gender_equality_in_digitalization.pdf)
- UNEP. (2021). *The Growing Footprint of Digitalisation*. Foresight Briefs, Erişim adresi: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37439/FB027.pdf>

- UNEP. (2022). *Digital Transformation: Becoming An Innovative, Agile And Collaborative Organization, Fit For Purpose In The Digital Age*, Erişim adresi: <https://www.unep.org/resources/policy-and-strategy/digital-transformation-becoming-innovative-agile-and-collaborative>.
- Walwei, U. (2016). Digitalization And Structural Labour Market Problems: The Case of Germany. ILO Research Paper No.17, Erişim adresi: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms\\_522355.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms_522355.pdf)
- Widdicks, K., Lucivero, F., Samuel, G., Croxatto, L. S., Smith, M. T., Holter, C. T., Berners-Lee, M., Blair, G. S., Jirotko, M., Knowles, B., Sorrell, S., Börjesson Rivera, M., Cook, C., Coroama, V.C., Foxon, T.J., Hardy, J., Hilty, L.M., Hinterholzer, S ve Penzenstadler, B. (2023). Systems Thinking And Efficiency Under Emissions Constraints: Addressing Rebound Effects in Digital Innovation And Policy. *Patterns*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100679>
- WCED. (1987). Our Common Future (The Brundtland Report), Erişim adresi: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- WEF. (2020). The Future of Jobs Report 2020, Erişim adresi: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)
- WEF. (2021). Global Gender Gap Report 2021 Insight Report, Erişim adresi: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GGGR\\_2021.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2021.pdf)
- Vickery, G. (2012). Smarter and Greener? Information Technology and the Environment: Positive or negative impacts?, [https://www.iisd.org/system/files/publications/com\\_icts\\_vickery.pdf](https://www.iisd.org/system/files/publications/com_icts_vickery.pdf)
- Voss, E. ve Riede, H. (2018). Digitalisation and workers participation: what trade unions, company level workers and online platform workers in europe Think. <https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2018-09/Voss%20Report%20EN2.pdf>
- Voss, E. ve Rego, R. (2019). Digitalization and public services: A labour perspective. FES Report, [https://pop-umbrella.s3.amazonaws.com/uploads/4fbc6dfa-0406-4050-b7eb-96033ab593ff\\_2019%20-%20EN%20Digit%20main%20report%20with%20foreword.pdf](https://pop-umbrella.s3.amazonaws.com/uploads/4fbc6dfa-0406-4050-b7eb-96033ab593ff_2019%20-%20EN%20Digit%20main%20report%20with%20foreword.pdf)
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B. ve Wang, L. (2021). Industry 4.0 And Industry 5.0—Inception, Conception And Perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
- Zhang, D., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., Lyons, T., Manyika, J., Niebles, J.C., Sellitto, M., Shoham, Y., Clark, J. ve Perrault, R. (2021). The AI Index 2021 Annual Report. Human-Centered AI Institute, Stanford University, [https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/11/2021-AI-Index-Report\\_Master.pdf](https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/11/2021-AI-Index-Report_Master.pdf)
- Zhang, K., Li, S., Qin, P. ve Wang, B. (2023). Spatial and Temporal Effects of Digital Technology Development on Carbon Emissions: Evidence from China. *Sustainability*, 15(1), 485. <https://doi.org/10.3390/su15010485>