



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
ANABİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE YENİ TEKNOLOJİ GİRİŞİMLERİNİN
BEŞERİ SERMAYE AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNSELİ BÜYÜK

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BÜNYAMİN BACAK**

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ÇALIŞMA EKONOMİSİ ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI

**ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE YENİ TEKNOLOJİ GİRİŞİMLERİNİN
BEŞERİ SERMAYE AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Günseli BÜYÜK

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Bünyamin BACAĞ

Çanakkale – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Günseli BÜYÜK tarafından Prof. Dr. Bünyamin BACAĞ yönetimde hazırlanan ve 24/08/2023 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Endüstri 4.0 Sürecinde Yeni Teknoloji Girişimlerinin Beşeri Sermaye Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bünyamin BACAĞ

(Danışman)

Prof. Dr. Suat UĞUR

Dr. Öğr. Üyesi Merve YÖRÜBULUT

İmza

.....

.....

.....

Tez No : 10574953

Tez Savunma Tarihi : 24/08/2023

.....
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Günseli BÜYÜK

24/08/2023

TEŞEKKÜR

Bu tezi gerçekleŐtirmemde en başından itibaren benden yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, anlayıŐı ve gÜler yÜzÜyle bu zorlu sÜreci kolaylaŐtıran çok değerli danıŐmanım BÜnyamin BACAĞ hocama, YÜksek Lisans yapmam konusunda beni yÜnlendiren ve her zaman destekleyen hayat arkadaŐım, sevgili eŐım Emrullah BÜYÜK'e, bu sÜreçte bana anlayıŐ gÜsterip yardımcı olan, varlıklarıyla bana gÜç katan canım kızlarım Bengi ve İpeğe, destekleri için canım kardeŐim NilgÜN'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

GÜnseli BÜYÜK
anakkale, 2023

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE YENİ TEKNOLOJİ GİRİŞİMLERİNİN BEŞERİ SERMAYE AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Günseli BÜYÜK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Bünyamin BACAĞ

24/08/2023, 89

Bu tezin hazırlanış tarihi açısından, içinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 Sanayi Devriminin, ilk üç sanayi devriminden daha farklı olarak, tarihin seyrini kökten değiştirecek teknolojik gelişmelerin yaşanacağı ve yaşanmaya başladığı bir dönem olması itibarıyla öneminin anlaşılması bir gereklilik olmuştur. Çalışmada bu farkındalığı sağlayabilmek için Endüstri devrimleri, tarihi süreçleri bakımından, kapsamlı bir şekilde kaynak taramaları yapılarak ortaya konulmuş ve bu süreçlerde toplumda ve beşeri sermayedeki değişimler belirtilmiştir. Birinci endüstri devriminden günümüze değin teknolojideki, toplum yapısındaki ve beşeri sermayedeki değişimler incelenmiş ve bugünün dijital çağına nasıl ulaşıldığının basamakları ortaya konulmak istenmiştir. Ayrıca bu tezin konusu ve yazılma amacı olarak Endüstri 4.0 dijital devriminin ve teknoloji bileşenlerinin toplumları ve beşeri sermayeyi, iş yapış şekillerini ve meslekleri nasıl etkileyeceğinin mercek altına alınarak bu çağda yaşayan bireylerin, bu teknolojiler ve yeni mesleklere kendilerini hazırlamalarını sağlayacak, farkındalıklarını arttıracak bir kaynak olması düşünülmüştür. Önümüzdeki on yıllarda akıllı sistemlerle donatılacak sanayide insan faktörünün büyük oranda azalacağı, yetişmiş ve nitelikli personel dışındaki beşeri sermayenin istihdam dışı kalacağı öngörülmüştür. Bu bağlamda beşeri sermaye kavramı ve endüstri 4.0 teknolojilerine uyumlu işgücünün oluşturulmasıyla ilgili konular üzerinde araştırmalar yapılmış ve bu konudaki çalışmalardan yararlanarak çözüm yolları ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Endüstri 4.0 Bileşenleri, Beşeri Sermaye, Türkiye.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF NEW TECHNOLOGY INITIATIVES IN THE INDUSTRY 4.0 PROCESS IN TERMS OF HUMAN CAPITAL

Günseli BÜYÜK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Department of Labor Economics and Industrial Relations Master Thesis

Advisor: Prof. Dr. Bünyamin BACAĞ

24/08/2023, 89

This thesis presents a comprehensive review of the Industry 4.0 revolution and its profound impact on society, human capital, and workforce preparation. By delving into the historical processes underlying industrial revolutions, the study aims to enhance awareness and understanding of the subject matter. Through an extensive examination of relevant literature, this research elucidates the transformations in technology, social structures, and human capital that have occurred from the first industrial revolution to the present digital age. The primary objective is to reveal the evolutionary path leading up to the current digital era and the associated challenges and opportunities. The thesis focuses specifically on the Industry 4.0 revolution, its technological components, and their societal implications. It explores how this revolution is reshaping societies and transforming human capital, and further investigates how individuals and businesses can prepare themselves for the profound changes brought about by Industry 4.0, including the emergence of new professions and altered work methodologies. A critical aspect of the study is the recognition that Industry 4.0 entails a paradigm shift where smart systems are expected to dominate industries, potentially resulting in a significant decrease in the demand for unskilled labor. In this context, the concept of human capital and its relation to the creation of a workforce that is compatible with Industry 4.0 technologies are thoroughly examined. Furthermore, the research endeavors to provide practical insights and solutions to address the challenges associated with Industry 4.0. It explores strategies for workforce preparation and the development of skills that align with the demands of the digital age.

Key words: Industry 4.0, Industry 4.0 Components, Human Capital, Turkey.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
TABLOLAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİNE TARİHSEL BAKIŞ

5

2.1. Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0).....	5
2.1.1. Birinci Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi.....	8
2.2. İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2. 0).....	11
2.2.1. İkinci Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi.....	13
2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0).....	14
2.3.1. Üçüncü Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi.....	19
2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0).....	21
2.4.1.Dördüncü Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi.....	28
2.4.2.Toplum 5.0.....	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'ın TEMEL DİNAMİKLERİ

35

3.1. Siber Fiziksel Sistemler.....	35
------------------------------------	----

3.2.	Büyük Veri (Big Data) ve Analitikler.....	35
3.3.	Bulut Bilişim (Cloud Computing)	36
3.4.	Nesnelerin İnterneti (İnternet of Things, IoT)	39
3.5.	Katmanlı Üretim ve 3D-4D Yazıcılar.....	41
3.6.	Artırılmış Gerçeklik.....	43
3.7.	Yapay Zeka (AI) ve Otonom Robotlar.....	43
	3.7.1. Dar Yapay Zeka (Narrow AI).....	45
	3.7.2. Genel Yapay Zeka (AGI, Artificial General Intelligence).....	45
	3.7.3. Süper Yapay Zeka (ASI, Artificial Superintelligence).....	46
3.8.	Siber Güvenlik.....	47

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BEŞERİ SERMAYE KAVRAMI VE ENDÜSTRİ 4.0 'IN ETKİLERİ

4.1.	Beşeri Sermaye Kavramı Ve Tanımı.....	49
4.2.	Beşeri Sermayede Teorik Yaklaşımlar.....	50
4.3.	Beşeri Sermayede Eğitimin Önemi ve Endüstri 4.0 İlişkisi.....	54
4.4.	Endüstri 4.0 Sürecinde İstihdam	57
4.5.	Geleceğin Meslekleri ve Otomasyonun Etkileyeceği Meslekler.....	62
4.6.	Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye.....	69
	4.6.1. Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Politikaları.....	73
	4.6.2. Türkiye'de Beşeri Sermaye ve Endüstri 4.0	74
	4.6.3. Türkiye'de Endüstri 4.0 Sürecinde Eğitim.....	77

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

KAYNAKÇA.....	82
---------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR

AR-GE	Araştırma- Geliştirme
TUBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
TDK	Türk Dil Kurumu
GFK	Growth From Knowledge
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
BCG	Boston Consulting Group
BSTB	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
M2M	Makineden Makineye
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
RFID	Radyo Frekansı İle Tanımlama
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	Türkiye Sanayici ve İş İnsanları Derneği
3D	Üç Boyutlu
4D	Dört Boyutlu
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
SBB	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
ARPANET	Gelişmiş Araştırma Projeleri Ağı
DARPA	Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı
İTUBİDB	İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı
IoT	Nesnelerin İnterneti
BT	Bilgi Teknolojileri
AI (YZ)	Yapay Zeka
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Bulut bilişimin etkileyeceği sektörler	38
Tablo 2	Otomasyonun etkileyeceği meslekler	63
Tablo 3	Otomasyonun en az etkileyeceği meslekler	64
Tablo 4	Geleceğin Meslekleri	68
Tablo 5	Türkiye’de AR-GE için Yapılan Harcamaların GSYH ve Merkezi Yönetim Bütçesi içindeki Payı.	71
Tablo 6	Türkiye’de 2022 yılındaki AR-GE Harcamaları	72
Tablo 7	2018 PISA Sonuçlarına Göre İlk 5 Ülke ve Türkiye karşılaştırması	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 1	Endüstri devrimlerinin kronolojisi	4
Şekil 2	Thomas Newcomen'in buhar makinası çizimi	5
Şekil 3	Sanayi devriminin itici gücü: James Watt'ın buhar makinesi	6
Şekil 4	Henri Ford'un seri üretim hattındaki arabaları	12
Şekil 5	Tam otomasyon sistemle üretim	15
Şekil 6	ENIAC (İlk Elektronik Bilgisayar)	16
Şekil 7	Endüstri 4.0,	24
Şekil 8	Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri	25
Şekil 9	Şekil 9. Tarihte Toplumun Değişimi	27
Şekil 10	Şekil 10: Tarihte toplumun dönüşümü	31
Şekil 11	Şekil 11. Bulut Bilişim Platformu	37
Şekil 12	Şekil 12. Nesnelerin İnterneti (IoT, Internet of Things)	40
Şekil 13	Yükselişteki yetkinlikler (Beceri/Bilgi/Yapabilirlik ve Tutumlar)	56
Şekil 14	İmalat Sanayinde Robot Yoğunluğu 2020	60
Şekil 15	İşgücü Gelişimi İçin İşletmelerin On Beceri Önceliği	61
Şekil 16	ABD ve Avrupa'daki teknoloji şirketlerinin işten çıkarma oranları	62
Şekil 17	Sektörlerin dijitalleşme için yaptıkları yatırım düzeyleri	70
Şekil 18	BCG Üretim Maliyeti Endeksi, 2014	73
Şekil 19	Türkiye'de Sektörel İstihdamın Dağılımı 2022	75

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanlık, var olduğu zamandan itibaren hayatta kalma mücadelesi vermiştir. İlk çağlarda barınmak için mağaraları kullanmış, ateşi bulmuş, avcılık ve toplayıcılıkla elde ettikleri besinleri kendi ürettikleri toprak kaplarda pişirip besin ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Avladıkları hayvanların derilerinden kendilerine kıyafetler yapmışlardır. İhtiyaçları doğrultusunda ‘tarih öncesi çağ’ olarak adlandırdığımız dönemlerde bile, ham maddeyi, ilkel yollarla da olsa kullanabilecekleri ürünlere dönüştürmüşlerdir.

Kaynaklara göre Avcı-toplayıcılar, artan nüfus ve iklime bağlı sebeplerden besin kaynaklarındaki azalmayla yerleşik hayata geçip tarımla uğraşmaya başlamışlar, kendilerine içinde buldukları coğrafya ve iklim koşullarına göre barınaklar yapmışlar, hayvanları ve bitkileri evcilleştirmişlerdir. Bu süreçte, yerleşik hayata geçmişler, toplulukların nüfusları artmaya, kendi aralarında takas sistemiyle, alış-veriş yapmaya başlamışlardır. Kasabalar, şehirler kurulmuş, insanlar bir arada yaşamaya başlamıştır. Ulaşım için atlar kullanılırken, daha sonraları at arabaları devreye girmiştir (Harari, 2015). Dünyadaki değişim ve gelişmeler, nüfusun artması; toplumların uygarlıklara ve imparatorluklara dönüşümünü sağlamıştır. Her milletin, kendine özgü kültürü, dini inancı ve yaşam tarzı ortaya çıkmıştır.

M.Ö. 7.yüzyılda Lidyalılar, ticarete kullanılacak ve kolay taşınabilir bir değiş-tokuş aracı olan parayı bulmuşlardır (Kökten, 2019). Altın ve gümüşten, daha sonraları farklı madenlerden yapılan bu paralar sikke olarak bilinmekle birlikte ticaretin gelişimine büyük katkı sağlamıştır. Günümüze kadar, insanların ihtiyaçlarından doğan pek çok icat olmuş ve yaşamlarını kolaylaştırmıştır. İnsanlığın bu gelişimi, yaşadığımız son iki ya da üç yüz yıl öncesine kadar, bin yıllarda meydana gelmiştir.

Önceleri kil tabletlere, daha sonraları hayvan derilerine, mısırdaki papirüs rulolarına, Avrupa’da parşömenlere yazılan bilgiler, Çin’in buluşu olan kağıt üzerine yazılmaya başlanmış ve böylece birçok uygarlık ve imparatorluklarda bilginin aktarımı kolaylaşmıştır (Eğilmez, 2019). Matbaanın bulunması ve yaygınlaşmasıyla da tüm dünyanın gelişimindeki ivme hızlanmıştır.

Osmanlı imparatorluğu egemenliğinde olan ipek ve baharat yolları, dönemin hükümdarı Fatih Sultan Mehmet'in 1453'de İstanbul'u fethetmesiyle Avrupa'nın doğuya açılan kapısı kapanmıştı. Batı ülkeleri, Doğunun zenginliğine ulaşabilmek için farklı yollar arayışına girmiş, böylece coğrafi keşifler başlamıştı (14.yüzyıl-16.yüzyıl). Avrupa, birçok yeni ülke ve kıtalar keşfetmiş, gittikleri yerlerin zenginliklerini ülkelere taşıyarak zenginleşmeye, oralardan getirdikleri insanları köle olarak iş gücünde kullanmaya başlamışlardı (Harari, 2018).

14.yüzyılın sonlarında İtalya'da: Floransa ve Venedik'te, daha sonraları İngiltere, Portekiz, Hollanda gibi büyük ülkelerde başlayan Rönesans ve Reform hareketleri ile orta çağ karanlığındaki (kilisenin toplum ve siyasi düşünce üzerindeki hakimiyeti, halkın koşulsuz dogmatik bilgilere inancı, kilisenin bilim ve icatları yasaklaması) Avrupa'da, doğuda yaygın olan matbaanın yaygınlaşması sayesinde, bilimsel bilgiye ulaşım kolaylaşmış, okur yazar oranı artmıştır. Bu gelişmeler Avrupa'da bilim, sanat, arkeoloji, tarih, edebiyat, hümanizm (insan sevgisi), kültür, icat ve buluşlarda pek çok gelişmeye neden olmuştur.

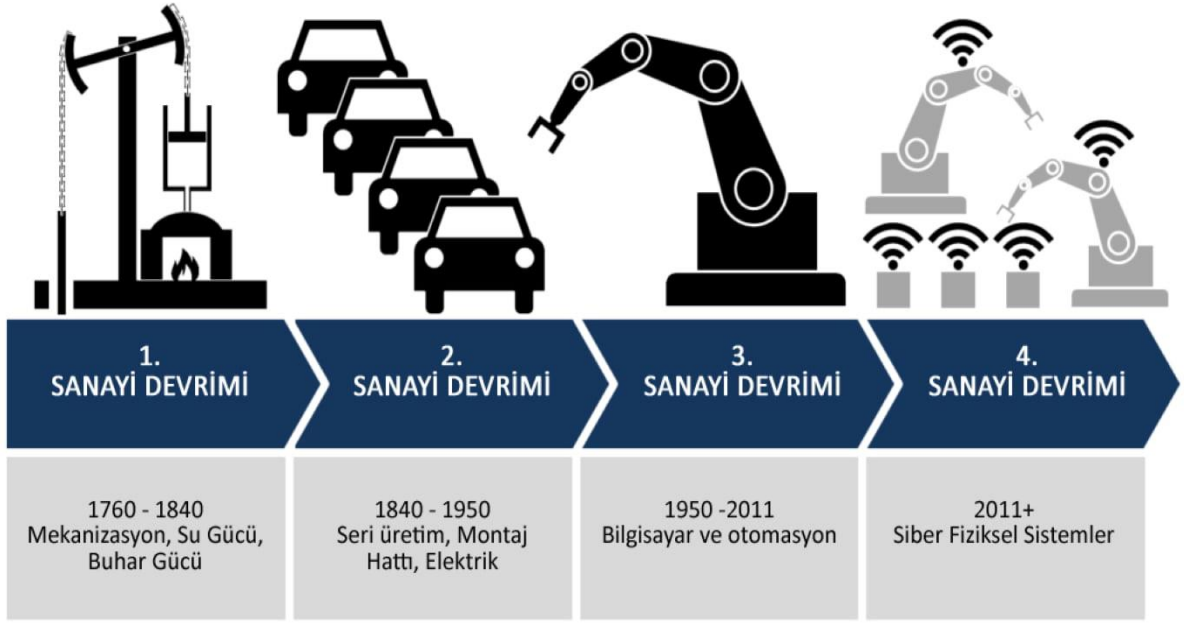
Avrupa'da 15.yüzyılın sonlarından itibaren askeri, siyasi, ekonomik ve kültürel alanda birçok gelişmeler olmuştur. Kıta Avrupası, 1500 ile 1750 yılları arasında büyük bir gelişme göstermiş ve güçlü gemileri sayesinde Amerika Kıtasının ve okyanusların egemenliğini ele geçirmiştir (Harari, 2018: 278). Bütün bu gelişimine rağmen o yıllarda Asya ülkelerine göre ekonomik bir cüceydi (Marks, 2022). Bu dönemde Akdeniz'de Osmanlı İmparatorluğu, İran'da Safevi İmparatorluğu, Hindistan'da Babür İmparatorluğu ve Çin'de Ming ve Qing hanedanları altın çağını yaşamaktaydılar. Bu devletler, hakim oldukları coğrafyaları büyük ölçüde genişletmiş ve çok büyük ekonomiye ve demografik yapıya kavuşmuşlardır. 1775 yıllarında Asya dünya ekonomisinin yüzde 80'ine hakim olmasına rağmen, 1759-1850 yılları arasında Avrupa, Asya güçleriyle yaptığı savaşlarda galip gelmiş, Asya'nın geniş bölgelerini fethetmiş ve küresel güç merkezini Avrupa'ya kaydırmıştır (Harari, 2018). Böylece Avrupalılar, Çinlilerden çok sonra keşfettikleri coğrafyalardan ülkelere aktardıkları değerli ganimetlerle, gelişme önderliğini Doğudan Batıya çekmeyi başarmışlardır (Eğilmez, 2019: 82).

Coğrafi keşiflerle sömürgeleştirilen ülkelerin tüm zenginliklerinin Avrupa'ya aktarılması, buradaki ülkelerin hızlı bir şekilde ekonomilerinin gelişmesine neden olmuş ve böylece 1. Sanayi devrimini gerçekleştirebilecek icatlar ve buluşlar ortaya çıkmıştır.

İngiltere’de 18.yüzyılın sonunda buharın gücü keşfedilmiştir. Bu güç makinelerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine, elle üretim tekniğinden fabrikalara, kısacası sanayileşme sürecine giren Avrupa ve Amerika (Kabaklarlı, 2019), günümüze değin sanayi devrimlerinin öncüsü olmuş ve diğer dünya devletlerine oranla sanayileri hızla geliştirmiştir. Sanayi devrimleri ülkelerin sosyoekonomik kalkınması açısından önemli rol oynamıştır. Teknolojiyi üreten ve verimli kullanan ülkelerin ekonomileri büyümüş ve Dünya’da süper güç olma yolunda ilerlemişlerdir.

Günümüzün modern dünyasının temelleri buhar makinesinin icadıyla atılmıştır ve bu dönem 1. Endüstri devrimi olarak adlandırılmıştır. 1900’lü yılların başından itibaren enerji kaynağı olarak elektrik ve petrolün kullanılması ve seri üretime geçilmesi 2. Endüstri devrimi, programlanabilir elektronik makinelerin üretim teknolojisine uygulanması yani bilgisayar ve otomasyonun icadı ve geliştirilmesi 3. Endüstri devrimi, makineleşmede akıllı sistemlerin geliştirilmesi, birçok siber fiziksel sistemlerin oluşturulması ve dijitalleşmeye geçilmesi, 4. Endüstri devrimi olarak literatüre geçmiştir (Yazıcı ve Düzgaya, 2016).

Her Sanayi Devrimi kendi dönemindeki üretim kavramını değiştirmiştir. Küçük ölçekli üretim yerini büyük ölçekli üretime bırakmış, mekanikten, elektrik elektroniğe, buradan kas gücünün daha az kullanıldığı otomasyon sistemine ve şimdi günümüzde Endüstri 4.0 ile fabrikalarda, iş gücünde insan faktörü kullanılmayan ‘Akıllı Fabrikalara’ geçilmeye başlanmaktadır. Tüm bu değişim ve dönüşümlerle, sistemlerin geliştirilmesiyle iş tanımları, şekilleri ve kuralları da değişmiş, çalışanların bu kurallara göre seçilmesini ve eğitilmesini gerekli kılmıştır. Günümüz sanayisinde kas gücünün yerini akıllı otonom makineler almaya başlamıştır. Ancak iş gücü talebindeki azalmaya karşın nitelikli iş gücü talebi artmıştır. Bu noktada beşeri sermayenin yeni teknolojilere adapte olmasının sağlanması yönünde eğitim alması ve donatılması iş olanaklarına sahip olmak açısından bir mecburiyet doğurmuştur.



Şekil 1. Endüstri devrimlerinin kronolojisi

Kaynak: <https://yapidergisi.com/mimarlık-ve-endüstri-4-0-esleşmesi>

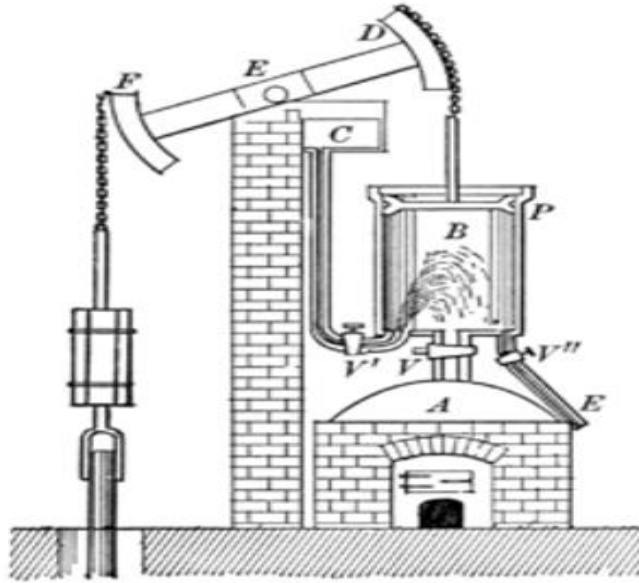
İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'ın TEMEL DİNAMİKLERİ

2.1. Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0)

'Endüstri' dilimize Fransızca 'industrie' kelimesinden geçmiştir. Hammaddeyi işleyerek, ürüne ya da enerjiye dönüştürmek için kullanılan tüm yöntem ve araçlar olarak tanımlanır (TDK, 2016). Devrim, TDK' na göre, belli bir alanda hızlı, köklü ve nitelikli değişiklik olarak tanımlanıyor. Endüstri devrimleri de modern dünyanın oluşturulmasında, toplumlarda nitelikli ve köklü değişikliklere neden olmuş ve pek çok icadı içinde barındırmıştır.

Birinci Sanayi Devrimi önce İngiltere'de ve sonrasında tüm Avrupa'da 18. ve 19. yüzyıllarda insan ve hayvan gücüyle çalışan üretim araçlarının yerini buhar gücüyle çalışan üretim araçlarının alması ve bu yolla kitlesel üretime geçilmesiyle ortaya çıkan gelişmenin adıdır (Eğilmez, 2019: 97). Öncelikle 18. yüzyılda İngiltere'de başlayıp tüm dünyaya yayılan bu devrim, insanların yerleşik hayata geçip tarım toplumu olmasından sonra yaşadığı ikinci büyük ve köklü değişim olmuştur. Birinci sanayi devrimi ile elle üretimden fabrikalara, tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçilmiştir (Kabaklarlı, 2019).



Şekil 2. Thomas Newcomen'in buhar makinası çizimi

Kaynak: <https://www.tarihlibilim.com>

Buhar makinasının bulunuşu Birinci Sanayi Devriminin temelini oluşturur. 1705'te Thomas Newcomen ilk buhar makinasını icat etmiş ve kömür madenlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1720'li yıllarda madencilik sanayisi, bu buhar makinesini kullanarak daha derinlerdeki kömürü çıkarabilmek için madenlerin içine dolan yeraltı sularının tahliyesini bu makineyle sağlamış ve daha çok kömür çıkarılmaya başlanmıştır. 1763'te James Watt tarafından bu buluş daha çok geliştirilmiştir. (Eğilmez, 2019: 98). Bu buluş sayesinde üretim önceki üretimle kıyaslanamayacak oranda artmıştır.. İnsanların toplu olarak çalıştırıldığı fabrikalar oluşturulmuş ve kitlesel olarak üretim sağlanmıştır.



Şekil 3. Sanayi devriminin itici gücü: james watt'ın buhar makinesi

Kaynak: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr>

Birinci Endüstri devrimi öncesinde insanlar geçimlerini evlerinde ya da küçük atölyelerde el işçiliğiyle ürettikleri ürünlerle ve tarımdan elde ettikleriyle sağlıyorlardı. İşlerin öğretimi babadan oğula ya da usta-çırak ilişkisi üzerinden ilerliyordu. Üretim daha çok basit mekanik aletlerle kas gücüne dayalı olarak yapılıyordu (Yararel, 2013). Üretim, dağıtım ve tedarikin kısıtlı olması sebebiyle üretilen ürünler sadece iç pazara sunulabiliyordu. Dış pazarlara açılabilme hem zor hem de riskliydi. Ürünlerin sevkiyatında karayolu kullanıldığında ürünler ya yağmaya uğruyor ya da gecikmelerden dolayı bozuluyordu. O günün şartlarında en iyi ulaşım deniz yolu taşımacılığıydı. Ancak gemilerin ilkel olması, hava koşulları ve yağmalar dış pazarlara açılmayı oldukça zorlaştırıyordu. Buhar gücünün

madenlerde kullanımından sonra gemilerde kullanılmasıyla deniz yolu taşımacılığı daha güvenli, düşük maliyetli ve kontrol edilebilir hale geldi (Karapınar, 2018).

Avrupa'da 16. Yüzyıldan itibaren başlayan Coğrafi Keşifler ve Sömürgecilik sayesinde, sömürgelerden getirilen değerli madenler, köleler ve gıdalar sayesinde refah ortamı oluşmuştur. Refahın artması, nüfusun artmasına dolayısıyla tüketim talebinin çoğalmasına ve daha çok üretime neden olmuş, bu da sermaye birikimine fırsat sağlamıştır. Birinci Sanayi Devriminden önce en önemli zenginlik kaynağı topraktır. Sanayi sonrası bu durum değişmeye başlamış, sermaye, ticaret ve girişimcilik gibi kavramlarla ulaşılan zenginlikler önem kazanmıştır. Bankacılık ve sigortacılığın gelişimiyle de sanayi yatırımları doğmuştur. Bununla birlikte şirketleri ve ticareti güvence altına alan; şirket hukuku, ticaret hukuku ve özellikle 'Patent' sayesinde, yeni icatların mali olarak korunmaya alınması sanayi devriminin gerçekleşmesindeki önemli adımlar olmuştur (Türk Tarih Kurumu, 2021).

İngiltere'nin sanayileşme sürecinde zengin kömür rezervlerinin, büyük bir donanmaya sahip olmasının, ticari kapasitesinin genişliği ve üst düzey bankacılık sisteminin gelişmiş olması, bireysel girişimlerin desteklenmesinde önemli faktörler olmuştur. Bunun yanında hızla büyüyen tarım alanlarının işlenmesi için yeni makinelere ihtiyaç duyulmasıyla da makine üretiminde hızlı bir artış meydana gelmiştir. Daha önceleri demircilik, arabacılık, dokumacılık gibi meslekleri kendi küçük işletmelerinde sürdüren insanlar aynı fabrikalarda farklı iş kolları altında toplanmışlardır (TTK, 2021).

Sanayi Devriminin ilk fabrikaları pamuk ve yünün işlenerek daha çok ürün elde edilmesini sağlamaya yöneliktir. John Kay'in 1733'te mekik atma işlemini otomatikleştirerek pamuklu dokumadaki üretimi hızlandıran icadı 'uçan mekik' ve 1765'te James Hargreaves'in icadı 'eğirme makinesi' gibi makineler pamuk ve yünden sağlanan ürünlerin toplu ve seri bir şekilde üretilmesini sağlamıştır (Saltık, 2012).

Daha önceleri İngiltere'de demir işletmeleri demiri eritmek için odun kullanıyordu ancak bu ormanların yok olmasına neden oluyordu. 11. yüzyılda Çinli demir ustaları demiri ergitme yöntemi olarak odun yerine kömürü kullanmaya başlamışlar ancak Avrupa'da 18.yüzyıla kadar bununla karşılaştırılabilir bir gelişme olmamıştır. 1709'da Quaker A. Darby yüksek fırında kok kömürü kullanmayı başarmış ama bu süreç yüzyılın sonlarına doğru ancak yaygınlaşmıştır (McClellan III ve Dorn, 2016). Demiri eritmek için kok kömürünün kullanılması demir ve çelik üretiminin artmasını böylece sanayileşme sürecinin

başlamasını sağlamıştır. Bu gelişme demiryollarının sağlamlaştırılmasına ve genişlemesine yol açarken, buhar makineleriyle çalıştırılan fabrikalarda üretilen malların dış pazarlara hızlı ve güvenli sevkiyatını gerçekleştirme fırsatı vermiştir. Bununla beraber demir ve kömür üretimindeki artış ve gelişmeler, bu madenlerin birçok farklı alanda kullanılmasını sağlamıştır. Ulaşım ve imalat konularındaki hızlı atılımlar, buhar makinesinin geliştirilmesi ve sonrasında elektriğin kullanıma girmesi sanayileşmenin önünü açmıştır. Buharlı lokomotifler, buharlı gemiler ve motorlu taşıtların üretilmesiyle birlikte yolların, köprülerin ve demir yollarının da gelişmesi hızlanmıştır (TTK, 2021).

İngiltere’de gelişen sanayi devrimi ülkeyi, sosyoekonomik ve teknolojik olarak diğer devletlere göre ileri taşımıştır. O dönemde bunun farkına varan İngiliz’ler, makine, vasıflı işçi ve üretim tekniklerinin ihracatını yasaklamışlar ve birçok konuda Tekel Politikalar uygulamışlardır. Merkantilizmin etkisi ile olan bu politikalar Adam Smith’in ‘Serbest Piyasa Politikaları’ savlarıyla değişmiş ve Avrupa kıtasında da gelişmeler yaşanmaya başlamış ve ekonomilerine yansımıştır (Smith, 2022). Öncelikle Belçika, kıta Avrupası’nda değişimi yakalayan ilk ülke olmuş ve demir, kömür ve tekstil üretiminde hız kazanmıştır. Fransa, bu iki ülke kadar hızlı bir sürece girememiştir. 1789’da Fransa’da halk, kötü yaşam koşullarından dolayı, siyasi otorite olan monarşiyi yıkmışlardır. Bu durum ülkede uzun bir süre devam eden iç karışıklık ve iç hesaplaşmalara yol açmıştır. Dünya’daki pek çok imparatorluğun ulus devlet olma sürecine etki eden ‘Fransız Devrimi’ Fransa’da Endüstri Devriminin sürecini geciktiren bir neden olmuştur (Biritannica, 2020).

Sonuç olarak Avrupalılar, coğrafi keşiflerden ve sanayi devriminden sonra hem üretimi hem de tüketimi arttıran liberal kökenli kapitalist politikalarından faydalanarak, kapitalist devlet ekseninde ciddi bir sermaye birikimi sağlamakla birlikte, bilimsel ve teknolojik gelişmelerle kar etmenin yolunu bulmuşlardır. Böylece Avrupa, dönemin diğer ülke- medeniyetlerinden daha zengin ve güçlü bir ekonomiye kavuşarak endüstrileşme yolunda lider olmuştur. (Akagündüz, 2016: 422).

2.1.1. Birinci Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi

18. yüzyılın başında Avrupa’da nüfusun %90’dan fazlası kırsal kesimde yaşıyor ve tarımla uğraşıyordu (McClellan III ve Dorn, 2018). O yıllarda sanayileşme sürecine giren ülkeler sanayi toplumu yapısında olmadıklarından hukuksal, politik, ekonomik ve sosyal altyapıları yeni gelişmelere hazır değildi. Derebeylikler halen devam ediyordu ve topraksız

tarım işçileri onlara bağılıydı (Budak, 2016). Feodaller bağılı oldukları Kral veya imparatorlardan aldıkları yetkilerle geniş halk kesimleri üzerinde büyük bir otorite oluşturmuyorlardı. Bu toplumlarda insanların ürettiklerinden, bağılı oldukları üst otoritenin pay alma hakkı vardı ve üst otoritenin izni olmadan kendi başlarına buldukları yeri terk etmeleri de yasaktı (Tokol ve Alper, 2018: 9). Üretim feodal ve merkezi yapıların kontrolünde gerçekleştiği için işçilerin sermaye birikimleri ve zenginleşmeleri mümkün olmuyordu.

Tarım toplumunda daha çok, kentlerde üretimi gerçekleştiren kesim zanaatkarlardı. Zanaatkarların küçük ölçekli, birkaç kişinin el emeğiyle üretim yaptığı 'lonca' adı verilen işletmeler vardı. Zanaatkarlıkta patron aynı zamanda işi gerçekleştiren ve usta olarak tabir edilen kişilerdi. Çalışanlarıyla birlikte aynı yerde usta- çırak ilişkisi şeklinde üretim yapıyorlardı. Sanayi toplumunda olduğu gibi patron, yönetici ve işçi arasındaki sınırlar, kesin çizgilerle ayrılmamıştı (Tokol ve Alper, 2018: 8). Kısacası tarım toplumları; basit makinelerle üretimin gerçekleştirildiği, kas gücünün önemli olduğu, yakın pazarlara yönelik üretimde bulunan, Ataerkil yapıya sahip, küçük yerleşim birimlerinden oluşan, dinin ön planda olduğu, kazanç hırsı, sermaye birikimi, faiz, bireycilik gibi değerlere, halkın büyük bir kısmının olumsuz baktığı bir yapıya sahip toplumlardı (Huberman, 1995).

İngiltere'de 14. Yüzyıldan 18.yüzyıla kadar uygulanan toprağın ticarileşmesini öngören 'çitleme' sistemiyle ve daha sonra çıkarılan tarım yasası sayesinde devletin, küçük çiftçilerin ve ailelerin kullandığı devlet topraklarını, zengin toprak sahiplerinin kendi mülkiyetlerine geçirmişlerdir. Dolayısıyla toprağın değeri ve kirası artmıştır. Toprağın giderlerini karşılayamayan çiftçiler, şehirlere göç etmeye başlamışlardır (Arslan ve Taç, 2013). Bu durum sanayileşme sürecinde şehirlerde vasıfsız işçi sınıfının birikimine yol açmıştır. Bu birikimden faydalanan fabrika sahipleri çok ucuza hatta karın tokluğuna çalıştırabilecekleri işçileri bulmakta hiç zorlanmamışlardır.

Sanayileşme süreciyle birlikte sosyal alanda ve çalışma hayatında köklü dönüşümler yaşanmış, pek çok sosyal sınıf ve kavram ortaya çıkmıştır. Toplum, tarım toplumundan sanayi toplumuna, köylü toplumdan işçi toplumuna dönüşmüştür. Güç, toprak sahiplerinden büyük sermaye sahiplerine doğru değişim göstermiş ve hakim otorite, dev fabrikaları kurup işleten işverenlere geçmiştir. Sanayileşmenin ilk dönemlerinde, eski toplumsal yapılar çözülürken, yeni bir düzenin kurulamaması toplumsal alanda büyük bir kaosa neden olmuştur. Bu süreçte; siyasal rejimler değişmiş, güç odakları dönüşüme uğramış, şehirlere

göçle birlikte geniş aile yapısı dağılmıştır. Toplumsal eşitsizlik, açlık, yoksulluk, işsizlik, sömürü ve suç işleme oranlarının artması, sanayileşen Avrupa ülkelerinde çözüm bekleyen sorunlar olmuştur (Tokol, 2018).

Sanayileşmenin alt yapısını oluşturan, topluma ve çalışma hayatına etki eden olgulardan birinin de ‘merkantilizm’ olduğu söylenebilir. 16. ve 18. Yüzyıl arası Avrupa’da ortaya çıkmıştır ve etkisi ülkelere göre farklılık göstermiştir. Merkantilizm, kapitalizmin öncesinde uygulanmış ekonomik sistem yapısıydı. Bu politikanın savunularının en önemlisi değerli madenlerin edinilmesi ve korunmasıydı (Eğilmez, 2018). Zira 15.yüzyılda Avrupa devletleri değerli madenleri stoklamanın zenginliğin ve refahın kaynağı olduğunu düşünüyor ve yeni sömürgeler elde etmek için birbirleriyle kıyasıya mücadele ediyorlardı. O dönemlerde kağıt para kullanılmadığı için değerli metallere para basılıyor ve ticarete kullanılıyordu. Buna istinaden Merkantilizm de, dış ticaret konusunda, ithalatın az ihracatın çok olması politikası uygulanıyordu (Eğilmez, 2018). Ayrıca Merkantilist düşüncede düşük ücret politikası hakimdi çünkü ücretlerin yükselmesinin emek arzını daraltacağı, düşük ücretlerin ise halkı çalışmak zorunda bırakacağı fikri savunuluyordu. Bunu sağlamanın yolunun da, ücretlerin artmaması için bir yandan nüfusun fazla olması istenmiş ve diğer yandan temel gıda fiyatlarının bolluk yıllarında bile yüksek olması gerektiği görüşü ileri sürülmüştür. (Eğilmez, 2018). Bu ekonomik politikanın diğer savları da; çocukların çalıştırılması, israfın engellenmesi ve çalışma zorunluluğu gibi bir takım düşüncelerde topluma etki etmiştir. Dolayısıyla birinci sanayi döneminde de bu politikaların halk üzerindeki uygulamaları görülmektedir.

Sanayileşmeyle birlikte çalışma hayatında köklü değişimler olmuştur. İnsanlar köylüken kentlere göçle birlikte fabrikalarda çalışan işçiler olmuşlardır. Ataerkil aile yapısındayken çekirdek aile olarak kentlerde yaşamışlardır. Kentlerde düşük ücretle çalıştırıldıklarından geçimlerini sağlayabilmek için kadınlar ve hatta çocuklar çok ağır şartlarda çalışmak zorunda kalmışlardır. Aile yapısındaki bu değişikliklerle beraber toplumun dinamikleri de değişmiştir. Derebeyleri, yeni sistemin işverenleri konumuna gelmişlerdir. Fabrikalardaki kitle üretimi sayesinde sermaye sahiplerinin yani işverenlerin zenginliği de artmıştır (Budak, 2016). Bu süreçte birçok zanaat ustası fabrikalarda teknik ustabaşı olarak çalışmış, ev dokumacılığı yapan kadınlar çalışan kadın olmuş ve örgütlü, sistemli bir iş yaşamına katılmışlardır. 18. yüzyılda fabrikalarda çalışan tarım işçileri ve küçük toprak sahibi köylüler ‘niteliksiz işgücü’, zanaatkarlar ise ‘nitelikli işgücü’ olarak adlandırılmıştır.

2.2. İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2. 0)

İkinci sanayi devrimi çoğu kaynakta ‘Teknoloji Devrimi’ olarak da belirtilmekle birlikte birinci sanayi devriminin devamı niteliğindedir. İngiltere’de başlayan bu endüstrileşme süreci 1820- 1840’lı yıllarda küreselleşerek önce Belçika, Almanya, Fransa, ve Amerika Birleşik Devletleri’nde daha sonraları Japonya, Hollanda, İskandinavya ve İspanya’nın bazı bölümleri ile kuzey İtalya’da etkili olmuş ve bu ülkelerde teknolojik gelişmeler hızla ilerlemiştir (McClellan III, 2018).

İkinci sanayi devrimi dönemsel olarak bakıldığında kaynaklarda 1850 ve 1914 yılları arasında gerçekleşen sanayi ve teknolojik gelişmeleri ifade eder (Koca, 2020). Elbette ki bu alandaki gelişmeler devrimin etki ettiği ülkelerde ekonomik, toplumsal ve siyasi pek çok alanda gelişmeye ve yeniliğe neden olmuştur.

Endüstrileşme, öncelikli olarak demir, tekstil, demiryolu, elektrik ve kimyadaki ilerlemelerle yeni bilimlere dayanan birçok gelişmeyi ortaya çıkarmıştır (McClellan III, 2018). Elektrik, fabrikalarda üretimde kullanılmış, enerji kaynağı olarak kömürün yerini ham petrol almış, montaj hattının kurulmasıyla seri üretime geçilmiş ve Kuzey Amerika ve Almanya gibi ülkelerde sanayi çok hızlı bir ivme kazanmıştır. Özellikle sanayide buhar gücünün yerine elektriğin kullanılması devrimi farklı bir boyuta taşımıştır. Elektrik gücüyle hareket eden üretim hattıyla kurulan sistem ilk olarak ABD’deki mezbahalarda hayvan kesim işlemi için kullanılmıştır. Elektrik enerjisiyle işleyen makinelerin diğer alanlarda da kullanılması kitlesel üretimi hem yaygınlaştırmış hem de büyütüştür (Eğilmez, 2018).

Bu dönem birçok buluş ve icatlar yılı olmuştur. 1879 yılında Thomas Edison elektrik ampulünü keşfetmiştir. 1876’da Alexander Graham Bell telefonu icat etmiş, William Fothergill Cooke ile Samuel Morse’un icadını, Charles Whatston geliştirerek telgraf sistemini kurmuş ve böylece çağımızdaki iletişim sistemlerinin temelleri atılmıştır (Kabaklarlı, 2019, s.24). ABD’li Wright kardeşler, 1903 yılında pervaneleri döndürmeyi sağlayan benzinli bir motor geliştirmiş ve ilk motorlu uçağı icat etmişlerdir (Tübitak, 2022)

1900 yılında çelik malzemelerin işlenmesi için kullanılan ve teknikte kendi adı ile anılan Taylor-White yüksek hız takımlarını işleme yöntemini yaratmış ve üretimde verimlilik üzerine yapılan bu çalışmalar sanayi devriminde bir dönüm noktası olmuştur (Eğilmez, 2018: 132). Henri Ford, Taylor’un üretim tekniğini kullanarak Fordist Üretim olarak adlandırılan iş bölümüne dayalı seri üretimi, otomobil üretiminde uygulamıştır

(Kabaklarlı, 2019). Ford Motor fabrikalarında kurulan seri üretim hatlarıyla otomobil üretim ölçeği büyümüş bu da maliyetlerin ve fiyatların ucuzlamasını sağlamıştır (Eğilmez. 2018). 1908 yılında Ford Motor tarafından üretilen ‘Ford model T’ serisi ile otomobil dünyada yaygın hale gelmiştir (Kabaklarlı, 2019). Otomobillerin yaygınlaşmasıyla birlikte ulaşımda demiryolu kadar önem arz eden güvenilir yolların yapımı söz konusu olmuştur. Otomobillerin kullanılmasıyla birçok iş kolu da oluşmuş tamircilere, parçacılar ve oto bayileri gibi işlere gerek duyulmuştur.



Şekil 4. Henri Ford’un seri üretim hattındaki arabaları (Bükülmez, 2022).

Kaynak: <https://mustafabükülmez.com/2022/03/21/2.sanayi-devrimi>

İkinci sanayi devriminde önemli gelişmelerden biri de kimya endüstrisinde yaşanmış ve Almanya bu alanda yeni keşiflerle lider ülke konumuna gelmiştir. Almanya köklü üniversiteleri sayesinde bilimsel teknolojinin önemli bir aracı olan klasik fizik ve organik kimya gibi konuları üniversitelerin laboratuvarlarında geliştirmiş tarımda ve petrolün işlenmesi konusunda endüstrileşmiş diğer ülkeler gibi önemli bir gelişim göstermiştir (Hobsbawm, 2018).

Bu gelişmeler Avrupa ve Birleşik Devletleri, 1870’lerde dünyanın egemen güçleri haline getirmiştir (McClellan, 2018: 390). Avrupa ve Amerika’nın sanayide söz sahibi olması ve tekelleşmesi, az gelişmiş ülkeler üzerinde egemenlik kurma ve sömürge oluşturma

olanaklarını arttırmıştır. Avrupa ve Amerika diğer ülkelere göre silah sanayiinde, demiryolu yapımında, elektrik üretimi ve gemicilik alanlarında çok güçlü hale gelmişler ve küresel imparatorlukları, 1914'te dünyanın %84'ünü kapsamıştı (McClellan, 2018).

2.2.1. İkinci Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi

İkinci sanayi dönemi sürecinde toplumda işbölümü en üst düzeye ulaşmış ve bu sayede üretim hız kazanmıştır (Eğilmez, 2018). Dolayısıyla seri üretimi sağlayan bu faktör sanayiye verimlilik ve kalite artışını da getirmiştir. Endüstri devriminin temelini oluşturan 18. Yüzyıl ile 19. Yüzyılın ilk yarısındaki teknik yeniliklerin tümü sanatkar ya da mühendis olarak adlandırabileceğimiz kişilerce gerçekleştirilmiştir. Bu kişilerin büyük çoğunluğu üniversite eğitimi almamış ve bilimsel kuramlardan yararlanmamışlardır (Eğilmez, 2018).

Bu dönemde Amerika'da sanayi ve ekonomi gelişmeye devam etmiş, daha sonraları ismi New York Borsası olarak değişen, o dönemdeki adı Cleveland Borsası, yeni girişimciler ve şirketler arasında aracılık etmiş, yeni buluşlar için finansman bulmuştur. Bunlardan ilk yararlananlardan en ünlü olanı ampulü bulan Thomas Edison olmuştur (Kabaklarlı, 2019). Sanayi devrimi, bankerleri ve sermayedarları zenginleştirmiş ancak işçi sınıfını fakirleştirmiştir. Bu durum Avrupa'nın kolonisi olan ülkelerdeki toplumlarda çok daha kötü durumlar ortaya çıkarmıştır zira sermayedarlar daha çok kazanabilmek için buralardaki halkı köle olarak kullanmışlardır (Hariri, 2018: 327).

Öte yandan sanayi devrimi sürecinde, yeni teknolojiler sayesinde orta ve işçi sınıfının yaşam standartları yükselmiş, birinci sanayi devrimine göre halkın satın alma gücü artmıştır (William, 2012). İçten yanmalı motor sayesinde üretilen araçlarla ulaşım kolaylaşmış, çelik üretiminin artmasıyla Demirağları çok genişlemiş, kimya endüstrisinin ilerlemesiyle petrol işlenerek birçok sektörde kullanılmaya başlanmış, elektrik, telgraf telefon ve radyonun icadıyla (1898) iletişimin gerçekleşmesi toplumun yapısında gelişim ve dönüşüm yaratmıştır (Diamond, 2021). Bu süreçte orta sınıf kavramı oluşmuş, birçok meslek grubu ortaya çıkmıştır. İşçi sınıfı haricinde öğretmenler, mühendisler, memurlar, hemşireler, hasta bakıcılar, bankerler, sigortacılar ve bunlar gibi günümüzde var olan iş kolları ortaya çıkmıştır. İngiltere'de orta sınıfın bile kendini koruyamadığı salgın hastalıklardan dolayı 1850'den itibaren sağlıklı koşulların oluşturulması için kanalizasyon sistemi, içme suyu sistemi ve caddelerin temizliği gibi birçok sistemler gerçekleştirilmiş, belediyeler kurularak parklar ve bahçeler yapılmıştır (Hobsbawm, 2018). 1870'lerden itibaren gıda maddeleri arzı, işçi

sınıfında değişmiş ve daha önceleri lüks sayılan meyveleri satın alabilecek ekonomik güce kavuşmuşlardır. İngiliz proletaryasının yaşantısında önemli bir yeri olan balık ve patates kızartması dükkanları açılmıştır. 1900’lü yılların başında, daha çok işçi sınıfının tüketimine yönelik çok şubeli ve zincir mağazaların sayısında önemli bir artış olmuştur (Hobsbawm, 2018).

Bu dönemde işçiler haklarını aramak için sendikal girişimlerde bulunmuşlardır. Kapitalist sanayileşmenin olumsuz sonuçlarına karşı çıkmışlar, üretimde kullandıkları makinaları protesto amacıyla kırmışlardır (Tokol ve Alper, 2018: 19). Bu süreçte işçi hareketlerine en çok yön veren Karl Marx ve Friedrich Engel’in savunmuş olduğu Marksizm olmuştur. Toplum arasındaki ekonomik ve sınıfsal farkın sorumlusunun liberal ekonomi politikalarından kaynaklandığı iddia edilmiştir (Tokol ve Alper, 2018: 18).

2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0)

Üçüncü Sanayi Devrimi, üretimde mekanik ve elektronik sistemlerin dijital ve bilişim teknolojilerine dönüştürülmesi sürecidir. 1950’lerden sonra bilgisayar sistemlerinin gelişimine bağlı olarak otomasyon, mikro elektronik, fiber optik, lazer, telekomünikasyon ve internet gibi pek çok sistem geliştirilmiş ve içinde bulunduğumuz teknolojiye ulaşılmıştır. Üçüncü sanayi devrimi 1970 yılından sonra daha çok geliştirilmiş olan bilgisayarın üretime dahil olmasıyla endüstri ve iletişim alanında çığır açan yenilikleri ortaya çıkarmıştır (Kabaklarlı, 2019). Bu süreçte bilimsel bilgi ve üniversitelerdeki bilimsel araştırmalar yoğunlaşmış, sanayi toplumundan bilgi toplumuna dönüşüm gerçekleşmiştir.

İkinci Sanayi Devriminin temel enerji kaynağı olan elektrik Üçüncü Sanayi Devrimi sürecinde ve önümüzdeki yıllar boyunca enerji kaynağı olarak ihtiyaç duyulan önemli bir faktör olma özelliğini koruyacaktır. Günümüzde bütün teknoloji alanındaki gelişmelerin olmazsa olmazı olan elektrik – elektronik sanayisi sayesinde bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, akıllı ev aletleri, otomobiller, uçaklar, raylı sistem ulaşım araçları ve birçok dijital cihaz günlük yaşantımızda var olmuştur. Sürekli geliştirilen dönüştürülen teknoloji insanın hayal gücü sınırlarını zorlayan yeniliklerle ilerlemeye devam etmektedir. Bu yenilikler insanların kullandıkları araçları ve cihazları yeni teknolojiye daha uygun olanıyla değiştirme isteği oluşturmuş ve tüm dünyanın tüketim toplumu olmasına yol açmıştır (Eğilmez, 2019).

Üçüncü Sanayi Devriminin en önemli gelişimi iş sektöründe, fabrikalarda, makinelerin programlanabilir sistemlere bağlanmasıyla ‘otomasyona’ geçilmesi olmuştur. Otomasyon, yapılmak istenen bir işin programlanmış makinelerle hızlı, kaliteli, daha az maliyetle seri üretim yapılabilme teknolojisidir. Bu gelişim tüketim toplumunun ihtiyacını karşılama da önemli bir unsur olmuştur. Üretimde verimlilik artmış ve seri üretim çok daha hız kazanmış ancak iş gücüne ihtiyacı azaltmış ve işsizlik oranlarında bir artışa neden olmuştur (Tavukçuoğlu, 2019). Günümüzde iki tür otomasyon sisteminden bahsedilir, birincisi yarı otomasyon, ikincisi tam otomasyon sistemidir. Yarı otomasyon sistemlerde insan gücü yoğundur, tam otomasyon sistemler ise, makinenin yoğun olarak kullanıldığı sistemlerdir (Özturan ve Tanrıtanır, 2004). Bu sistemler dünyada, Endüstri 4.0 teknolojisiyle insan gücünün ve müdahalesinin olmadığı ‘Akıllı Fabrikalara’ doğru bir süreci doğurmaktadır.

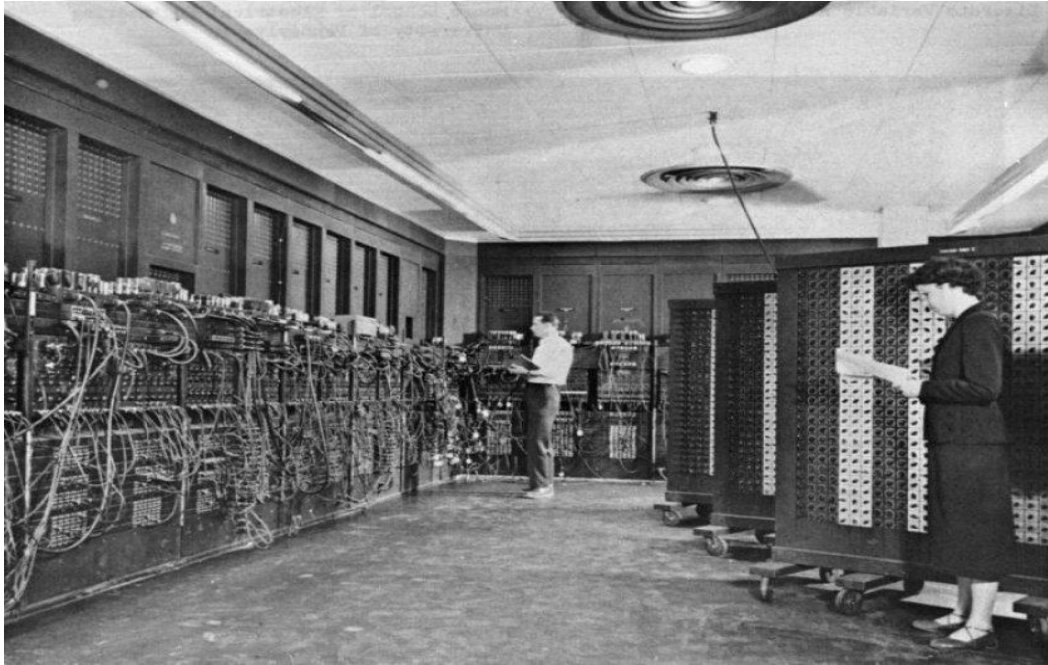


Şekil 5. Tam otomasyon sistemle üretim

Kaynak: <https://www.teslaakademi.com>

Tarih sürecinden günümüz teknolojisine kadar geçen zaman, günümüz gelişmelerinin hızında değildi ve bazı gerekçelere göre geliştiriliyordu zira 19. ve 20. yüzyıllarda Avrupa emperyalizminin Afrika ve Asya’da artması, endüstrinin savaş malzemeleri üretiminde yoğunlaşmasına gerekçe olmuştur. İngiltere’nin “yüksek patlayıcı güce sahip mermi atan geriden beslemeli namlulu silahlarla yüklü çelik gövdeli ve kömür yakan gemileri” Çin’deki

afyon savaşlarını kazanmalarını sağlamıştır. Bu dönemlerde İngiltere, Almanya ve Fransa'nın silahlanma yarışı, askeri alandaki teknolojileri arttırmış ve makineli tüfekler, denizaltılar, tanklar, uçaklar, torpidolar ve destroyerler gibi savaş malzemelerinin ya da araçlarının geliştirilmesine ağırlık vermişlerdir. Bu askeri yöndeki teknoloji birinci ve ikinci dünya savaşında kullanılmış ve kendilerine galibiyet getirmiştir (McClellan, 2018). İkinci dünya savaşı sırasında ABD'nin savaşa katılmasıyla ordu tarafından Pennsylvania Üniversitesine siparişi verilen ilk bilgisayar olan ENIAC, az isabet hatalı, uzun menzilli top ve füzelerin hesaplamalarında kullanılmak istenmiştir. Ancak 1947'de, savaş sonrasında yapımı tamamlanan tarihin ilk bilgisayarı ekseriyetle hava tahminleri ve bir takım bilimsel araştırmalarda kullanılmıştır. Ağırlığı ve büyüklüğü günümüzün bilgisayarıyla kıyaslanamayacak düzeyde olan, 167 m2 alana sığdırılabilen ve ağırlığı 30 tonu bulan bir bilgisayardı. Bu devasa bilgisayardan sonra ilk programlanabilir mantıksal denetleyici olan 'PLC' 1969 yılında geliştirilmiş, 1971 yılında ilk mikro bilgisayar 'Altair 8800' ve 1976 yılında Steve Jobs ve Steve Wozniak 'Apple I' i geliştirmiş ve günümüze değin Apple bilgisayarlar daha çok geliştirilerek, bugün en çok tercih edilen nitelikli bilgisayar olmuştur.



Şekil 6. ENIAC (İlk Elektronik Bilgisayar)

Kaynak: <https://www.tarihiolaylar.com/eniac-ilk-elektronik-bilgisayar-449>

1950’li yıllarda bilgisayarlar gelişmeye ve hayatımıza girmeye başlamıştır. Bilgisayarların gelişmesiyle veri aktarımı ihtiyacı oluşmuştur. Amerika’nın ‘Savunma İleri Düzey Araştırma Projeleri Kurumu’ DARPA (Defense Advanced Resarch Project Agency)’nın sayesinde 1969 yılında Amerikan Savunma Bakanlığı çeşitli bilgisayar ve araştırma projelerini desteklemek için üniversiteler desteğiyle ARPANET adında paket anahtarlamalı bir ağ oluşturulmasını sağlamıştır. Çok sayıda bilgisayar kullanıcısının birbirleriyle haberleşmesini sağlayan ve bilgisayar sistemlerini birbirine bağlayan iletişim ağı sayesinde günümüz internet ağının da temelleri atılmıştır (İTUBİDB, 2013). 1971 yılında ilk mail, 1973 yılında ilk dosya transferi internet aracılığıyla gönderilmiştir (Kabaklı, 2019).

1980’li yıllarda transistörlerin yerine mikroçipler kullanılmaya başlanmış ve boyutları küçültülmüştür. Fiyatları uygun olan bilgisayarlar masa üzerine konulabilecek düzeye getirilmiş, iş yerlerinde ve evlerde kullanılmaya başlanmıştır (TÜBİTAK, 2021). 1990’lı yıllarda dizüstünde kullanılacak kadar küçültülmüşler ve 2000’li yıllarda tablet formuna getirilmişlerdir. Cebimize sığan, adına akıllı telefon dediğimiz, bir bilgisayarın yapabildiği her şeyi yapan telefonlar hayatımıza hızlı bir şekilde girmiştir. Onlarla fotoğraf çekebiliyor, müzik dinlenebiliyor, ödev yapılabilir, internet üzerinden haberleşilebiliyor ve birçok uygulama sayesinde farklı şekillerde kullanılabilirler.

İnsanın görme işitsel duyu organına hitap eden, görsel iletişim aracı olan televizyon 1923 yılında John Baird tarafından İngiltere’de icat edilmiştir. Günümüzde evlerimizin başköşesinde yer ayırdığımız televizyon başlangıçta siyah-beyaz görüntü verebilmekteydi. Daha sonraları renkli hale dönüştürülmüş ve tüplü televizyonlar olarak üretimi gerçekleştirilmiştir. Televizyonlar da günümüze kadar geliştirildiler ve kameraları, ses alıcıları olan, görüntülü görüşmeler yapılabilen ve internete bağlanabilen cihazlara dönüştürüldüler (Ellyard, 2017). Türkiye’de 1952 yılında İstanbul Teknik Üniversite’si tarafından gerçekleştirilen ilk yayın, önce eğitim amaçlı denemeler yapılarak üniversite bünyesinde yapılmıştır. Yine İTÜ TV tarafında ilk canlı yayın İstanbul’da gerçekleştirilmiştir. 12 Kasım 1961 yılında gerçekleştirilen bu yayında ‘Türkiye – Sovyetler Birliği futbol maçı canlı olarak verilmiştir (Güneş, 2013).

Üçüncü Sanayi Devrimi döneminde yani 1950’li yıllardan günümüze kadarki süre içerisinde binlerce yıllık tarihi olan insanlığın konfor, iletişim, ulaşım, tarım sistemleri, biyoteknoloji ve savunma sanayi açısından en üst seviyelere geldiği bir dönemdir.

20. yüzyılda gerçekleşen teknolojik gelişmeleri sıralayacak olursak;

- Elektronik Teknolojisi ve transistörler,
- İlk radyo yayınları ve televizyonun icadı,
- Otomasyon ve robot teknolojileri,
- Jet motorları ve uçakların geliştirilmesi,
- İlk bilgisayarın icadı, geliştirilmesi, mikro işlemciler, mikro çipler,
- İnternet ve mobil teknolojilerin gelişimi ve dijital devrimin başlangıcı,
- Nükleer enerjinin kullanımı, Atom bombasının icadı,
- Görüntüleme teknolojilerinin gelişimi (X ışınları, MRI, CT),
- Otomobillerin geliştirilmesi,
- Tam otomatik ev cihaz ve makinelerinin geliştirilmesi,
- Güneş enerjisi teknolojisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı,
- İlk yapay zeka uygulamaları ve robotik sistemlerin gelişimi,
- Yörüngeye yerleştirilen yapay uydular,
- Kuantum mekaniği,
- Antibiyotiklerin keşfi,
- DNA'nın yapısı ve genetik kodun çözülmesi,
- İlk yapay kalp nakli ve organ nakli uygulamaları,
- Holografi teknolojisi ve dijital işlemci,
- Büyük patlama teorisi ve evrenin genişlemesi,
- Doğalgazın enerji kaynağı olarak kullanılması,
- Uzay çalışmaları ve keşifleri,

- Savunma sanayi teknolojileri ve HAARP teknolojisi. (BBC, 2017; Kültür ve Yasam, 2021)

2.3.1. nc Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi

İkinci Endüstri Devriminden nc Endüstri Devrimine geçiş sürecinde Dünya tarihinin kırılma noktaları diyebileceğimiz değişimler olmuştur. Fransız Devrimi etkisiyle İmparatorluklar yıkılmış Ulus Devletler ve Milliyetçilik doğmuştur. Cumhuriyet’i benimseyen Ulus devletlerde temsili demokrasi kurumsallaşmış, bireyler, yurttaş sıfatıyla ulus kimliği içerisinde bütünleşmiştir. Halkın iradesiyle belirlenen yasal akılcı otoriteye dayalı bu sistemde halkın çıkarı ön planda tutulmuş ve sosyal refah devleti anlayışı tüm dünyayı etkilemiştir (Aydın, 2018). Refah devleti anlayışı tam olarak ikinci dünya savaşı sonrasında hayata geçirilmiş ve özellikle 1945 ile 1975 yıllarında daha çok batı toplumlarında etkinliği ve uygulamaları en üst düzeye çıkmıştır. Bu anlayışta amaç, tam istihdamı sağlamak, sosyal refah programları aracılığıyla işçi ve işveren ilişkilerini iyileştirmek, emek piyasasını kontrol altına almak, alt sınıflara gelir sağlamakla ilgili politika geliştirmek, konut, ulaştırma ve alt yapı yatırımları gibi temel toplumsal hizmetleri tüm topluma sunarak daha adil gelir dağılımını sağlamaktır (Tokol ve Alper, 2018).

nc sanayi devrimiyle toplum, ‘Sanayi Toplumdan’ ‘Bilgi Toplumuna’ geçmiştir. Ekonominin iyileşmesi, sosyal refahın artması teknoloji alanında ilerlemeleri hızlandırmıştır. nc sanayi devriminin en büyük icadı olan bilgisayar ve internet tüm dünya insanların kullandığı, birbirleriyle iletişim kurduğu yeni platformlar oluşturmuştur. 1980’lerden itibaren bilgisayarların kişiselleşmesiyle bilgiye ulaşım kolaylaşmış ve bireylerin bilgi üretme gücünü arttırmıştır. Bilgi toplumlarında birey, merkezi konuma gelmiş, bilgiyi üreten insana yatırım yapılmış ve insan kaynağının geliştirilmesine uygun örgüt modelleri geliştirilmiştir (Budak, 2016). Bilgisayarlar ve internet sayesinde bilginin transferi, toplanması, depolanması ve işlenmesi kolaylaşmış, şirketlerin yönetim gücünü arttırmıştır. Ayrıca bilgi; sermaye, doğal kaynaklar, işgücü ve girişimcilik gibi geleneksel üretim faktörlerinden daha önemli bir stratejik kaynak olarak iş piyasalarında rekabet avantajı elde etmede kullanılmaya başlanmıştır (Budak, 2016).

Yine 1980’li yıllarda başlayan ve pek çok ülke tarafından uygulanan zelleştirme politikaları ile uluslararası sermayenin nnn açılması, küreselleşme politikalarının

kalkınma ve sanayileşmenin belirleyici bir faktör halini alması, devletin küçülmesine neden olmuştur. Küreselleşme yolundaki dünya düzeninde bazı uluslararası ve bölgesel örgütlerin (BM, Dünya Bankası, IMF, OECD, Avrupa Konseyi ve AB vb.) sosyal düzenlemelerin oluşturulmasında etkili olduğu görülmüştür (Özaydın, 2008: 169). Bu dönemde ülkelerin siyasi, ekonomik ve toplumsal dinamiklerini etkileyen en önemli unsur küreselleşme olmuştur. Coğrafi keşiflerle kıta Avrupası ülkeleri, pek çok ülkeyi sömürü haline getirerek buralarda kendi çıkarları için ticari faaliyette bulunmuşlar ve birçok ülkeyle etkileşime girerek bir küreselleşme eylemi oluşturmuşlardır. Ancak tam anlamıyla küreselleşme, 21. yüzyılda haberleşme ve ulaşımdaki teknolojik gelişmelerle, adeta sınırlar ortadan kalkmış, mesafe ve zaman kavramı kaybolmuş, bilginin, kültürlerin kaynaşması, sermayenin uluslar üstü bir hale gelmesi ile gerçekleşmiştir (Zencirkıran, 2001: 521). Bu dönemdeki uluslararası mal ve hizmet ticaretini sınırlayan engelleri kaldırmaya yönelik uluslararası ekonomik entegrasyon hareketlerinin artırılmasıyla; “bir ülkenin yatırımcısının bir başka ülkede yatırım yapabilmesi, parasını o ülkenin kağıtlarına, hisselerine yatırması kolaylaşmıştır” (Eğilmez, 2018). Kısacası ekonomik anlamda küreselleşme, isteyen herkesin, dünyanın herhangi bir yerinde, finansal piyasalara serbestçe yatırım yapmasını mümkün kılan, istediği para birimine geçmekte özgür olan yani sermaye hareketlerinin serbest kaldığı bir finansal altyapıyı oluşturmuştur (Eğilmez, 2018).

Mahfi Eğilmez küreselleşmenin dört başlıkta geliştiğini vurguluyor: “(1) bölgesel olan savaşların birinci ve ikinci dünya savaşıyla tüm dünyayı kapsadığını ve savaşların artık küreselleştiğini. (2) Sermaye devriminin tüm ülkeler arasında serbest bırakılmasıyla kapitalizmin küreselleştiğini. (3) Kapitalizmin küresel sistemin uygulama modeli haline gelmesiyle birlikte kültür alanında da yaşanan bir küreselliğin oluştuğunu, kapitalizmin geliştiği Batı dünyasının modası, yaşamı yorumlayışı, yiyecekleri, içecekleri, müziklerinin tüm dünyaya hakim olduğunu. (4) ve son olarak sermaye hareketlerinin bu denli serbest olmasına bağlı olarak finansal zaafpların bir yerden diğerine kolayca taşınmasına, finansal hastalıkların bir ülkeden ötekine bulaşmasına yol açmasıyla krizlerinde küreselleştikğine” dikkat çekmiştir (Eğilmez, 2018).

Sermaye hareketlerine getirilen serbestleşme 1973 yılında ‘Bretton Woods sistemi’ olarak benimsenmiş ve birden fazla ülkede faaliyet gösteren şirketlerin oluşumunda etkili olmuştur. Bugün birden fazla ülkede yatırım ve faaliyet yapan şirketlere ‘Çok Uluslu Şirketler’ denmiştir. Çok Uluslu Şirketler küreselleşmenin göstergeleri olmakla birlikte

dünyanın 100 büyük ekonomisinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Önceleri Çok Uluslu Şirketlerin (ÇUŞ) % 90'nına yakını ABD, AB ve Japonya kökenliken, 2016 yılı itibariyle 500 küresel şirketin 134'ü ABD, 103'ü Çin, 52'si Japonya, 29'u Fransa, 28'i Almanya ve 26'sı İngiltere kökenlidir (Tokol ve Alper, 2018).

Teknolojik gelişmeler sayesinde küreselleşen dünya da bilgi, belirli ülkelerde değil, dünyanın her yerinde üretilebilir hale gelmiştir. Çok Uluslu Şirketler aracılığıyla yeni bilgi ve iletişim teknolojisi sadece gelişmiş ülkelerde değil gelişmekte olan ülkelere de yayılmış, internet, e-posta, düşük maliyetli uluslararası telefon görüşmeleri, elektronik ortamda yüz yüze ve canlı görüşmelerle haberleşmek bilgi iletişiminin çoğalmasını ve yayılmasını küresel hale getirmiştir (Tokol ve Alper, 2018).

Küreselleşme, modernitenin yeni görünümü olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte toplumsal yaşamın tüm alanlarını standartlaştıran bir işlevi de oluşturmaktadır. Küresel düzeyde toplumsal değişime neden olan dijital çağın teknolojileri kültürel alandaki küreselleşmeyi de beraberinde getirmiştir. Dijital hayatın en önemli teknolojileri olan bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve tablet gibi cihazlar internet aracılığıyla kültürler arasında etkileşimi sağlamıştır. Bu da 'kültürel ağ toplumu' oluşturmaktadır (Ölçekçi, 2020). Yaygınlaşan sosyal medya uygulamaları (Twitter, Facebook, Youtube vb.) küresel kültürel akışın ve daha çok batı kaynaklı kültürün yayılışında önemli bir lokomotif olmuştur. Dijitalleşme toplumsal faaliyetlerin birbirleriyle eklenmesine imkan sağlamış ve fiziki dünyaya paralel bir 'sanal dünya' gerçeğini, bu dönem insanların yaşamına yerleştirmiştir (Schmidt ve Cohen, 2014).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin henüz başlangıç aşamasında olduğumuz bu dönemde bile mevcut dijitalleşmiş teknoloji, insanların yaşam ve ilişki biçimlerini derinden etkilemiştir. Prensky, dijital çağın, 'dijital yerliler' olarak adlandırdığı yeni bir insan tipinin oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu terimi internet aracılığıyla siber kültürün parçası haline gelen, siber dünyada vaktinin büyük çoğunluğunu geçiren yeni nesiller için kullanmıştır (Prensky, 2001)

2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)

Endüstri 4.0, insanlığın, endüstrileşme sürecinde gerçekleştirdiği diğer büyük devrimler gibi, gelecek yüzyıl insanların da 21. yüzyılın, Endüstri 4.0 ile yaşadığı gelişimlerle dönüm noktası olabilecek değişimden bahsedeceği bir dönem olacaktır hiç

şüphesiz. Endüstri 4.0 ile dijital çağa, akıllı şehirlere ve süper akıllı topluma doğru evrilen bir sürecin başlangıcında olan bir dünyayla karşı karşıyayız. Bu noktada, endüstri dünyasında gücü elinde bulunduran, küresel ekonomik krizlerden çok etkilenmeden çıkan, dünyanın dördüncü endüstri ülkesi olan Almanya Avrupa'nın da en büyük endüstri ülkesidir. Buna istinaden Endüstri 4.0 devrimine öncülük etmiştir. Bununla birlikte seri üretimdeki hız, kalite ve tecrübesiyle, yüksek bir teknoloji gücüne sahip bir konuma gelmiştir. (Ulusoy, 2018: 121).

Almanya ve ABD gibi ülkeler teknolojik rekabet ortamında zirveyi hızla yükselen Çin ve Hindistan gibi dinamiklere kaptırmamak ve gelişmekte olan ülkelerin iş gücü faktörlü rekabet avantajlarını ellerinden alarak kendi imalat sanayilerinin rekabetçiliğini arttırmak için, mevcuttaki geleneksel üretim modellerini daha üst teknolojilere entegre eden stratejik bir atılımda bulunmuşlardır. Endüstri 4.0 kavramı da tam olarak bu zorunluluğun üzerine inşa edilmiş bir devrim olarak karşımıza çıkmakla birlikte, geleneksel üretim süreçlerini, bilişim teknolojilerinin kazandırdığı pratiklerle geliştirmek üzere yapılmış tüm girişimleri kapsayan yüksek teknoloji stratejisidir (Ulusoy, 2018).

Almanya'nın ulusal stratejik bir girişimi olan Endüstri 4.0, terim olarak, ilk kez dünyanın en büyük endüstri fuarı olan 'Hannover Fair 2011' de gündeme getirilmiş ve Alman hükümetinin, üretimin sayısallaştırılması, bilgisayarlaşmaya yönelme ve ileri düzey teknolojilerle yapılandırma projesi olarak, sanayi ve bilim dünyasında tanınan ve dördüncü sanayi konusunda oluşturulan çalışma grubu tarafından duyurulmuştur (Ulusoy, 2017: 5). Alman hükümeti, Sanayi-Bilim Araştırma İttifakının İletişim Destekçileri Grubu'nun, üzerinde 10-15 yıl çalıştığı, Endüstri 4.0 ile ilgili tanıtımı Davos'ta düzenlenen Dünya Ekonomi Forumu'nda yapmıştır (Davos, 2016).

Sanayinin dijital dönüşümü olan Endüstri 4.0 ile, üretim zincirindeki tüm ekipmanın, makinenin, ve robotun dijital olarak birbirine bağlanmasıyla müşterilerin, tedarikçilerin, diğer paydaşların, hammadde ve enerji kaynaklarıyla kesintisiz iletişim halinde olarak üretimde tamamen dijitalleşme amaçlanmıştır. Dördüncü sanayi devrimi, yapay zeka teknolojisi ve robot sistemler sayesinde 'Akıllı Fabrikalar' kurulmasını olanaklı hale getirerek, sanal ve fiziksel imalat sistemlerinin küresel olarak birbirleriyle esnek bir şekilde işbirliği içinde olan bir sistem meydana getiriyor ve bu sayede tamamen müşterinin istek ve beklentilerine göre özel ürünler oluşturuluyor. Ayrıca endüstri 4.0 teknolojisi sadece akıllı ve bağlantılı makine sistemlerle değil, gen diziliminden nanoteknolojilere, yenilenebilir

enerjiden kuantum bilgiişleme bir çok eş zamanlı ileri düzey teknolojileri de oluşturmaktadır (Schwab, 2016).

Endüstri 4.0 kavramının tüm dünyaya duyurulması, dikkatleri üzerine toplaması ve yaygınlaşması, kısaca şu süreçlerden geçmiştir.

1- Almanya’da 2011 yılında Hannover Sanayi Fuarında Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 kavramı tanıtılmıştır.

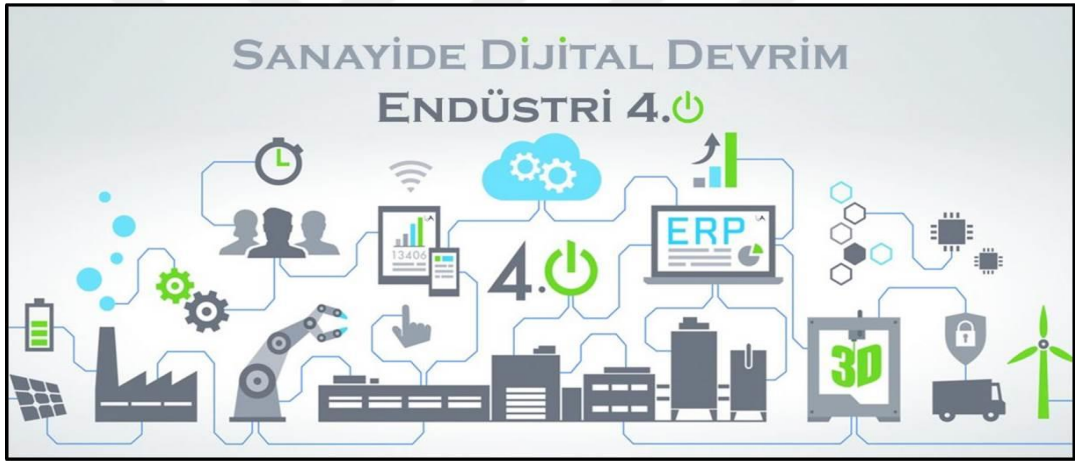
2- Alman Hükümeti 14 Temmuz 2014 tarihinde, Endüstri kavramını da içeren “İleri Teknoloji Stratejisi 2020” isimli teknoloji politikasını yayımladı. Bu strateji sadece Endüstri 4.0 bağlamındaki teknolojileri geliştirmeyi ve kullanmayı değil, pazarlama konusunda da hedefleri ortaya koymuştur.

3- İsviçre’nin Davos kasabasında 20-23 Ocak 2016 tarihinde gerçekleştirilen Dünya Ekonomik Forumu’nun teması olarak Endüstri 4.0 seçilmiş ve dünyanın pek çok ülkesinin ve şirketlerinin katılımıyla tartışılmıştır. Bu sayede kavram dünya gündeminde önemli bir yer edinmiştir.

4- Siemens ve Bosch gibi büyük şirketler ile bu konuda danışmanlık hizmeti sunan Accentura, Boston Consulting Group ve McKinsey gibi uluslararası kuruluşlar yoğun bir kampanya başlatarak kavramın yaygınlaşmasını ve dünya gündemine oturmasını sağlamışlardır (Coşkunoğlu, 2016).

Ülkemizde Endüstri 4.0’la ilgili öncülüğü TÜSİAD yapmıştır. Bu konuda Eylül 2015’de TÜSİAD bir açıklama yapmış ve ardından Mart 2016’da Boston Consulting Group ile birlikte “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0” başlıklı raporu yayımlamıştır. Aynı zamanlarda Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri ışık ve daha sonra yerine getirilen Faruk Özlü’de konuya sahip çıktıklarını belirtmişlerdir. Böylece Endüstri 4.0 kavramı, şirket bakış açısı ve siyasi söylemle ülkemiz gündemine yerleşmiştir (Coşkunoğlu, 2016). Bu tarihten itibaren kamu ve özel sektörde en çok üzerinde konuşulan bir olgu olmuştur. Birçok yazılı, görsel, sanal medya organlarında, akademik ve popüler dergilerde Endüstri 4.0 ile ilgili yayın yapılmış, pek çok kurum ve kuruluş bu konu hakkında toplantılar, seminerler gibi aktiviteler gerçekleştirmiştir (Sabancı Üniversitesi, 2017).

2011 yılında Hannover Sanayi Fuarında tanıtımı yapılan, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, Endüstri 3.0 kazanımlarının yani dijital teknolojilerin üzerine eklenen ve geliştirilen Endüstri 4.0 teknolojileri içinde bulunduğumuz 2023 yılı itibarıyla firmaların ürünlerini üretme şekillerinde çığır açmaya başlıyor. Üreticiler, üretim tesislerine Nesnelerin İnterneti (IoT), bulut bilgi işlem ve analitik, yapay zeka ve öğrenimi gibi yeni teknolojileri entegre ederek, verileri toplayan, analiz eden, gelişmiş sensörler sayesinde daha iyi kararlar verebilen, gömülü yazılımlar ve robotlarla donatılmış akıllı üretim fabrikaları oluşturmaya başladı (IBM, 2023). Akıllı makinelerin ve akıllı fabrikaların artan otomasyonu ve istihdamı ile ayırt edilen bilgilendirilmiş verilerle üretim hattı boyunca ürünlerin daha verimli ve esnek bir şekilde üretilmesi sağlanıyor. Üretimde esnekliğin olmasıyla üreticiler kitlesel kişiselleştirmeyi gerçekleştirerek müşteri taleplerini daha iyi karşılayabiliyorlar (Banger, 2018).



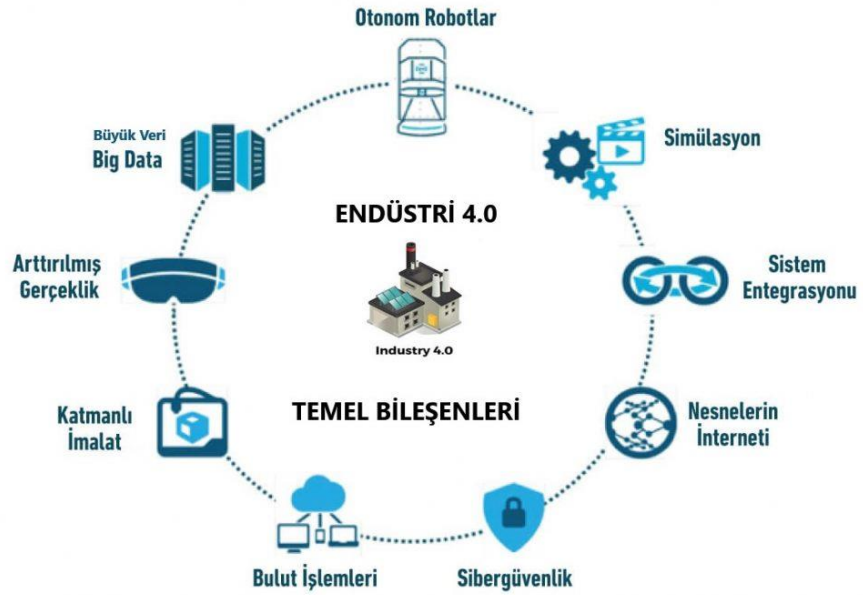
Şekil 7. Endüstri 4.0,

Kaynak; <http://kenanyelken.com>

İçinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 devriminin dayanağı olan teknolojileri ileriki bölümlerde derinlemesine değinmekle birlikte kısaca şöyle sıralayabiliriz.

- * Otonom Robotlar.
- * Siber Fiziksel Sistemler ve Simülasyon.
- * Büyük veri, Analitikler,
- * Bulut Bilişim.

- * Yapay Zeka (AI).
- * Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Sensörler.
- * Artırılmış Gerçeklik.
- * Katmanlı Üretim ve 3D Yazıcılar.
- * Siber Güvenlik.
- * Blok Zincir (Blockchain).
- * 5G Teknolojisi.
- * Yenilenebilir Enerji.



Şekil 8. Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri.

Kaynak: <https://www.buraksen.com>

Endüstri 4.0, Fiziksel Sistemler, Bulut sistemleri, Yapay zeka yazılımları, katmanlı imalat gibi bilişim teknolojilerinin kullanılmasıyla sanayide verimliliği, hızı ve kaliteyi artırarak esnek çözümler üreten, müşterinin istekleri doğrultusunda daha az maliyetli, kişiselleştirilmiş ürün oluşumu sağlama yolunda günümüz dünyasında hızla gelişmektedir. Daha önce değindiğim başta Çin olmak üzere Doğu ülkelerindeki düşük işgücü maliyetli ve yenilikçi üretimin hızla artmasıyla Batı ülkelerinde Endüstri 4.0 kavramının ortaya

çıkmasına sebep olmuştur ve Batı rekabet amaçlı şu kriterleri Endüstri 4.0 bünyesinde ortaya koymuştur;

- İnovasyon: Yenilikçi ürün tasarımı.
- Esneklik: Müşteri isteklerine göre üretim.
- Verimlilik: Otomasyonu artırmak, iş gücünü azaltmak (Tecim, 2023).

Bu kriterlerin yanı sıra Almanya Endüstri 4.0 felsefesini beş maddede ortaya koymuştur: yüksek rekabet gücü, esnek üretim, yenilikçi iş modelleri, kişiye özel üretim, yeni çalışma şekli ve süresi. Bu felsefenin hayata geçirilebilmesi noktasında Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleri kullanılarak otomasyon sistemleri ve makinelerin kontrolü artacak, ihtiyaç duyulan iş gücü azalacak daha nitelikli ve az sayıda işgücü istihdam edilecek, kişiye özel zevkler ve özelliklere göre üretim gerçekleştirilecektir. Bu bağlamda sosyal hayatta ve çalışma hayatında pek çok değişim ve dönüşüm oluşacaktır (Tecim, 2023).

Dünya Ekonomik Forumunun başkanı Klaus Schwab, Endüstri 4.0 devrimiyle milyarlarca bireyin mobil cihazlara bağlanmasının, benzeri görülmemiş miktarlarda işlem gücünün, depolama yeteneklerinin ve bilgi erişiminin oluşmasıyla sınırsız imkanların sağlanacağı ve yapay zeka, robotik, nesnelerin interneti (Nİ), özerk taşıtlar, 3D yazıcılar, nano teknoloji, biyoteknoloji, malzeme bilimi, enerji depolama ve kuantum bilgi işlem gibi yeni teknolojik atılımların çok çeşitli alanlarda iç içe geçeceğini ve tüm sektörleri etkileyecek derin değişimlere tanıklık edeceğimizi ifade etmektedir (Schwab, 2016). Ayrıca Schwab, diğer akademisyenlerden farklı olarak bu sanayi devrimini şu üç bağlamda ele almıştır.

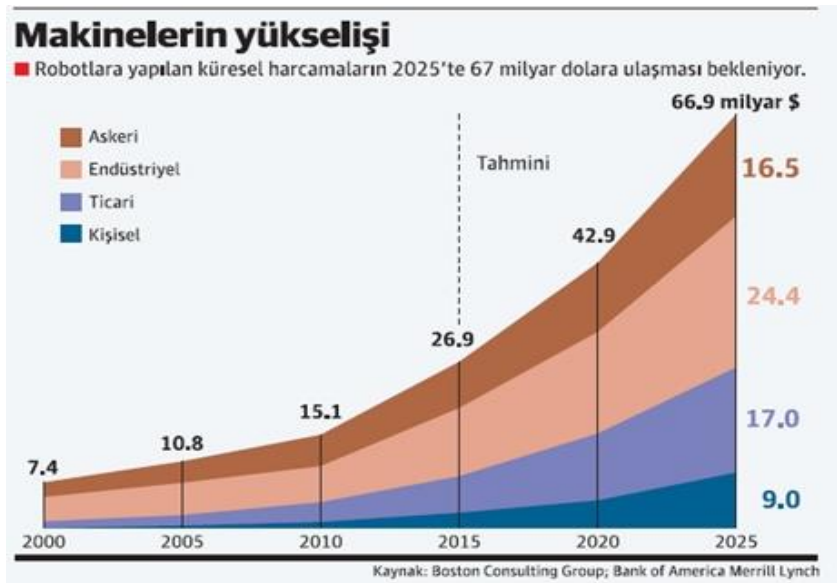
Hız: *Önceki sanayi devrimlerinin tam tersine bu devrimin doğrusal değil, üstel bir hızla geliştiğini belirtmiştir.*

Genişlik ve Derinlik: *Bu devrimin dijital devrimin üzerinde yükseldiğini ve ekonomide, iş dünyasında, toplumda ve bireysellikte köklü değişimler yaratacak çok çeşitli teknolojileri bir araya getireceğini, sadece şeyleri yapmadaki 'ne', 'nasıl' sorularını değil, 'biz kimiz' sorusunu da değiştireceğini belirtmiştir.*

Sistem Etkisi: Bu devrimin tüm ülkeler, şirketler, sektörler arasında, içinde ve bir bütün olarak tüm toplumda sistemlerin bütünsel olarak dönüşümünü içerdiğini ifade etmiştir (Schwab, 2016: 11).

İçinde bulunduğumuz zaman itibariyle, dijital teknolojiler ürün, hizmet, satış, pazarlama, ekonomi, politika ve günlük yaşamımızın tüm yönlerini kapsamaktadır. Dijital dönüşümle insan gücüne olan ihtiyaçlar azalıyor ve yerini robotlara bırakıyor. Üretim sistemleri teknolojilerinde sürdürülebilirlik ve rekabet gücünde farklılıklar ortaya çıkıyor (Ulusoy, 2017).

Dijital çağ her şeyin sayısallaştırılabildiği bir dönüşüm çağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla alınan kararlar, sistemler ve uygulamalar veri ve analitik uygulama ile desteklenerek daha doğru sonuçlar elde edilebilmektedir. Dijital sistemlerden sürekli veri toplayabilen bilgi sistemleri topluma, sosyal ve iş yaşamına yönelik yeni değer biçimleri oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Organizasyonları, piyasaları, devlet ile vatandaşlar arasındaki ilişkileri ve daha pek çok şeyi değiştirmeyi sağlayan veriler elde ediliyor (Ohlhorst, 2013). Örneğin Şirketler, iş süreçlerinden elde ettikleri verilerin analiz edilmesiyle müşterilerinin özelliklerini, talep ettikleri markalar ve ürünler üzerinden müşterilerin, web sitelerindeki hareketlerini yapay zeka yazılımlarla takip ederek müşterinin, bir sonraki alışverişinde uygun promosyon, indirim v.b. gibi cezbedici fırsatlar sunarak müşterinin tekrar siteye yönelmesini sağlamaktadırlar (Altuntaş, 2018).



Şekil 9. Tarihte Toplumun Değişimi
Kaynak: <https://www.dunya.com>

Yukarıdaki şekilde Boston Consulting Group'un 2025 yılında robot teknolojisine yapılacak yatırımın 66.9 milyar dolar olacağı beklenmektedir. Bu yatırımların 24,4 'ü endüstri alanında, %17'si ticarete, %16.5'i askeri alanda ve %9'u kişisel robot teknolojilerinde yapılacağı öngörülmüştür.

Endüstri 4.0 ile üretim sistemlerinde insan gücü en asgari düzeyde tutulmuş, birbirleriyle iletişim kurabilen makineler, cihazlar ve otonom sistemler sayesinde gerçekleşen bir etkileşim, üretim ve iletişim dönemi başlamıştır (Görçün, 2017). İlk olarak fabrikalarda üretim sistemine entegre olan Endüstri 4.0 teknolojileri süreç içinde tüm alanlarda etkisini göstermiş ve sosyal yaşantımızı, kültürümüzü ve yaşama biçimlerimizi değiştirmeye başlamıştır. 3D ve 4D yazıcılarla fabrikalarda üretilen ürünlerin evlerde ya da daha küçük işletmelerde üretilmesiyle üretim şekilleri değişmeye başlamış, birbirine geçmiş karmaşık bilgilerin veri analiziyle ayrıştırılıp değerlendirilmesi, hizmetlerin ve nesnelerin internetinin imalat sürecine dahil olması gibi yeniliklerin günümüz Endüstri 4.0 sürecinde toplumlar üzerindeki etkisi önem arz etmektedir. Endüstri 4.0'la gerçekleştirilmek istenen, birbirleriyle haberleşen, sensörlerle ortamı algılayabilen, veri analizleriyle insanların ihtiyaçlarını belirleyen sistemlerin üretimde yer alarak daha kaliteli, daha ucuz, daha az israf yapan yani daha az maliyetli ve daha hızlı bir üretim gerçekleştirmek ve tedarik zincirinde de dijitalleşerek yaşam döngüsü yönetimine ilişkin endüstriyel süreçlerde iyileştirmeler yapılmasını sağlamaktır (Banger, 2018).

2.4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Toplumsal Etkisi

İçinde bulunduğumuz çağ, üretimde, enformasyonda, sosyal ve iş yaşamında, bireysel, toplumsal ve uluslararası iletişimlerde, ulaşımda, devlet işlerinin yürütülmesinde, toplumun resmi işlerinde kısacası yaşamımızın her alanında dijital teknolojiler kullandığımız bir çağ olan dijital çağdır. Endüstri 4.0 olarak ta nitelendirdiğimiz bu çağın ilk çeyreğindeyiz. Akıllı teknolojilerin fabrikalardan çıkarak kişiselleştirilmiş teknolojilere dönüşmesi ve bu teknolojilerin toplumu oluşturan bireylerce kullanılmaya başlaması toplumsal ve psikolojik açıdan insanlara faydalı olduğu kadar zararları da olmaya başlamıştır. Örneğin devlet işlerinin dijitalleşmesiyle e- devlet uygulaması pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de 2008 yılında erişime açılmış ve kamu hizmetlerinden bilgisayarlar ve internet aracılığı ile yararlanma sağlanmıştır. Toplumun yararına olan bu uygulama insanların hayatında büyük kolaylık sağlarken siber güvenliğinin sağlanması faktörü önem kazanmıştır

zira elektronik ortamda bulunan, vatandaşların tüm bilgileri, bir siber saldırı sonucu kötü niyetli kişilerin eline geçebilir ve büyük zararlar meydana gelebilir.

Bankacılık işlemlerinde de dijital sistemler kullanılmakta nakit para yerine kart sistemleriyle ödemeler yapılmaktadır. 2020 yılında çıkan covid-19 virüsü salgını sonucu tüm dünyayı etkisi altına alması nedeniyle 'Pandemi' ilan edildi ve bu salgının yayılmaması adına da kişilerin uyması gereken birçok önlem alındı. Toplumlar bu süreçte salgının bulaşmaması için elden ele dolaşan nakit paralar yerine temassız kullanabilecekleri kredi kartlarını yoğun olarak kullanmaya başlamışlar ve bu süreç, ödemelerin dijital platformlarda yapılma hızını artıran bir dönem olmuştur. Diğer taraftan hiçbir merkeze bağlı olmadığı söylenen tamamen dijital, alternatif döviz olarak üretilen 'kripto paralar' ülkelerin gündemine gelmiş ve endüstri 4.0'ın bileşenlerinden olan blok zincir ile birbirine bağlanmış bir yapıyla insanların ve şirketlerin yatırım aracına dönüşmüştür.

Yine pandemi döneminde eğitim uzaktan ve online olarak yapılmış ve öğrenciler iki yıl boyunca internet ve bilgisayarlar aracılığıyla eğitim almışlardır. Bu süreçte okullara gitmeyen çocuk ve gençler sosyal çevreden uzaklaşmış, vakitlerinin çoğunu bilgisayar ve internette harcayan asosyal bireyler olmuşlardır. Evden iş yapılabilen meslek grupları da yine bu süreçte görüşmelerini ve toplantılarını yüz yüze online sistemlerle bilgisayarlar üzerinden yapmışlardır. Bu süreç toplumun gelecekte nasıl şekilleneceğiyle ilgili bizlere ipuçları vermiştir.

Üçüncü endüstri devrimi teknolojilerine eklenerek yükselen ve geliştirilen Endüstri 4.0 dijital teknolojileri bir yandan yeni iş sahaları açılmasını sağlarken bir yandan kas gücü kullanılan alanlardaki istihdamı ortadan kaldırmaktadır (Eğilmez, 2018). Bu noktada nitelikli, bilgili ve eğitilmiş iş gücüne ihtiyacın artması eğitim konusunda mesleki lise ve üniversite ön lisans bölümlerindeki eğitimlerin ihtiyacı karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve dönüştürülmesini gündeme getirmiştir. Dijital devrim aynı zamanda tüketicinin alış verişi alışkanlığını değiştirmiş e-ticaret sayesinde ürünlere ulaşım ve satın alma kolaylığı sağlamıştır.

Günümüzde dijital buluşların kullanım alanı sanayiden ticarete, hatta tarıma yayılmanın yanı sıra bilgiye ve yeni teknolojiye erişimin de kolaylaşmasını sağlamıştır (Eğilmez, 2018). Örneğin tarımda GSM operatörlerinin uygulamaları sayesinde o bölgenin

iklimine uygun ekim yapılması ve sulama sistemlerinin kontrolü gibi yapay zeka teknolojileriyle sağlanan üretimler gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Çağımızda dijital teknolojinin gelişiminin çok hızlı olması kullanılan cihazların, arabaların hatta evlerin ki artık günümüzde akıllı evler hatta akıllı şehirlerin oluşturulması, insanları yeni teknolojik ürünlere yönlendiriyor ve hızla büyüyen bir tüketim toplumu oluşturuyor. Eskiden bozulmadan değiştirilmeyen eşyalar, otomobiller, telefonlar ve bilgisayarlar, yeni teknolojiyle donatılmış olanla değiştiriliyor (Eğilmez, 2018). Küresel sistemde tüketimin bu kadar artması üretim sürecinin de hızlanmasını gerektiriyor.

Endüstri 4.0'ın iletişim teknoloji unsurları olan internet, bilgisayarlar ve yapay zeka uygulamalarıyla toplumların bilgiye ulaşmaları kolaylaşmış ve bu teknolojiler sayesinde, özellikle gelişmiş ya da bu teknolojilere ulaşabilen toplumlar, sanayi toplumundan bilgi toplumuna evrilmişlerdir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin topluma etkisi konusunda Japonların bu konuyla ilgili ortaya koydukları 'Toplum 5.0' konusundan da bahsetmek gerekmektedir. Bu konuyu bir alt başlık altında işlemek doğru olacaktır.

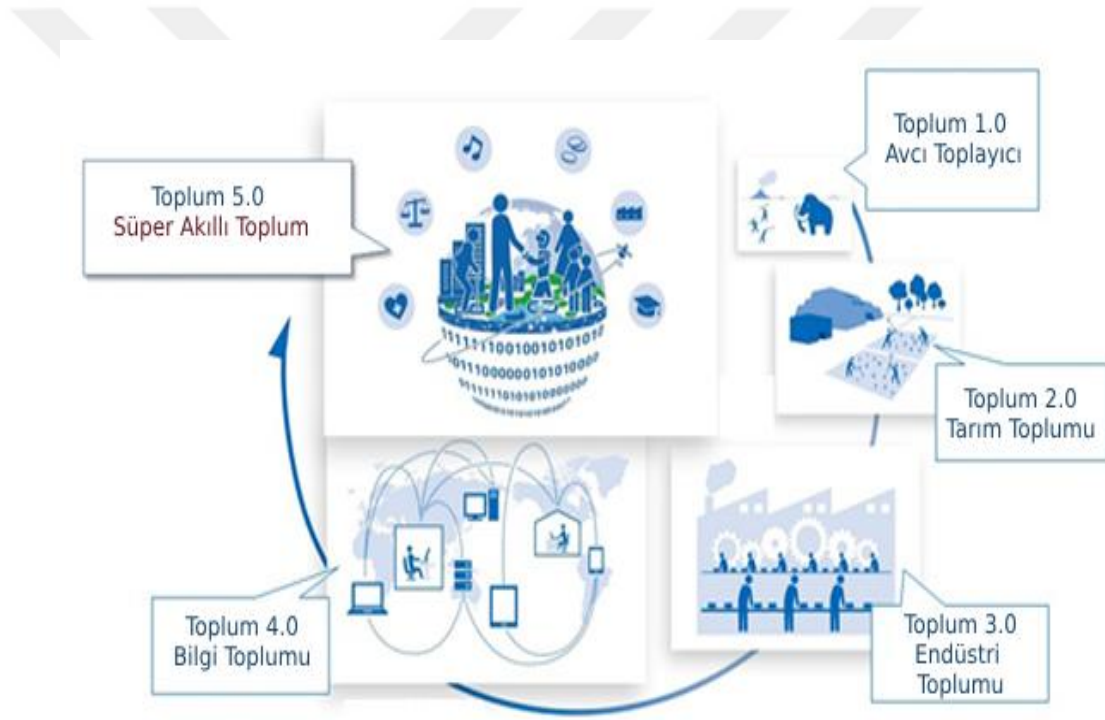
2.4.2. Toplum 5.0

2011 yılında tanımlanan Endüstri 4.0 ile, nesnelerin interneti, yapay zeka ve robotik gibi daha pek çok dijital teknolojilerin üretilmesi ve bu teknolojilerin dünya çapında uygulanabilirliğinin artması sosyal ve iktisadi yaşamda bir değişim ve dönüşüm süreci başlatmıştır. İşte bu noktada Japonya 22 Ocak 2016 'da "5. Bilim ve Teknoloji Temel Planı'nda Toplum 5.0 kavramını ortaya koymuştur. Japon Hükümeti bu kavramla Siber fiziksel sistemler aracılığıyla insanların üretkenliğini yaşam kalitesini arttırmayı, onların bu teknolojilerden daha çok yararlanmasını sağlamak için, 'insan' merkezli sürdürülebilir bir toplum yaratma görevi üstlenmiştir. (Büyüksulu, 2020).

Toplum 5.0 diğer adıyla 'Süper Akıllı Toplum', dijitalleşme ve yapay zekanın topluma etkilerinin her yönüyle değerlendirildiği, makine ve robotlardan insanların en verimli şekilde yararlanılmasının sağlandığı, büyüme ve kalkınmayı amaçlayan bir toplum modelidir. Toplum 5.0, insana, insanın yaşam kalitesine ve gelecekteki gelişmelerin toplumlara ne derece fayda sağlayacağına odaklanmıştır. Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik yenilikleri toplumlara en verimli şekilde adapte etmek, toplumlarda oluşan sorunları çözmek, yeni teknolojilerden en verimli şekilde yararlanmak ve toplumun refahını arttırmayı sağlamak amacıyla ortaya çıkarılmıştır (Öztuna, 2019).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin sayesinde bilgiye ulaşım kolaylaşmış ve enformasyon yaygınlaşmıştır. Bu durum toplumun sanayi toplumundan Bilgi toplumuna geçişini sağlamıştır. Tam bu noktada Toplum 5.0 vizyonu ile oluşturulmak istenen, bireylerin gelişen teknolojilere çok iyi uyum sağlayabilen Süper Akıllı bir toplum haline gelmesidir.

Endüstri 4.0 dijital teknolojileriyle bilgi ve enformasyon hızlı bir şekilde uluslararası düzeyde yaygınlaşmaya başlamıştır. Dünya bu sayede küresel olarak internet ağlarıyla birbirine bağlanmıştır. Toplum 5.0 düşüncesi ve çalışmalarıyla dijitalleşen dünyada insanların bilgi ve becerileri gelişmeye başlayarak süper akıllı toplum sürecine girmeye başlamaktadır. Aşağıdaki şekilde toplum süreçleri gösterilmiştir.



Şekil 10: Tarihte toplumun dönüşümü

Kaynak : <https://www.microdestek.com.tr/toplum-5-0-nedir.html>

2015 yılında Birleşmiş Milletlerin açıkladığı ‘Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’, Toplum 5.0 teorisyenleri için önemli bir referans kaynağı olmuştur. Birleşmiş Milletlerin raporunda belirtilen on yedi sürdürülebilir kalkınma hedefi Japon İş Adamları Federasyonu Keidanren’in 2018 yılında hazırladığı ‘Toplum 5.0 ve Geleceği Birlikte Yaratmak’ isimli raporunda temel olarak alınmış ve hazırlanmıştır. Bu on yedi hedef şöyledir: “1) Yoksulluğa

son, 2) Açılığa 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) Eşitsizliğin azaltılması, 11) Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, 12) Sorumlu ve Kaynakları iyi kullanarak Üretim, 13) İklim Eylemi, 14) Sudaki Yaşam, 15) Karasal Yaşam, 16) Barış Adalet ve Güçlü Kurumlar, 17) Amaç Birliği'' (Cem, 2020).

Keidanren yöneticileri bu 17 hedefi gerçekleştirebilmenin hızla gelişmekte olan Endüstri 4.0 bileşenleri olan internet, nesnelerin interneti, büyük veri, yapay zeka, robotik, blockchain, kripto para vb. teknolojileri kullanmak olduğunu görmüş ve kendi gelecek planlarını bu temeller üzerinde şekillendirmişlerdir.

Keidanren'in Toplum 5.0'a ulaşmak için geliştirdiği önerilere kısaca değinecek olursak;

1) Şehirler ve Bölgeler: Çok yakın gelecekte Dijital Teknolojilerin daha çok kullanılmasıyla mekanın önemi ortadan kalkacak. Bu sayede yerleşim yerlerinin merkezi şehirlerden, dijital teknolojiyle donatılmış ve yüksek hızda internet erişimi olan, daha dağınık küçük yerleşimlere, köylere kaymasına neden olacak ve 'Köye Dönüş' projeleri öne çıkacaktır.

2) Enerji: Yeryüzünde tüm insanların enerji kaynaklarına ulaşabilmesi, kullanılması planlanan teknolojilerin çalışabilmesi, akıllı şehirler ve merkezi olmayan yerleşim alanlarının gerçekleştirilmesi için ucuz ve yenilenebilir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu enerji kaynakları çevreye zarar vermeyen, büyük oranda güneş ve rüzgar enerjileri, hidroelektrik enerji ve jeotermal enerji kaynakları gibi sürdürülebilir olmalıdır.

3) Afet Önleme ve Azaltma: Günümüzde dünya çapında doğal afetler olmakta ve yarattığı tahribat ve yıkımlar artmaktadır. Bu yıkımları en aza indirebilmek için dijital teknolojilerden yararlanmak gerekmektedir. Büyük veri, dijital teknolojiler ve yapay zeka ile bu felaketlerin hangi zamanlarda olabileceği belirlenerek önlemler alınabilir. Depreme dayanıklı akıllı evler yapılarak felaketin tahribatı en aza indirilebilir.

4) Sağlık: Dünya nüfusu hızla yaşlanmaktadır. Japonya'da bugün nüfusun yüzde 30'u 60 yaşın üzerindedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2050 yılına kadar 60 yaş üzeri nüfusun yüzde 12'den yüzde 22'ye çıkacağını düşünmektedir. Japonya bu adımların hayata

geçirilmesiyle insanların sağlıklı yaşam sürelerini uzatmayı hedeflemektedir (Keidanren, 2018).

5) Tarım ve Gıda: Toplum 5.0' la Tarım endüstrisi, ileri teknolojilerle üretim, işleme, lojistik ve ihracatı kapsayan gıda değer zincirini optimize ederek verimliliği artırmayı aynı zamanda bilinçli ve entelektüel bir toplum yaratmayı hedeflemektedir. Bunu başarmanın yolu hükümetlerin, tarım endüstrilerinin, iş dünyasının, araştırmacıların ve halkın teknolojik gelişim ve yapısal reformlarla iş birliği içerisinde çalışmalarından geçmektedir (Öztuna, 2019).

6) Lojistik: Lojistik, Üretilen ürünlerin üreticiden son tüketiciye kadar olan nakliye, depolama, gümrükleme, ambalajlama, dağıtım gibi pek çok evreden geçen bir süreçtir. Lojistik, mal akışını kolaylaştırarak ekonomik büyümede önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca Ticareti ve günlük yaşamları destekleyen sosyal alt yapının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Öztuna, 2019). Günümüzde kargolar ve taşıma araçları, gerçek zamanlı lojistik takibi ve kontrolü sağlamak için RFID gibi IoT (Nesnelerin interneti) teknolojileri kullanarak ağlara bağlanmaya başlamışlardır. Bu teknoloji ile şirketler, insan gücü maliyetini azaltmışlardır.

7) Üretim ve Hizmet: Bu sektörde, büyük veri analizi, yapay zeka ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerin etkin olarak kullanılması ile tüketicilerin ihtiyaç ve beğenilerinin tespitinden başlayan ve üretim, tüketim, dağıtım, satış, pazarlama gibi süreçleri denetleyerek, sıfır stokla mal üretimine yönelecek böylece verimlilik artacaktır (Cem, 2020).

8) Finans: Blockchain teknolojisi ve herhangi bir merkeze bağlı olmayan kripto paraların yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamasıyla bireylerin ve küçük kuruluşların, iş dünyasında aktif bir rol edinmesi kolaylaşmıştır. Bu yeni teknoloji sayesinde ihtiyaç duyulan akıllı sözleşmeler, ödemeler ve diğer ticari işlemlerde avukatlık ofislerine, noterlere, bankalara gitmeden, kolay ve hızlı bir şekilde yapabilmelerini sağlayacaktır.

9) Merkezi ve yerel yönetimler, sistemlerini dijitalleşmeye dayalı olarak gerçekleştirmeye başlayacak ve bu sayede çeşitli birimler arasında hızlıca veri paylaşarak daha yaratıcı ve daha verimli kamu hizmeti sağlayabileceklerdir. Hükümetler uygun güvenlik ağları oluşturarak herkesin güvenlikle ilgili çeşitli zorluklar karşısında mücadele etmesi sağlanacaktır (Keidanren, 2018). Bir çok devlet, nüfusunun büyük çoğunluğunun

online olduğunu gördükçe, ülke içinde ve dışında denetim sağlama çabasına girecektir (Schmidt ve Cohen, 2015).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BEŞERİ SERMAYE KAVRAMI VE ENDÜSTRİ 4.0 'IN ETKİLERİ

3.1. Siber Fiziksel Sistemler

Endüstri 4.0'ın fiziksel alt yapısı, siber fiziksel sistemler üzerine kuruludur. Bir siber-fiziksel sistem (SFS), gömülü bilgisayar yazılımı ile kurgulanmış algoritmalar tarafından izlenen veya denetlenen bir fiziksel ve yazılımsal-sanal mekanizmadır (Banger, 2016). Siber fiziksel sistemler; iletişimi, fiziksel süreçleri ve sistemleri yönetmek veya izlemek için enformasyon teknolojisi olan bilgisayarlar, yazılımlar ve ağlardan yararlanırlar. İçine gömülü olarak bilişim-iletişim donanımı ve yazılımı yerleştirilebilen her fiziksel varlık, akıllı ve bağlantılı nesne olabilir. Telekomünikasyon, otomasyon, ulaşım ve sağlık gibi pek çok sektörde gömülü sistemler uygulanmaktadır (Gilchrist, 2016).

Siber fiziksel sistemler bilişim yazılımının sanal, sayısal dünyası ile fiziksel dünyayı süreç yönetimi ve geri bildirim denetimi ile birbirine eklenir. Bu sayede akıllı ve bağlantılı nesnelerin, verilerin ve hizmetlerin yer aldığı Nesnelerin İnterneti oluşur. Buna en iyi örnek akıllı fabrikalardır. Siber fiziksel sistem çevreden ve fiziksel süreçlerden veri toplamak için sensörlerden yararlanır. Toplanan veriler, ortamın sıcaklığı, nem düzeyi, enerji tüketimi, bir malzemenin varlığı ya da yokluğu, yağ düzeyi mekanik silindirdeki basınç gibi pek çok sayısal değer olabilmektedir.

Akıllı fabrikaların kurulması siber fiziksel sistemler sayesinde gerçekleştirilebilmektedir. Akıllı ve iletişebilir makinelerin yani tezgah, cihaz ve benzerlerinin bir yandan fiziksel ortamda çalışmasını sürdürürken, sürecin bir sanal kopyası yani simülasyonu bilişim ortamında gerçekleşir. Dolayısıyla sanal sistemi izleyerek, denetleyerek, hatta yöneterek fiziksel sistemde ne olduğuna hakim olunur. Siber fiziksel sistemler, sanayi, imalat, enerji, savunma sanayi, ulaşım gibi alanlarda kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Banger, 2018: 161-168).

3.2. Büyük Veri (Big Data) Ve Analitikler

Günümüzde kullanılan bilgisayar, akıllı telefon, tablet ve internet gibi teknolojiler sayesinde bilgiye ulaşım ve paylaşım çok hızlanmış ve artmıştır. Dünya'da milyonlarca insan bu cihazlardan her gün her saat, sosyal medya uygulamaları üzerinden, arama motorlarından, GSM operatörlerinden bilgi paylaşıyor ve bilgiye ulaşıyor. İşte bu noktada,

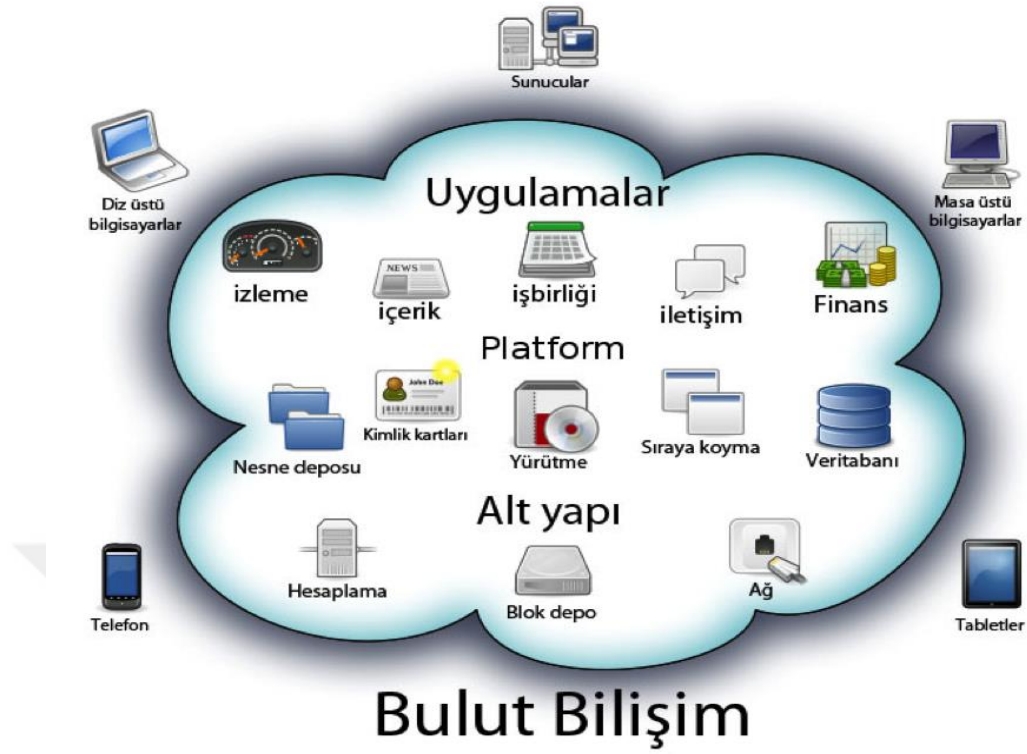
“toplumsal medya paylaşımları, sensörler, bloglar, fotoğraf, video ve log dosyaları gibi farklı veri sağlayıcılarından elde edilen ve toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş hali ‘Büyük Veri’ olarak adlandırılmaktadır” (Banger, 2018: 47).

Büyük veri günümüz dünyasında şirketler için oldukça önemli bir sermayedir. Doğru analiz metotları ile yorumlandıklarında şirketlerin karar almalarında stratejik bir değere sahip olurlar. Bu sayede risklerin daha iyi yönetilebilmesine, inovasyona, Pazar yaratmaya ve tüketicinin tercihlerine cevap verebilmeye büyük ölçüde olanak sağlar. Dünya’da halen şirketlerin büyük bir kısmı konvansiyonel veri ambarı ve veri madenciliği yöntemiyle elde ettikleri datalardan hareketle karar alıyorlar. Ancak tüketici eğilimlerini dinamik şekilde öngörebilmek, büyük veriyi analiz edebilmekten geçmektedir (Banger, 2018: 46-47).

McKinsey, Büyük Veri’nin, verileri yakalama, depolama, yönetme ve analiz etme gibi yönleriyle, tipik veri tabanı yazılımları ile başarısız olan büyük ölçekteki veri kümeleri olduğunu belirtmiştir. Son 30-40 yıl içerisinde internete ulaşım sağlanan bilgisayar gibi cihazların boyutu küçülürken depolama alanları arttı. Veri üretimi hacim olarak arttı ve çeşitlendi. Bayt ve Kilobayt büyüklüğünde olan veri tabanları Gigabaytları aştı, bugün Terebayt, Petabayt, Egzabayt, Zetabayt, Yotabayt gibi devasa büyüklükteki veri depolamalarından bahsedebiliyoruz (Banger, 2018: 48- 49).

3.3. Bulut Bilişim (Cloud Computing)

Bilişim sözcüğü tarihine baktığımızda, önceki yıllarda bilgisayar ortamında yapılan hesaplamaları belirtmek için kullanılan ‘Bilgi İşlem’ kavramından türediği ifade edilir. Daha önceleri tek tek bilgisayarlarda yapılan hesaplama işleri daha sonraları bilgisayarların birbirine bağlanarak bir ağ ile bilgi alışverişi yapmalarına olanak tanınmıştır. Zamanla bu ağlar büyüyerek kentler ve ülkeler arasında bilgi alışverişini sağlamak üzere internete dönüşmüş ve bu ağların sadece bilgi alıp vermesinin dışında hesaplama işinin de bilgisayarlar arasında paylaştırılabileceği yaklaşımı geliştirilmiştir. Bilgisayar belleklerinin ve depolama aygıtlarının ucuzlamasıyla bilgisayarların çok daha büyük ölçekte işlem ve depolama yapabilmeleri sağlanmıştır (Banger, 2018: 57-64).



Şekil 11. Bulut Bilişim Platformu

Kaynak: <https://www.dralabay.wordpress.com>

Günümüzde tüm dünyada çok gelişmiş bulut bilişim uygulamaları oluşmaktadır. IBM, Amazon, Google, Walmart, Facebook ve Microsoft OneDrive gibi kuruluşlar Bulut bilişim teknolojisiyle yani veri tabanı sistemleri ve bulut sistemlerle hizmet veren, önemli ve giderek büyüyen ölçekli oluşumlar gerçekleştirmektedirler. Bulut bilişim sayesinde bilgisayarımızın içerisindeki sabit diskin bozulması durumunda bilgiler kaybedilmiyor. Zira bu sistemleri işletenler ile yapılan sözleşme gereği veriler korunuyor. Bu durum yeni bir tür sigorta sistemi gibi görülebilmektedir (Banger, 2018). Bulut bilişim, bilgisayar donanımı, yazılımı ve hizmetlerine ilişkin bir maliyet içermez yalnızca kullanılan altyapıya, kullanım miktarına ve süresine bağlı olarak bir hizmet bedeli ödenir. Bu sayede bu hizmeti kullanmak kolaylaşmıştır.

Bulut bilişim, insanların ve şirketlerin iş yapış biçimlerini ve alışkanlıklarını büyük ölçüde değiştirmiştir. Bulut bilişim hizmetleri sayesinde verimlilik artmış, maliyetler azalmıştır. Dünyada bu hizmetlerden yararlanan pek çok sektör bulunmaktadır.

2009 yılında World Economic Forum ve Accenture'ün birlikte yaptığı bir araştırmaya göre bulut bilişimden en çok etkilenecek sektörler aşağıda verilen tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1

Bulut bilişimin etkileyeceği sektörler

Sektör	Etkilenme Oranı (%)
Bilişim Teknolojileri	93
Telekom	92
Medya	91
Eğitim	90
Hükümet	88
Sağlık	86
Üretim	74
Ziraat	40

Kaynak: <https://www.dralabay.wordpress.com>

Yukarıdaki 2009 yılında yapılmış bu çalışmaya baktığımızda içinde bulunduğumuz 2023 yılında, gözlemlerimize göre bu etkilenme oranları gerçekliğini koruyor. Zira içinde bulunduğumuz çağda büyük bir veri yığını oluşmakta ve bunların depolanması ve işlenmesi bulut bilişim sayesinde gerçekleşmektedir.

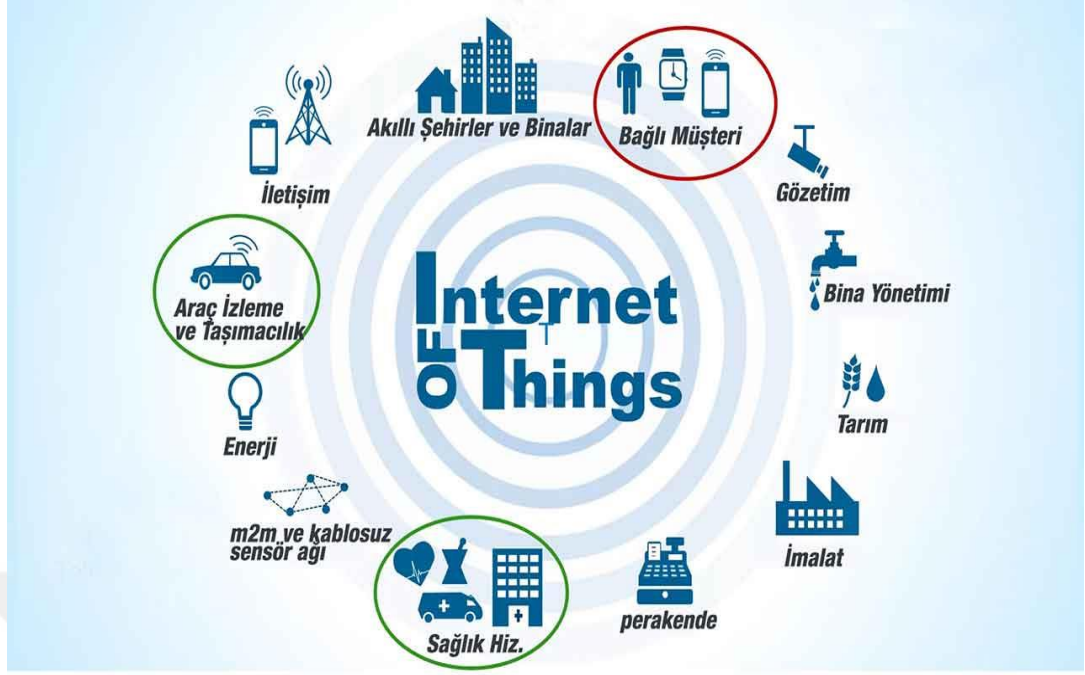
3.4. Nesnelerin İnterneti (İnternet of Things, IoT)

Günümüzde internet altyapısı ve iletişim, toplumu, ekonomiyi ve dünyayı hızlı bir şekilde etkilemekte ve dönüştürmektedir. Bu gelişim nesnelerin internetiyle son yıllarda farklı bir boyuta evrilmeye başlamaktadır.

1989 yılında İsviçre'nin Cern şehrinde herkesin ortak kullanabildiği ve kampüsteki kişilerin bilgi alışverişinde bulunabilmelerini sağlamak için bir ağ kurulmuş ve daha sonra bu ağ kentler ve ülkeler arasında bilgi alışverişini ve iletişimi sağlayan günümüzde 'internet' diye adlandırdığımız ağa dönüşmüştür. Nesnelerin interneti fiziki dünyada var olan nesnelerin teknolojiyle donatılıp internet sayesinde diğer cihazlarla iletişim kurabilmesini ifade etmektedir. Bir başka şekilde ifade edilecek olursa, Nesnelerin İnterneti; fiziksel dünyadaki nesnelerin yani cihazların, makinelerin, taşıtların ve binaların, çeşitli elektronik ve/veya mekanik donanım ile yazılım içeren nesnelerin, veri toplamak, dağıtmak ve iletişim kurmak için oluşturduğu ağ sistemi olarak ifade edilmektedir (Banger, 2018: 202). Kısacası nesnelerin internetini, fabrikalarda ve günlük yaşamımızda kullanılan cihazların, aletlerin vb. nesnelerin internet aracılığıyla birbirleriyle iletişime geçmesi olarak değerlendirebiliriz.

Nesnelerin internetinde 'nesne' kavramı da oldukça önemlidir. Her türlü izleme cihazları, sensörler, biochipler veya erişim düzenekleri nesne olarak nitelendirilmektedir. Bir cihazın akıllı sayılabilmesi ve nesne olarak nitelendirilebilmesi için Tekil bir işleme sahip olması (uniq id), bağlanabilir olması ve bir sensörü olması gerekmektedir (Kabaklarlı, 2019). Bu sayede dünyanın herhangi bir yerinden erişilebilir ve kontrol edilebilmektedir.

Bu teknoloji sayesinde günlük hayatta akıllı kentlerden akıllı fabrikalara kadar pek çok alanda insanların ve şirketlerin işlerini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Şirketler ve çeşitli kuruluşlar tarafından yoğun olarak kullanılmaya başlanan bu teknoloji ile çalışma hayatında verimlilik artmış, müşteriye daha iyi hizmet verebilme olanağı sağlamış ve daha etkili karar verme süreçleri yürütülmeye başlanmıştır. Nesnelerin arasındaki iletişime en iyi örnek, son yıllarda çok yaygın hale gelen akıllı kol saatleridir. Bu teknoloji gidilen mesafeyi, atılan adımları ve bunun gibi pek çok şeyi tespit edebilme kabiliyetine sahiptir.



Şekil 12. Nesnelerin İnterneti (IoT, Internet of Things)

Kaynak: <https://kotaman.com/nesnelerin-interneti-iot-internet-of-thing>

Dünyada çığır açacak nesnelerin internetinin uygulama alanları yukarıdaki resimde inceleneceği üzere tüm sosyal hayatı içine alan bir dijital teknoloji hamlesidir.

Dünya Ekonomik Forumu'nun kurucusu ve başkanı Klaus Schwab, 2016 yılında yayınladığı 'Dördüncü Sanayi Devrimi' kitabında; gelecekte her fiziksel ürünün her yerde iletişim alt yapısına bağlanabileceğini ve sensörlerin her yerde insanlara kendi çevrelerini tam olarak algılama imkanı sağlayacağından bahsetmektedir. Bu teknolojilerin gelişiminin pek çok olumlu ve olumsuz etkilerinin olabileceğini belirtmektedir. Bunlara kısaca değinecek olursak, nesnelerin internetinin olumlu etkilerini şöyle sıralayabiliriz (2016);

- *Kaynak kullanımında verimlilik artışı.*
- *Üretkenlik artışı.*
- *Yaşam kalitesinin iyileşmesi.*
- *Çevre konularındaki iyileşmeler.*
- *Hizmet sunumunda maliyetlerin azalması,*
- *Güvenlik (örn. Gıdalar, asayiş, ulaşım)*
- *Verimlilik (lojistik).*
- *Depolama ve bant genişliğinin artması.*

- *İşgücü piyasalarında ve becerilerinde olumlu değişimler.*
- *Yeni iş kollarının yaratılması.*
- *'Dijital olarak bağlanabilir' ürünlerin tasarımı ve işleyişi.*
- *Ürünlerin üzerine dijital hizmetler eklenmesi.*
- *Bağlantılı 'akıllı' nesnelere dayalı ek bilgi ve yeni değer yaratılması.*

Nesnelerin internetinin olumsuz etkileri;

- *Mahremiyetin zarar görebilecek olması,*
 - *Düşük becerikli işgücü için çalışma yeri kayıpları,*
 - *Hack'lenme, güvenlik tehditleri (örn. kişisel verilerin ele geçirilmesi, tesisat şebekeleri vb.)*
 - *Artan karmaşıklık ve kontrol kaybı,*
 - *Potansiyel bir "dijital Pearl Harbor'ın" getireceği sonuçlar*
- (Schwab, 2016).

3.5. Katmanlı Üretim ve 3D-4D Yazıcılar

Katmanlı üretim yani 'eklemeli' üretim, daha önceki yıllarda geleneksel sistem olan eksiltmeli imalat yöntemleri yerine katmanlar şeklinde 3 boyutlu model verilerinden nesnelere yapmak için materyalleri birleştiren bir teknolojidir. Katmanlı üretim sanal ortamda yani bilgisayarlarda prototipi tasarlanan bir ürünün 3D teknolojisi kullanılarak elle tutulabilen fiziksel üç boyutlu hale getirilerek üretilmesidir (Banger, 2016).

Günümüz sanayisinde ve prototip üretiminde 2 farklı geleneksel üretim şekli halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar; eksiltmeli üretim ve enjeksiyon kalıplamadır. Eksiltmeli üretimde metal gibi katı bir malzeme bloğundan sürekli malzeme keserek 3 boyutlu nesnelere, gereçler ve makine parçaları oluşturulur. Bu işlem manuel ya da dijital bir CNC makinesi ile gerçekleştirilir (Dağ, 2020). Ancak bu üretim şeklinde maliyet fazla, üretim yavaş gerçekleşmektedir. İkinci geleneksel üretim şekli enjeksiyon kalıplamadır. Bu kalıplama yöntemi büyük hacimlerde ürün üretmeye yönelik bir üretimdir. İlk ürün prototiplerini yapmak için kullanılabilir. Ancak bir üretim parçasının binlerce kez oluşturulabildiği seri üretimde kullanılır (Dağ, 2020). Yeni bir teknoloji olan katmanlı (eklemeli) 3D üretim akıllı cihazlar sayesinde hız ve maliyet bakımından geleneksel üretim araçlarından üstün bir özelliğe sahiptir.

Katmanlı 3D teknolojisi günümüzde kullanımı çok hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Bu teknoloji geleneksel imalat yöntemleriyle karşılaştırıldığında, ağırlık, düşük maliyet ve tasarım özgürlüğü gibi özellikleriyle önemli bir buluş olarak görülmektedir. Katmanlı imalat yapan 3D yazıcılar, toz halindeki malzemeyi (alüminyum, çelik, lityum, propoliten vb.) katmanlar halinde birbiri üzerine ergitilerek katılaştırılması ile üç boyutlu parça imalatı gerçekleştirmektedir. Havacılık, otomotiv, sağlık, elektronik gibi birçok sektörde kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu teknoloji sayesinde daha güçlü ve hafif parçalar üretilebilmektedir.

3D yazıcılar üretim süresi, modülerlik ve maliyet gibi parametrelerde sağladığı avantajlar sayesinde akıllı üretim teknolojilerinde önemli bir hale gelmiştir. 3D yazıcılarla ev, otomobil gibi büyük ölçekli çıktılar alınmasının yanı sıra endüstriye entegre edilebilen makine parçaları gibi mekanik aksamlar da üretilebilmektedir.

Günümüzde 3D yazıcılar ile sınırlı kalınmayarak yakın gelecekte ürünün basımında kullanılan malzemenin de akıllı olmasıyla ilgili çalışmalar geliştirilmektedir. Üretilen akıllı ve programlanabilir malzemelerle kendi kendini inşa edebilen ürünlerin yapılabilmesiyle ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. 4D yazıcılar bu teknolojiyi gerçekleştirmeyi sağlayacak olan cihazlar olarak tasarlanmaktadır (Kesayak, 2022).

4D yazıcılarla ilgili MIT Self-Assembly Lab., Wyss Institute, University of Wollongong ve Singapore University of Technology and Design gibi dünyanın teknoloji konusunda lider üniversiteleri 4D yazıcı teknolojisini geliştirme konusunda yoğun bir şekilde çalışma yapmaktadırlar. 4D baskı bir 3D baskıdan çıkan nesnenin su, sıcaklık, ışık veya diğer çevresel bir uyarıcı ile harici enerji girişinin etkisi altında kendisini başka bir yapıya dönüştürme sürecidir (Cem, 2020).

3.6. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, sağlık, askeri, havacılık, eğitim, mühendislik, endüstri gibi birçok alanda kullanılmaya başlamış bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik (AG), gerçek dünya ile sanal nesnelere bilgisayar grafiği ve görselleştirme teknolojisiyle gerçek ortamda birleştiren, Endüstri 4.0 üretim vizyonunun önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Artırılmış gerçeklik, yaşadığımız dünya ile sanal dünyayı tek bir ekranda birleştirmektedir (Speicher, 2019). AG sayesinde ürün geliştirme süresi kısaltılmakta, prototip oluşturma maliyeti düşmekte, eğitim ve montaj süreçleri

kolaylaşmakta ve ayrıca üretimde simülasyonlarla çeşitli senaryolar oluşturularak çözüm yolları sunulabilmektedir (Guo, 2020) .

Artırılmış gerçeklik ile pek çok alanda yaşadığımız hayata katkı sağlanabiliyor. Her ne kadar bazı meslek grubu çalışanın işini elinden alsa da büyük çoğunluk açısından daha ekonomik ve yarar sağlayan bir teknoloji. Örneğin turistik alanlarda rehber olarak kullanılmaya başlamış ve artırılmış gerçeklik teknolojisiyle donatılmış bir gözlük takarak ve bulunduğunuz konum bilgisini paylaşarak gezdiğiniz tarihi yerle ilgili bilgi ve görsellerle kendi dilinizde bir sunuma ulaşabiliyorsunuz. Bu birçok kişi çok yararlı ve faydalanılacak bir teknoloji ancak bu işi yapan turist rehberleri için mesleklerinin elinden alınması anlamına gelmektedir.

Endüstride özellikle lojistik alanında da çok yaygın olarak kullanılmaya başlayan artırılmış gerçeklik ürünün paketlenmesinden, üzerine eklenen içerik bilgileri olan barkod veya QR kod uygulamasına kadar olan süreçte kullanılmaktadır. Bu süreçte yine bir gözlük kullanılarak paket hazırlama süreçleri operatöre iletilir ve böylece paketleme işleminde oluşabilecek yanlışlıklar yapılmadan önlenmiş olur. Tüm işlem yapılırken gerçek zamanlı olarak video kaydı yapılabilmekte ve bu sayede kağıt tasarrufu yapılmakla birlikte hatalı paketleme riski düşürülmekte, paketin takibi yapılabilmekte ve işçilik maliyetleri azalmaktadır.

3.7. Yapay Zeka (AI) ve Otonom Robotlar

Günümüzde yaşamın her alanında çeşitli şekillerde karşılaştığımız yapay zeka teknolojisi sağlık, eğitim, savunma sanayii, endüstri, finans, turizm uzay ve havacılık gibi sektörlerde kullanılmasının yanı sıra bir çok kurum ve kuruluşlarda etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Sürücüsüz araçlar, insansız hava araçları, otonom robotlar, insan şeklinde insansı robotlar gibi pek çok akıllı makine günümüz dünyasında hızla yaygınlaşmaktadır (Kutlusoy, 2019).

Yapay zeka, insan zekasını taklit ederek karmaşık görevleri algoritmalar yoluyla yerine getirebilen ve topladığı verilerle kendisini geliştirebilen sistemler veya makinelerdir. Başka bir şekilde ifade edecek olursak yapay zeka, programlama diliyle taklit edilen insana özgü bilişsel yeti ve etkinliklerin bilgisayarlarda daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi girişimidir (Telli, 2019).

Makinelerin düşünebileceği ya da zihinlerinin yaratılabileceğiyle ilgili ilk düşünceyi ortaya koyan Alan Turing 1 Ekim 1950 tarihli felsefe dergisi Mind'in 236. Sayısında 'Hesaplama Makineleri ve Zeka' başlıklı bir makale yayınlamıştır. Turing öncelikle hesap yapabilmek için belli bir algoritmayı, sonra da her türden algoritmayı uygulayabilecek bir 'evrensel makine'yi düşlediğini belirten makalesinde benzersiz bir matematiksel ispat aygıtı olarak Turing makinesinin kuramsal/kavramsal çerçevesini belirlemiştir. Savaş döneminden sonrada gerçekleştirmeye giriştiği Turing makinesinin eğitildiği takdirde, kendisini kanıtlayacağına inanmaktaydı. Turing'in amacı bir insan ya da robot yaratmak değil 'bir zihin yaratmaktı'(Boyle, 2018).

“Yapay zeka/YZ (Artificial Intelligence/AI)” terimi ilk kez John McCarthy tarafından 1956 ortaya konulmuştur. McCarthy, öğrenme ve zekanın tüm özelliklerinin en ince ayrıntısına kadar tanımlanmasıyla bilgisayarların bunları simüle edebileceğini ve makinelerin insan gibi düşünebileceğini ileri sürmüştür. 1956'da Dartmouth konferansında bu düşüncenin paylaşılmasıyla bu konuda araştırmalar çalışmalar yapılmaya ve son derece önemli YZ programları yazılmaya başlanmıştır (Aydın ve Değirmenci, 2018).

Günümüzde büyük aşamalar kaydetmiş YZ teknolojisinin ilk dikkat çeken gelişmesi, 1997'de IBM'in 'Deep Blue' adlı satranç programının, dünya şampiyonu olan Garry Kasparov'u yenerek şampiyon olmasıdır ki bu bilgisayarların bazı yetenekleriyle insanların düşünce ve kabiliyetlerinin önüne geçtiğinin bir göstergesi olmuştur (Boyle, 2018). Bugüne geliştirilmiş ve sosyal yaşamda kullanıma sunulmuş pek çok yapay zeka uygulamaları geliştirilmiştir. Örneğin Apple Siri, Google Now, gibi (Aydın ve Değirmenci, 2018: 279-284) 'dar/özel YZ' diye adlandırılan dar alanlarda uzmanlaşmış uygulamalardır. Bu tür yapay zeka uygulamaları eşya taşımaya, beste yapmaya, rapor düzenlemeye yaramaktadırlar. Dar yapay zekalar yüklendiği iş dışında başka iş yapamamaktadır. Örneğin GO oyununda insanı yenen dar yapay zeka banka işlemleri yapacak kabiliyette değildir.

Yapay zeka teknolojisindeki ilerlemelerle insan beyni gibi karmaşık işlerin üstesinden gelebilecek ve 'Genel Yapay Zeka' olarak adlandırılan bir sistem oluşturuldu. Bu sistem sayesinde yapay zeka insan gibi düşünebilme, anlamlandırabilme ve bir fikri hayata geçirebilme yeteneğine kavuşturuldu (Demir, 2019). Çağımızda bir makinenin bu

kadar akıllı olması pek çok kişiyi endişeye sürüklese de birçok kişiyi de heyecanlandırmaktadır.

İçinde bulunduğumuz zaman diliminde yapay zeka öğrenen bir sistem haline gelmiştir. Öğrendiklerini uygulama yetisine de kavuşmuştur. Yapay zeka karmaşık bir sistem olmakla beraber insan davranışlarını taklit etme yeteneğiyle öğrenme süreci gelişmiştir. İnsan zekası gerektirecek görevleri matematiksel algoritmik veriler sayesinde yerine getirebilmektedir. Ayrıca akıl yürütebilmekte, karmaşık problemleri çözebilmekte ve yargılara ulaşabilmektedir (Gümüş, 2023). Günlük hayatta sıkça kullandığımız yapay zeka teknolojisiyle donatılmış akıllı cihazlar sayesinde pek çok alanda yararlanıyoruz, örneğin yol bulma konusunda GPS' den faydalanıyor, ses ve yüz tanıma sayesinde güvenlik gibi sorunların üstesinden gelinebiliyor. Son yıllarda dijital ikiz, ChatGPT, deepfake uygulamaları, metavers, akıllı fabrikalar, akıllı sürücüsüz araçlar, insansız hava araçları, insansı ve hayvansı robotlar gibi pek çok gelişme Yapay Zeka ile gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

3.7.1. Dar Yapay Zeka (Narrow AI)

Yalnızca belirli bir görevi gerçekleştirmek için tasarlanmış, özelleştirilmiş yapay zeka sistemidir. Bu tür yapay zeka, görüntü tanıma, doğal dil işleme, sesli komutlar, otomasyon ve veri analizi gibi alanlarda başarı göstermektedir. Dar yapay zeka, iş yapış şekillerinde pek çok kolaylık sağlamaya, iş süreçlerini hızlandırmaya, maliyetlerin düşmesine ve insan kaynaklı hataları minimize etmeye imkan sunmaya başlamıştır. Günümüzde bu teknolojiye örnek olarak, ChatGPT, Midjourney, Siri, Google Translate, Bard, Bing gibi uygulamalar verilebilir (Tarhan, 2023).

Dar yapay zekanın faydalarının yanı sıra gelecekte yoğunluğu artacak toplumsal zararları da olacağı öngörülmüyor. Örneğin en belirgin zararları toplumda oluşacak işsizlik, güvenlik zafiyetleri ve aşırı bağımlılık gibi durumların ortaya çıkması olarak belirtilmektedir.

3.7.2. Genel Yapay Zeka (AGI, Artificial General Intelligence)

İnsan zekası kadar işleyişi olan bir sistemden bahsedilmektedir. İnsan zekasının yapabildiği her şeyi yapabilme yetkinliğinde olan bir YZ olarak geliştirilmiştir. Örneğin düşünme ve öğrenme yeteneklerine sahip ve dolayısıyla inisiyatif kullanabilen, kendi

başına karar verip harekete geçebilen, bütün alanlarda insan gibi performans gösterebilen bir yapay zekadır (Kurzweil, 2020).

Genel yapay zeka, eğitim, ekonomi, bilim, tıp vb. birçok alanda köklü değişiklikler yapma potansiyeline sahip olması dolayısıyla kontrolsüz kullanımı güvenlik, etik ve ekonomik alanlarda kaçınılmaz problemler doğurabileceği öngörülmektedir. Bu sebeplerle günümüz bilim insanlarının ve toplumların bu konu üzerinde odaklandığı ve yapay zekalı dünyanın ihtiyacı olacak kuralların oluşturulması gerekliliği tartışılmaktadır (Tarhan, 2023; Kurzweil, 2020).

3.7.3. Süper Yapay Zeka (ASI, Artificial Superintelligence)

İnsan zekasının çok daha ilerisinde bir zeka düzeyinde ve hatta bilişsel yeteneklere yani duygusallığa da sahip bir yapay zeka modelinden bahsedilmektedir. Süper yapay zeka insanların ulaşamayacağı hız ve ölçekte düşünebilen, öğrenebilen, analiz ve yorumlama yapabilen bir yeteneğe sahip çok gelişmiş bir teknolojidir. Bu teknoloji insanlık için akıl almaz faydalar sağlayabileceği gibi kötü amaçlı kullanımda büyük risk ve tehlike arz etmektedir. Bilim insanlarına göre önümüzdeki 20 yıl içerisinde bu teknolojiye ulaşılabileceği öngörülmektedir (Tarhan, 2023).

Belirtilen bu risklerin oluşumuna engel olmak için dünyadaki tüm halkların, devletlerin yeni etik kurallar oluşturması, insan hakları tanımlamaları yapmaları, hukuki, ticari, ahlaki, yasal ve altyapısal düzenlemeler yapma zaruryeti oluşmaktadır. BM örgütü UNESCO bu konuda bir çalışma yapmış ve ‘UNESCO Yapay Zeka Etiğine İlişkin Küresel Anlaşma İlkeleri’ni ortaya koymuştur. Bunlara kısaca değinecek olursak;

1- Kapsayıcılık: *Yapay zeka, fırsat eşitliğini sağlamalı.*

2- İnsan odaklı: *YapayZeka, insan haklarına saygı göstermeli ve insanların yaşam kalitesini artırmaya yönelik olmalıdır. İnsan değerlerine ve etik ilkelerine uygun olarak geliştirilmeli ve kullanılmalıdır.*

3- Şeffaflık: *YZ, sistemlerinin ve algoritmalarının işleyişleri açık ve anlaşılır olmalıdır. Kullanıcılar ve paydaşlar, Yapay Zeka'nın nasıl çalıştığını ve hangi verilerin kullanıldığını bilmelidir.*

4- Sorumluluk: *Yapay Zeka geliştiricileri ve kullanıcıları, Yapay Zeka teknolojilerinin etkilerinden sorumlu olmalıdır. Olumsuz sonuçlara karşı önlem alınmalı ve hatalar düzeltilmelidir.*

5- Gizlilik ve veri koruma: *Yapay Zeka, kullanıcıların gizlilik haklarını korumalı ve verilerin güvenli bir şekilde saklanmasını sağlamalıdır. Veri ihlallerine karşı önlem alınmalı ve hatalar düzeltilmelidir.*

6- Güvenilirlik ve güvenlik: *Yapay Zeka sistemleri, güvenilir ve güvenli olmalıdır. Siber güvenlik tehditlerine karşı korunmalı ve kötü amaçlı kullanıma karşı önlemler alınmalıdır.*

7- Çevre ve doğal kaynakların kullanımı: *YZ sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanılması sırasında çevre ve doğal kaynakların korunmasına özen gösterilmeli. Enerji verimliliği ve geri dönüşüm gibi yöntemlerle kaynak kullanımı azaltılmalıdır.*

8- Sürdürülebilirlik: *Yapay Zeka teknolojileri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamalıdır.*

9- Dijital okuryazarlık ve beceriler: *Yapay Zeka teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla, bireylerin dijital okuryazarlık ve becerilere sahip olması önem kazanmaktadır. (Tarhan, 2023).*

3.8. Siber Güvenlik

Dördüncü sanayi devrimi olan Endüstri 4.0 ile dijitalleşen bir dünyanın içindeyiz. Bankacılık işlemlerinden, kamu işlerine alışverişten kişisel deneyimlerin paylaşılmasına kadar tüm işleyiş bilgisayarlar ve internet aracılığıyla gerçekleştiriliyor. Bu işlemleri yaparken farkında olmadan kişisel ya da önemli bilgilerimiz kötü amaçlı kişiler tarafından ele geçirilebilir. Bu tür bir güvenlik sorunu pek çok şeye neden olabilir. Örneğin banka hesabımızdaki tüm varlığımız çalınabilir, bir kurum için önemli verilere ulaşabilirler, şirketlerin ticari sırları ele geçirilebilir. Fiziki dünyada nasıl varlıklarımızı, haklarımızı korumak için güvenlik güçlerimiz ve kanunlarımız varsa dijital dünyada gerçekleşen tüm akışın güvenliğe ihtiyacı doğmaktadır. Dolayısıyla mobil cihazları, sunucuları, bilgisayarları, ağları, elektronik sistemleri ve verileri siber saldırılardan korumak için siber güvenlik uygulamalarına ihtiyaç olmaktadır.

Siber güvenlik, işletmelerden devletlerin birçok birimine kadar geçerli olan, kullanılması zorunluluk halini almış bir sistemdir. Veri güvenliği, bilgilerin izinsiz kullanımından, izinsiz yayınlanmasından, izinsiz imha edilmesinden ya da değiştirilmesine kadar pek çok farklı güvenliği bozucu unsurun engellenmesini ifade etmektedir (Özsoylu, 2017). Siber Güvenliği kategorize ettiğimizde şu şekilde sıralanabilir (Karadağ, 2021);

- **Ağ Güvenliği;** Bilişim ağının kötü amaçlı yazılımlara ve davetsiz misafirlere karşı korunmasını sağlayan uygulamalardır.
- **Uygulama Güvenliği;** Cihazları ve uygulamaları tehditlerden korumayı sağlar.
- **Bilgi Güvenliği;** Erişim, aktarım ve depolama esnasında verilerin gizliliğini ve bütünlüğünü korur.
- **Operasyonel Güvenlik;** Süreçler ve kararlarla veri varlıklarının işlenmesini ve korunmasını içerir. Bir kullanıcının ağa erişiminde ve verilerin nasıl kullanılacağına ilişkin izinleri içerir.
- **Olağanüstü halden kurtarma;** Bir işletmenin bir siber saldırıda veya bir data kaybı durumunda olaya nasıl yanıt verileceğini tanımlar (Karadağ, 2021).

Günümüzde birçok kurum, kuruluş ve şirket siber saldırılara ve zararlı yazılımlara karşı yapay zeka donanımlı sistemler sayesinde korunabilmeye başlamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BEŞERİ SERMAYE KAVRAMI VE ENDÜSTRİ 4.0 'IN ETKİLERİ

4.1. Beşeri Sermaye Kavramı Ve Tanımı

Beşeri sermaye, insan sermayesi, ya da insan kaynakları olarak da adlandırdığımız kavram, sosyal bilimciler tarafından, üretim sürecinde yararlı olduğu düşünülen çalışanın bilgi birikimini, becerilerini, uzmanlığını, sağlık durumunu ve eğitimini kapsayan kişisel nitelikleri belirlemek için kullanılan bir kavramdır. Araştırmalar, toplumdaki bireylerin becerilerinin geliştirilmesinin çocukluk, gençlik ve yetişkinlik dönemlerinde aldıkları eğitimle doğru orantılı olduğunu ve dolayısıyla yüksek ekonomik getiriler sağlaması bakımından üzerinde önemle durulan bir faktör niteliğinde olduğunu gösteriyor (Eser ve Gökmen, 2009).

Literatürde beşeri sermayenin tanımı çeşitli şekillerde yapılmıştır. Jim saxton beşeri sermayeyi 'insanların çalışmalarında elde ettikleri ücretleri artırmak için elde ettikleri beceri, yetenek, tecrübe ve bilgi birikimi' olarak tanımlarken, Nick Bontis, 'kurumların çalışanlarının üretimleri için kişilerin performanslarını oluşturan, her türlü bilgi, yetkinlik, yetenek ve tecrübe stoku' olarak tanımlamıştır (Aksu, 2016: 74). İktisadi Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)'ne göre beşeri sermaye, bir bireyin ekonomi ile ilgili gerçekleştireceği faaliyetler için kullandıkları bilgi birikimi, beceri kabiliyeti ve tecrübeleriyle kişinin, üretkenlik olarak meydana getirebileceği tüm niteliklerdir (Başol, 2013). Türk Dil Kurumu beşeri sermayeyi şu şekilde tanımlamıştır; "*işgücünü oluşturan bireylerin üretken olarak çalışmaları ve karşılığında yüksek gelir elde etmelerine olanak sağlayacak eğitim sürecinde kazanılmış üretken bilgi, beceri ve yeteneklerden oluşan bir fikri sermaye türüdür*"(TDK). Beşeri sermaye ekonomik kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Bireyin ya da toplumun sahip olduğu bilgi, beceri, yetenek, sağlık seviyesi ve eğitim seviyesi gibi kavramları kapsamaktadır.

Beşeri sermaye kavramı, ekonomi literatürüne, klasik üretim faktörleri olan emek ve fiziki sermayeye göre daha geç girmiştir. Neo-klasik iktisadi teorilere göre bir ülke ekonomisinde büyümenin gerçekleşmesindeki en önemli faktörün fiziki sermaye olduğu düşüncesi hakimdi yani niceliğe dayalı kaynaklarla büyümenin sağlanabileceği ifade edilmiştir. Ne var ki yeni büyüme teorileri olarak belirtilen içsel büyüme teorilerine göre; beşeri sermayenin fiziki sermaye kadar önemli bir üretim faktörü olduğu, ekonomik

büyümede fiziki sermayeyle aynı seviyede katma değer sağladığı savunulmuş ve beşeri sermaye iktisat literatüründe yerini almıştır (Eser ve Gökmen, 2009).

1980’li yıllara kadar iktisat literatüründe etkisini sürdüren niceliksel neo-klasik iktisat teorisi ile birlikte 20. Yüzyılın sonlarına doğru akademisyenlerce önemi daha çok kavranan beşeri sermayenin de fiziki sermaye kadar ekonomik büyüme ve gelişme için gerekli bir temel unsur olduğu belirtilmiştir (Yaylalı ve Lebe, 2011). Endüstri 4.0 teknolojilerinin günümüz dünyasında yaygınlaşmasıyla beşeri sermayenin daha önemli hale geldiği ve gelişmiş ülkelerce insan sermayesine daha fazla yatırım yapıldığı görülmektedir.

Günümüzde az gelişmiş ülkelerde, iktisadi kalkınmada beşeri sermayenin dışlandığı, buna karşılık fiziki sermayeye yapılacak yatırımlarla ekonomik güç elde edileceği fikri benimsenmeye devam etmiştir. Bu ülkeler kalkınmaları için kaynaklarının önemli bir payını fiziki sermaye yatırımlarına ayırmakta ancak beşeri sermaye yatırımının en önemli ve başlangıç aşaması olan eğitime gerekli kaynağı ayırmamaktadırlar. Buna karşılık 1960’lı yıllardan itibaren beşeri sermaye kavramı, iktisadi büyüme ve kalkınmanın önemli bir faktörü olarak görülmeye başlanmıştır. 1970’lerin sonlarından itibaren yapılan ekonomik analizlerde ‘insan’ unsurunun önemi kavranmıştır. Dolayısıyla eğitim alanında insana yapılacak yatırımın beşeri sermayeyi biçimlendirmesindeki önemi ortaya çıkmış ve ülkelerin gelişiminde etkisinin büyük olduğu belirtilmiştir (Doğan ve Şanlı, 2003).

4.2. Beşeri Sermayede Teorik Yaklaşımlar

Toplumsal hayatı ve ekonomik gelişmeyi derinden etkileyen unsurların bazıları diğerleriyle kıyaslandığında daha belirleyici olabilmektedir. Bunlardan teknoloji ve fikir hareketleri gibi diğer unsurların itici gücü olan bir başkası da ülkelerin ve toplumların nüfusudur (Ülken, 1984). Birinci sanayi devrimiyle insanın ekonomik değer yaratacağı fikri gelişmiştir. Nüfusun çoğalması, ürün artışı gibi görülerek nüfusun artmasına önem verilmiştir. Bu durum 20. Yüzyılda çok insandan ziyade, nitelikli işgücü oluşturacak nüfusa sahip olmanın daha önemli olduğu düşüncesi gelişmiştir (Özgüven, 1984).

İktisat literatüründe insan faktörüne önem veren ilk çalışmaların merkantilistlere kadar uzandığı görülmektedir. Daha sonraki süreçte klasik düşüncede A. Smith’in beşeri sermaye kavramının temelini oluşturduğu görülmektedir.

Fransa'da François Quesnay' in öncüsü olduğu Fizyokratlarla XVII. Yüzyılın ikinci yarısında doğan iktisat, İngiltere'de Adam Smith ile bir bilim statüsüne kavuşmuştur. A. Smith, 1776'da yayınladığı '*Ulusların Servetinin Mahiyeti ve Nedenleri Hakkında Bir Araştırma*' adlı eseriyle ekonomi biliminin kurucusu kabul edilmiştir (Stanford, 2009). Liberal ekonominin savunucusu A. Smith milletlerin zenginliğinin topraktan çok insan emeğine bağlı olduğunu, emeğin iş bölümü ve ülkelerin sermaye birikiminde etkili olduğunu, ülkelerin servetlerinin kaynağının emek olduğunu ve emek sayesinde ürün yaratıldığını savunarak beşeri sermayenin önemine dikkat çekmiştir (Doğan ve Şanlı, 2003).

Smith, emekte 'artan verim kanunu' nun geçerli olduğuna inanmış ve kar amacı taşıyan şirketlerin tasarruf ve yatırımlarla sermaye birikimi sağlayacağını, sermayenin getireceği iş bölümü ve uzmanlaşmanın da teknik gelişmeyi sağlayacağını ifade etmiştir. Ayrıca Smith bu sayede piyasanın genişleyeceğini dolayısıyla iş bölümü ve uzmanlaşmanın artacağını, içsel ve dışsal ekonomiler oluşacağını bu sayede emekte azalan verim değil artan verim sağlanacağını savunmuştur.

Smith, beşeri sermaye açısından eğitimin üzerinde durmuş ve toplumu oluşturan bireylerin tümünün kazanılmış ve faydalı becerilerini sabit sermaye kavramı içerisinde değerlendirmiş ayrıca bu yeteneklerin kişinin ve içinde yaşadığı toplumun servetinin bir kısmı olduğunu belirtmiştir. Smith, medeni ve gelişmiş bir millet ile gelişmemiş bir millet arasındaki farkı gösteren en önemli ölçütünün nitelikli yani kaliteli işgücü olduğunu belirtmiştir. Kaliteli emek gücünün istihdam oranının da bir ülkenin üretim ve tüketim oranını belirleyeceğini ifade etmiştir. Ayrıca nitelikli işgücü ile normal emek arasındaki ücret farkının bireyin kendisine yaptığı yatırımla doğru orantılı olduğunu ve eğitimle gelir arasında pozitif bir etkileşim olduğunu belirtmiştir (Yumuşak, 2000).

Smith, bir ülkenin üretim ve gelir hacminin büyümesini şu şekilde açıklamıştır;

- *Sermaye stokunun ve böylece üretken faaliyetlerde çalışan insan sayısının artırılması,*
- *İktisadi faaliyetlerin etkinliğinin ve çalışan insanların üretkenliğinin çoğaltılmasıdır.*

Smith, bu analizinde üretimin artmasının, hem sermaye stokunun büyüklüğünün hem de üretken işlerde çalışanların faaliyetlerinin etkinliğinin ve üretkenliğinin bir fonksiyonu olduğunu belirtmiştir (Doğan ve Şanlı 2003).

1790'lı yıllarda İngiltere'nin hızla büyüyen nüfusu ve yanlış yönlendirilmiş yoksulluk yasası ile desteklenmesi Thomas Robert Malthus'u, bu konu üzerine eğilmeye itmiştir. Bunun üzerine 1798 yılında 'nüfus ilkesi üzerine bir deneme' adlı eserini yayınlamıştır. Bu yayınlarda nüfusun artmasının ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmiştir (Sabbağ, 2020). Buna karşılık eğitime dikkat çekmiş ve eğitimin yokluğunda hem bir nüfus baskısı olacağını, hem de eğitimsizlerin neden olacağı huzursuzluğun ekonomik büyümeye engel olacağını savunmuştur. Bu nedenlere dayanarak eğitim sayesinde, hem gelecekteki nüfus artışının kontrol altına alınabileceği, hem de alt sınıfların yanlış inanışlardan kurtulabileceğini belirtmiştir. Ona göre yoksul toplumların eğitilmesi, onlar açısından yaşam koşullarını iyileştirebilecek çok önemli bir kriterdir. Malthus; "Bir bireyin kalitesinin artırılması, diğerlerinin kalitesinin yükselmesine katkıda bulunur" diyerek eğitimin potansiyel dışsal ekonomilere sahip olduğunu ortaya koymuştur (Doğan ve Şanlı, 2003).

Klasik iktisatçılardan Nassau W. Senior, beşeri sermayenin önemli bir unsuru olan eğitim konusunu önemsemiştir. Hükümet işlerinde önemli görevlerde bulunmasından dolayı Senior'un eğitim hakkındaki önerileri ve görüşleri o yıllarda ampirik açıdan Smith ve Malthus'un savunularından daha fazla kabul görmüştür. Eğitimin, insanlara, gelecekte daha çok tüketebilmeleri için, şimdiki tüketimden kaçınmaları gerektiğini öğretmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Ayrıca eğitimin, nüfusun kontrolünde etkili olacağını ifade ederek, mecburi eğitimin önemli olduğunu belirtmiştir.

Yine klasik iktisatçılardan John Stuart Mill, nüfus artışını sınırlamadan işçi sınıfının refaha kavuşmasının mümkün olamayacağını savunmuş ve insanların refaha ulaşabilmesi için en iyi hangi organizasyon şekliyle olacağını araştırmıştır. Ona göre nüfus artışıyla besin maddeleri talebi genişleyecek ve eğer üretimde bir artış meydana gelmezse, bazı sınıfların gelir dağılımındaki payı azalacaktır. Mill ayrıca kadınlara eşit mesleki fırsatların sağlanmasıyla doğum oranlarında istenen düşüşün sağlanacağını belirtmiş, bununla birlikte eğitimin önemine vurgu yaparak insanın kendini geliştirmesinde ve ileriye taşımada en önemli faktör olduğunu savunmuştur (Manga vd., 2015).

Klasik iktisat dönemin en etkili iktisatçılarından olan Alfred Marshall neo-klasik iktisadın ve Cambridge Okulunun kurucusudur. Marshall'a göre iktisat bilimi insanların günlük ihtiyaçlarını incelemekte ve bu günlük ihtiyaçlar ise iktisadi faaliyetler ile yani para ile ölçülebilen ve bir fiyatı olan faaliyetler bütünüdür. Marshall'ın günümüz iktisat bilimine katkıları büyük olmuştur ancak bir yandan beşeri sermaye görüşünü savunuyorken diğer taraftan pratik analizlerle insanın sermaye olarak kabul edilmesini yanlış bulması, beşeri sermaye kavramının gelişimini uzun yıllar geciktirmiştir. 1960'lı yıllara kadar beşeri sermaye kavramı iktisadi çalışmalarda gerekli ilgiyi görememiştir. Nitekim 1960 'dan sonra T.W. Schultz, beşeri sermaye kavramını tekrar ekonomi ile ilgili analizlere dahil etmiştir (Yüce, 1985).

Yukarıda belirtilen klasik iktisatçılar, beşeri sermaye konusunun literatüre girmesini sağlamışlar ve önemli fikirler öne sürmüşlerdir. Ancak günümüz beşeri sermaye kavramının teorik çatısını, 1971 yılında beşeri sermaye teorisi kavramını ortaya koyan Theodore W. Schultz oluşturmuştur (Schultz, 1971). Schultz'a göre beşeri sermaye, gelir artışına bağlı olarak kazanılmış insani özellikleri içeren bir kavramı ifade etmektedir. Ayrıca beşeri sermaye kavramı içinde yer alan insanların sağlık ve beslenmeleri ile doğru orantılı olan beden gücü ve canlılığı da barındırır (Öztürk, 2005).

Schultz'un ortaya koyduğu 'beşeri sermaye teorisine' göre beşeri sermaye; kişiye mal olmuş bilgi, beceri ve kazanılmış olan tüm niteliklerin değeri olarak tanımlanmıştır. Örgütsel olarak beşeri sermayeyi ise bireylerin işlerini gerçekleştirmede kullandıkları bilgi vasıf, deneyim, yaratıcılık, enerji ve gayretin tümünü ifade etmektedir (Weatherly, 2003). Schultz, beşeri sermaye teorisinde insana yapılan yatırımların ekonomik kalkınma sürecinin kısılmasında önemli bir katkısı olduğunu ve bir ekonomide belli bir dönemde üretilen mal ve hizmet miktarının kişisel kazançlar ve insana yapılan yatırımlarla doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu savunmuştur (Öztürk, 2005).

Eğitimin ekonomik kalkınmaya etkisinin ölçülmesi konusunda 'beşeri sermaye getiri oranı' olarak adlandırılan yaklaşım ilk olarak Schultz tarafından ele alınmıştır. Modern ekonomistlerden Edward F. Denison ampirik çalışmalar yürüterek milli gelir artışının kaynaklarını belirlemiştir (Doğan ve Şanlı, 2003).

Schultz'dan günümüze değin modern beşeri yaklaşımlarında beşeri sermayenin ekonomiye fayda sağlayan en önemli unsur olduğu belirtilmiştir. 1990'lı yıllarda Paul Romer beşeri sermayenin, ekonomik üretkenliğin temel kaynağı olduğunu ifade etmiştir. Yine aynı yıllarda Sherwin Rosen, beşeri sermayeyi, insanların ürettiklerini çoğaltabilmek için kendilerine yaptıkları yatırım olarak değerlendirmiştir. Frank ve Bemanke ise beşeri sermayeyi biraz daha genişletmişler ve eğitim, deneyim, hizmet içi eğitim, çalışma alışkanlıkları, güvenilirlik, enerji, zeka ve inisiyatif alma gibi, çalışanın özelliklerini olumlu yönde geliştiren unsurların bütünü olarak ifade etmişlerdir (Yaylalı ve Lebe, 2011).

Sonuç olarak Neo-klasik iktisatta beşeri sermaye, fiziksel sermaye kadar önemli bir üretim faktörü olarak kabul edilmiştir ancak, başlı başına bir üretim faktörü olduğu ve ekonomik kalkınmada önemli bir unsur olduğunun kabul edilmemesi ekonomik kalkınmada bir eksiklik olarak görülmektedir. 1980'li yıllardan itibaren teknolojinin ilerlemesiyle nitelikli insan gücünün önemi daha iyi kavranmış ve bu yönde 'içsel büyüme modelleri' geliştirilmeye başlamıştır (Yaylalı ve Lebe, 2011).

4.3. Beşeri Sermayede Eğitimin Önemi ve Endüstri 4.0 İlişkisi

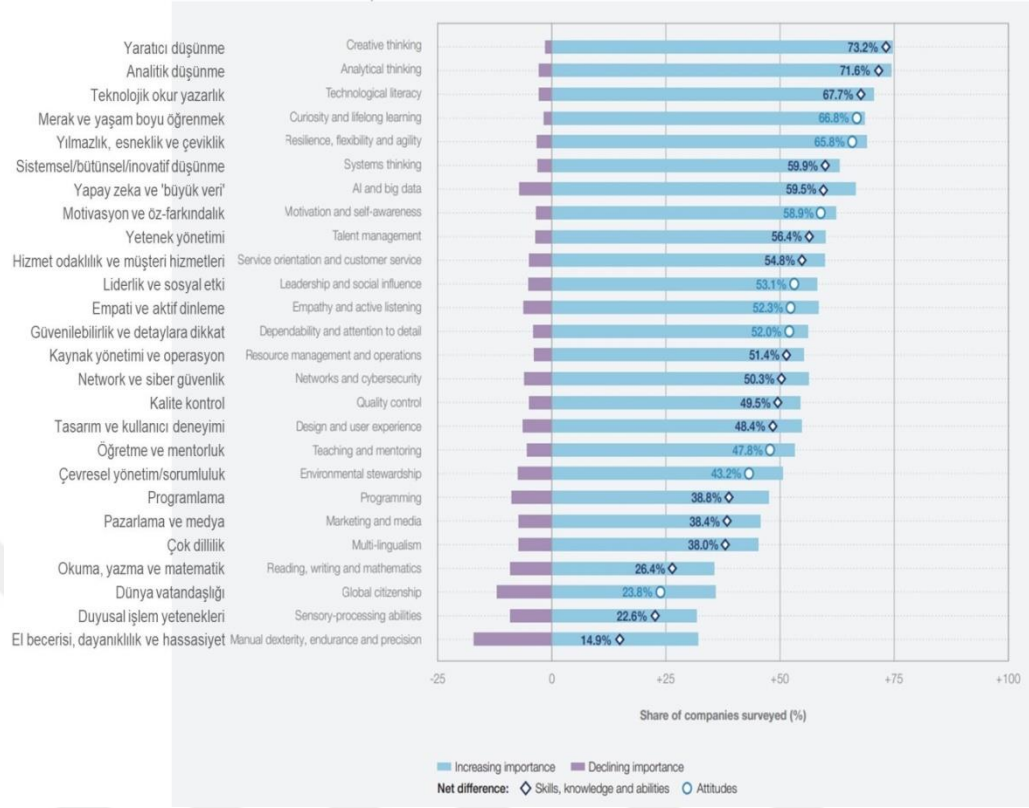
Bir ülkenin kalkınmasında, teknolojisinin gelişmesinde, refah ve gelişmişlik düzeyinin artmasındaki en önemli faktör beşeri sermayedir ve onun eğitimine yapılan yatırımlardır. 1980'li yıllara kadar fiziki sermayeye yapılan yatırımların ülke ekonomisini güçlendirdiği görüşü, teknolojinin ilerlemesi ve dijital teknolojilere ulaşılmasıyla, beşeri sermaye kavramı da önem kazanmaya başlamıştır.

Eğitim, kişinin bilgi, beceri ve yeteneklerini arttıran en önemli etkenlerden biridir. Eğitim bireye yönelik olsa da aslında sosyal bir olgudur. Mikro anlamda bireye yönelik olan eğitim, makro ölçekte tüm toplumu etkileyen bir süreçtir. Teknolojik gelişmelerle, ekonomik, sosyal ve kültürel alanda pek çok değişikliğin yaşandığı günümüz toplumlarında, eğitim sadece bireyin gelişimini sağlamakla kalmayıp, bulunduğu ülkenin kalkınmasında da önemli bir faktör olma özelliği taşımaktadır. Dolayısıyla ekonomik kalkınmanın sağlanması beşeri sermaye ile gerçekleşmektedir. Günümüz dijitalleşen dünyada, ülkelerin nitelikli insan gücünü oluşturan bir araç olarak görülen eğitim, ekonominin temel yatırımı haline gelmiştir. Kişi başına düşen milli gelirin yanında

Ülkelerin kalkınmışlık düzeyi olarak nitelikli insan gücü oranı da bir gösterge olarak belirtilmektedir (olak, 2010).

Gelecek yıllarda geliştirilen teknolojilere uyumlu nitelikli ve yetkinliğe ulaşmış çalışanlara ihtiyaç daha da çok artış gösterme eğiliminde görülmektedir. Dolayısıyla okul eğitiminden şirket içi eğitilmelere kadar bireylerin kendini geliştirmesi ve bunun için eğitim sağlayıcı kurumların çağımıza uygun şekilde geliştirilmesi ve dönüştürülmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira Dünya Ekonomi Forumu'nun 2023 yılının Mayıs ayında yayınladığı Future of Jobs/İşlerin Geleceği raporunda, 2023'den 2027'e kadarlık zaman diliminde işlerde, yetkinliklerde ve stratejilerde beklenen değişimler araştırılmış ve raporlanmıştır. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere, günümüzün temel yetkinliklerinde ve önümüzdeki beş yıl boyunca da bilişsel becerilerin ve öz yeterliliğin en üst sırada olduğu ve olacağı, analitik ve yaratıcı düşünme, esneklik, öz farkındalık, merak ve yaşam boyu öğrenmenin ne çıktığı belirtilmektedir. Teknoloji okuryazarlığında üçüncü sırada olması dikkat çekicidir (Gülüm, 2023).

FIGURE 4.3 Skills on the rise Yükselişteki Yetkinlikler (Beceri/bilgi/yapabilirlik ve Tutumlar)
Share of organizations surveyed which consider skills to be increasing or decreasing in importance, ordered by the net difference.



Şekil 13. Yükselişteki yetkinlikler (Beceri/Bilgi/Yapabilirlik ve Tutumlar)

Kaynak: <https://www.trlinkedin.com/pulse/işleringeleceği-raporu-wef-future-jobs-report-ali-gülüm>.

Yine Dünya Ekonomi Forumu'nun 2023 raporunda, 2027 yılına kadar her 10 çalışandan 6'sının eğitime ihtiyaç duyacağı ki günümüz koşullarında ancak bunlardan 3'ünün uygun eğitim fırsatlarına ulaşabileceği belirtilmektedir. Ayrıca en hızlı büyüyecek pozisyonların teknoloji, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik faktörlerinden etkileneceği ve en hızlı düşecek pozisyonların da yine geliştirilen teknoloji faktörlerinden etkileneceğinin beklendiği belirtilmektedir. En çok büyüme; eğitim, dijital ticaret ve tarımda beklenirken, idari işler, güvenlik, üretim ve ticarete küçülme beklendiği görülmüştür (Gülüm, 2023).

Dijital teknolojilerin hayatımıza girdiği günümüzde, toplumlarda ilişkiler farklılaşmaya, meslek ve iş yapış şekilleri değişmeye hatta eğitim sistemleri de farklılaşarak dijitalleşmeye başlamıştır. Mart 2020 - Mayıs 2023 yılları arasında yaşanan COVID-19 Pandemisi sürecinde, iş hayatında olduğu kadar eğitimde de bilgisayarlar ve

internet aracılığıyla uzaktan eğitim sistemi yaygın bir şekilde uygulanmaya başlamıştır. Bu süreç dijital eğitimin önünü açarak, örgün eğitim sistemi dışında da birçok alanda, kurslar, dersler ve eğitimler, internet aracılığıyla gerçekleştirilmeye başlamış ve yaygınlaşmıştır. Bu tür eğitimler, örgün eğitim sürecini, bitirmiş ya da örgün eğitime devam eden bireyler açısından, hem eğitimlere ulaşım kolaylığı sağlamış hem de bireyin kendisini geliştirmesine büyük katkı sağlamıştır. Ancak COVID-19 sürecinde örgün eğitimde online yapılan eğitimlerin çocuğun psikososyal gelişiminde ve eğitiminde pek çok sorunlara yol açtığı gözlenmiştir. Bu sürecin gelecek beşeri sermayesini oluşturacak çocuklar ve gençlerin eğitim süreçlerini sekteye uğrattığı da dikkat çeken bir konu olmuştur.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin hızla geliştirildiği günümüzde yeni iş kolları oluşmaya ve iş yapış şekilleri dijitalleşmeye başlamıştır. Dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde bu alanlarda istihdam edilecek pek çok beşeri kaynağa da ihtiyaç duyulmaya başlamış ve buna göre eğitim süreçleri işletilmeye başlanmıştır. Gelişmekte olan Türkiye’de bu dönüşümün içerisinde yer almaya çalışarak eğitimin önemini kavramış ve Aralık 2022 yılında Milli Eğitim Bakanlığı ve OECD iş birliğiyle, Türkiye’nin mesleki eğitim alanında gerçekleştirdiği reformu ele almak ve paylaşımında bulunmak üzere “*Geleceğe Hazır Bir Meslek Eğitim ve Öğretim Sistemi İnşa Etmek*” konulu bir zirve gerçekleştirilmiştir. İstanbul’da düzenlenen bu zirvede Milli Eğitim Bakanı, her ülkenin en kalıcı sermayesinin beşeri sermaye olduğunu ve bu sermayenin niteliğini arttırmada en önemli faktörün eğitim olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Türkiye’de geçmişte uygulanan ahilik kültüründeki gibi meslek okullarında çıraklık, kalfalık ve ustalık eğitiminin haftada bir gün okulda, dört gün işletmede beceri eğitiminin yapıldığı bir sisteme geçirileceğini ifade etmiş bu sayede küçük ve orta ölçekli işletmelerin ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağı oluşturabileceklerinin altını çizmiştir (MEB, 2022).

4.4. Endüstri 4.0 Sürecinde İstihdam

İstihdam ve endüstri 4.0 ilişkisine geçmeden istihdam kavramı üzerinde durmak gerekmektedir. İstihdam en basit anlamıyla; ‘ insanların çalıştırılmaları ve işe kabul edilmeleridir’. İktisat bilimi açısından daha geniş olarak tanımlanırsa istihdam, çalışma ve gelir elde etme düşüncesinde olan bireylerin, hizmetlerinden faydalanılmak üzere ücret karşılığı çalıştırılmasıdır (Tokol ve Alper, 2018; TÜİK).

Bugün içinde olduğumuz Endüstri 4.0 çağının günümüze evrilmesinin süreç aldığını ve bu tarihi süreçte teknolojinin adım adım ilerleyerek uzun bir zaman diliminde geliştirilebildiğini, ortaya konan kaynaklardan öğrenme imkanı buluyoruz. Sanayinin ilk gelişmeye başladığı 18. Yüzyıl sonlarında buhar gücünün kullanılmasıyla başlayan ve elektriğin icadıyla farklı teknolojilere geçilen ve daha sonraki süreçlerde bilgisayar teknolojisinin gerçekleştiği endüstri devrimlerinde toplumlarda sosyal yapı, ekonomik güç dengeleri, iş yapış ve işgücü şekillerinde köklü değişimler gerçekleşmiştir. Bu süreçlere geçişlerin hepsinde istihdam sorunu yaşanmış ancak daha sonraları yeni iş kollarının oluşmasıyla iş şekilleri değişmiş ve istihdam sağlanmıştır (Yasım, 2020).

Endüstri 4.0 öncesi yaşanmış sanayi devrimlerinin son yaşanan devrimden ayrılan ortak özellikleri söz konusuydu. Bunların ilki; icatlar, yenilikler, makineleşme ve elektronikleşme gibi pek çok gelişmenin yaşandığı sanayi devrimlerinin başladığı ilk zamanlarda işgücü talebi azalmış ancak daha sonraları artmıştır. İkinci ortak nokta ise emeğin verimliliğindeki artış olmuştur. Teknolojik gelişmeler uzun dönemde reel gelirlerde ve istihdam imkanlarında artışı sağlayan bir güç olmuştur. Nitekim OECD'nin yaptığı bir araştırmada teknolojik gelişmelerin 1880 yılında mevcut işlerin 3'ünde 2'sinin ortadan kalkmasına karşılık, istihdamın 1880'lerdeki düzeyinin üç katına yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır (Biçerli, 2011: 473).

Endüstri 4.0'ın öne çıkardığı teknolojiler, önceki sanayi devrimleri ile karşılaştırıldığında, diğer üç sanayi devrimleri gibi doğrusal olarak değil, üstel bir biçimde artış göstermektedir. Bu süreçte yaşanan değişim kapsam ve derinlik olarak baştan aşağı tüm üretim, yönetim ve idare sistemlerini dönüşüme uğratmaktadır (Schwab, 2016: 16-20). Dünya Ekonomik Forumunun kurucusu ve başkanı Klaus Schwab, bu devrimin fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki çizgileri belirsizleştiren teknolojilerin bir birleşimi ile karakterize olduğunu belirtmiştir (Schwab, 2016).

Ayrıca bu sanayi devriminin itici güçlerin ışığında yeni teknolojilerin tüm sektörlerde ve mesleklerde çalışmanın işleyişini ve doğasını derinden dönüştüreceği belirtilmekte ve otomasyonun işgücünün yerini ne derece ve ne zamana kadar ikame edeceğiyle ilgili bir belirsizliğin olduğu ifade edilmektedir. Bu yeni teknolojilerin istihdam üzerinde iki karşıt etki yaratacağı görülmektedir. Birincisi yeni teknolojinin ve otomasyonun, işçileri işsiz bırakması ya da kabiliyetlerini başka alanlarda kullanmaya itmesiyle yıkıcı bir etki oluşması, ikincisi bu yıkıcı etkiyle yeni ürün ve hizmetlere olan

talebin artmasıyla yeni mesleklerin, işlerin ve hatta sektörlerin ortaya çıkmasıdır (Schwab, 2016: 45).

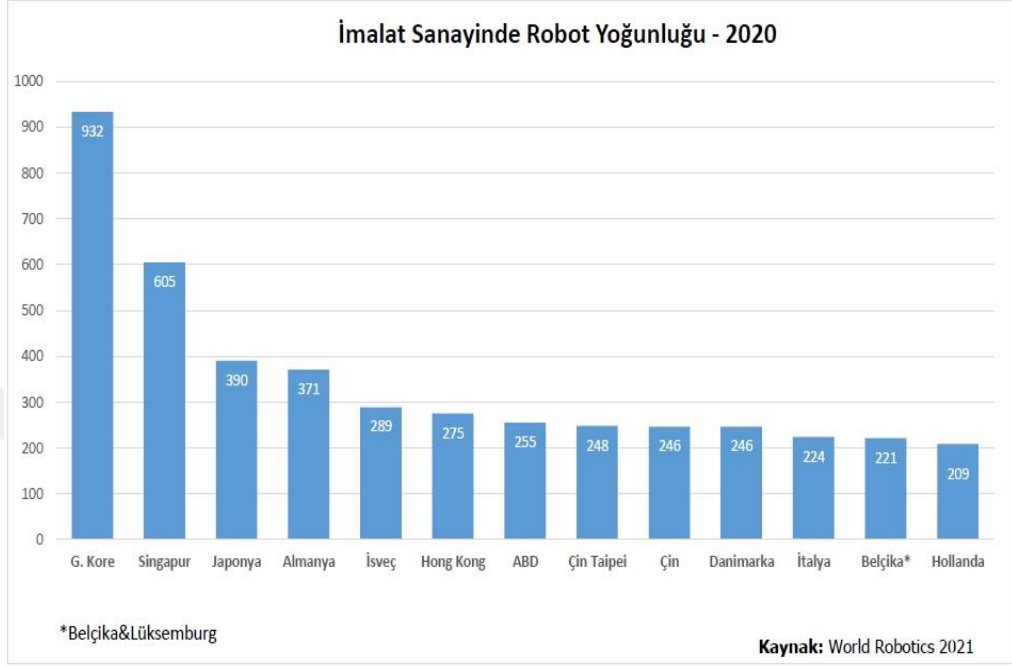
Yapay zeka, nesnelerin interneti, otomasyon ve robotların gelecekte beşeri sermayeyi derinden etkileyeceği ve dönüştüreceği bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni teknolojilerin işgücü piyasaları üzerindeki etkisi konusunda iki karşıt görüş oluşmaktadır. Bir grup bu devrimin bir refah dönemi başlatacağını ve tarihte olduğu gibi, çalışan bazı kesimlerin bir süre işsizliğinden sonra, yeni iş kollarının oluşmasıyla yeniden istihdama katılabileceklerini, diğer grup ise bu devrimin yığınsal bir işsizlik oluşturacağını ve artan ölçüde sosyal ve politik bir mahşere götüreceğini ifade etmektedirler (Schwab, 2016).

Emeğin ikamesi olan Endüstri 4.0 teknolojileri, günümüzde birçok farklı çalışma alanında, özellikle mekanik tekrar ve hassas el emeği gerektiren işler, otomasyona geçmiş ve yapay zekanın da devreye girmesiyle insan emeğine ihtiyaç azalmıştır. Gün geçtikçe de birçok kişinin öngördüğünün dışında farklı iş kolları da otomasyon sistemlere, yapay zekaya doğru yönelmeye başlamıştır. Örneğin, hukukçular, doktorlar, gazeteciler gibi daha başka meslek grupları da bu süreçten etkilenerek istihdam sorunuyla karşı karşıya kalabilecekleri düşünülmektedir (Schwab, 2016: 46).

Endüstri 4.0'ın çıkış amacı olan, Çin'in ucuz iş gücüyle piyasalara hakimiyeti karşısında, daha ucuz imalat yöntemleri geliştirmeye gidilmesiyle, günümüz teknolojisinin üreticisi ülkeler, 'Akıllı Fabrika' sistemlerine geçerek insan faktörünü en aza indirmeye ve insana harcanan maliyeti düşürerek üretimde piyasa liderliğini ellerinde tutmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla dünya genelinde faaliyet gösteren işletmelere bakıldığında, 2008 yılında kurulu olan yaklaşık 1 milyon endüstriyel robot miktarının, 2016 yılında 1,8 milyona ulaştığı görülmekte ve yıllar içerisinde dünya çapında bu sayının hızla artacağı beklenmektedir (Kılıç ve Alkan, 2018).

Klause Schwab, dördüncü sanayi devriminin yeni sektörlerde, şimdilik, önceki devrimlere kıyasla daha az sayıda yeni çalışma alanları oluşturduğunu ifade etmiştir. Buna bağlı olarak Oxford Martin Teknoloji ve İstihdam Programının tahminine göre yeni sektörlerde çalışanların oranının yüzde 0,5 olduğunu, diğer taraftan bu oranın üçüncü sanayi devrimine geçilen 1980'ler de yüzde 8, 1990'lar da ise yüzde 4,5 olarak

belirlenmiş olduğunu belirtmektedir (Schwab, 2016: 46). Schwab'ın belirttiği gibi bu veriler teknoloji ile istihdam arasındaki ilişkiye ışık tutmaktadır.

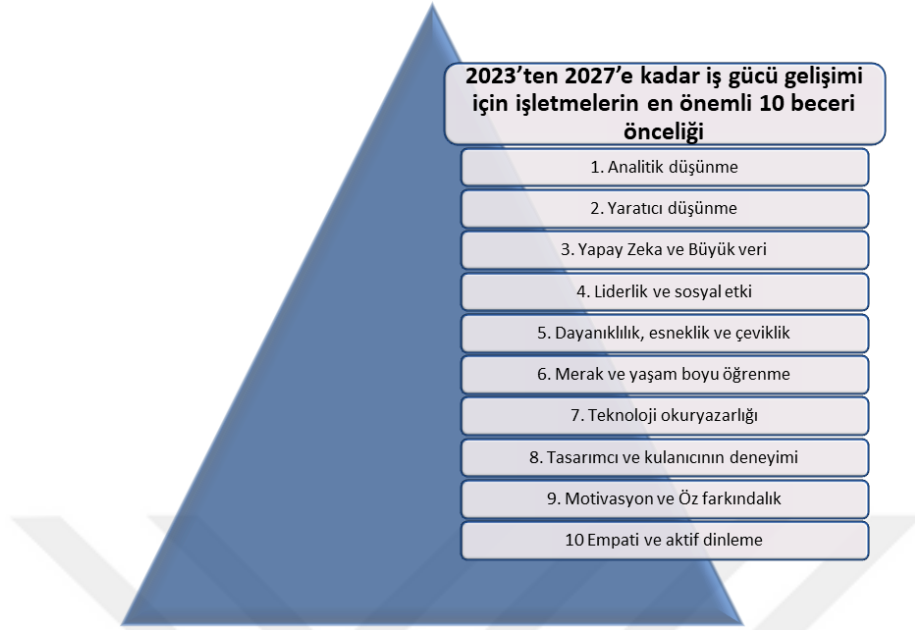


Şekil 14. İmalat Sanayinde Robot Yoğunluğu 2020

Kaynak: (Şişman, 2021)

Yukarıdaki grafikte ülkelerin endüstride kullandıkları robot yoğunluk verisi bulunmaktadır. Bu verilere göre endüstride en çok robot teknolojisini kullanan birinci sıradaki ülke Güney Kore olarak görülmektedir. Bu göstergeye göre Dünya'da imalat sanayinde endüstriyel robotların yoğun olarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) tarafından 2021 raporunda yayınlanmış bu grafikte Asya pazarında robot kullanım yoğunluğunun daha fazla olduğu görülmektedir (Şişman, 2021).

Dünya Ekonomik Forumu'nun 'İşlerin Geleceği Raporu 2023'de yaptığı araştırmaya göre ankete katılan her ülke ve sektörlerdeki şirketlerin büyük bir kısmı işgücünün geliştirilmesi ve şirket içi eğitimin gerekliliğini benimsedikleri sonucuna varılmıştır. Araştırmada bireylerde en çok aranan becerinin 'Analitik Düşünme' olduğu sonucu çıkmış ve bunun yanı sıra yaratıcılıkta ikinci sırada aranan bir özellik olarak belirtilmiştir (World Economic Forum, 2023).



Şekil 15. İşgücü Gelişimi İçin İşletmelerin On Beceri Önceliği

Kaynak: World Economic Forum, 2023(Yazar Tarafından hazırlandı)

Akıllı teknolojik cihaz ve sistemlerin gün geçtikçe geliştirildiği ve yaygınlaştığı çağımızda, birçok sektördeki meslekler yerini, ya tamamen otomasyona ve yapay zeka sistemlerine bırakacak ya da sadece nitelikli işgücüne olanak verecek hale dönüştürülecek. Bu konuyla ilgili olarak Dünya İstihdam Konfederasyonu Başkanı Bettina Schaller, dünya çapında teknoloji sektöründe işten çıkarmaların 2022 yılında 100 bini aştığını açıklamıştır (Kaya, 2022). Ekonomideki zayıflamanın etkisiyle, işten çıkarılmaların devam etmesini beklediğini ayrıca ekonomik gelişmelerin yanı sıra sektördeki dijital ve yeşil dönüşümün sonucu olarak yetenek ve mesleklerin içeriğinin değiştiğini, şirketlerin doğru insanları istihdam etmediklerini fark ettiklerini, bundan sonra da daha fazla işten çıkarma yaşanacağını belirtmiştir (Kaya, 2022). Görüldüğü üzere Bettina Schaller'in bu açıklaması ekonominin dünya çapında zayıflamasından ziyade başta teknoloji şirketleri olmak üzere dijital sistemlere geçen tüm sektörlerde niteliksiz işgücünün işsiz kalması konusunda karşımıza bir veri olarak çıkmaktadır. Aşağıda ABD ve Avrupa'daki günümüz teknoloji şirketlerinin işten çıkarma oranları verilmiştir.

ABD ve Avrupa'da teknoloji şirketlerinde işten çıkarma dalgası genişliyor

Özellikle ABD'de işten çıkarmaya giden şirketlerin sayısı her geçen gün artıyor

ABD'de teknoloji sektöründe işten çıkarılanların sayısı **67 bini aştı**

PERSONEL AZALTIMINA GİDEN VEYA İŞTEN ÇIKARMA PLANLARINI DUYURAN BAZI ŞİRKETLER



Twitter Çalışanların %50'sinin işine son verildi

Lyft Personelinin %13'ünü işten çıkaracağını duyurdu

Intel Çalışan sayısında %20 azalmaya gitmeyi planlıyor

Stripe Çalışanların yaklaşık %14'ünü işten çıkarma kararı aldı

Opendoor Personelinin %18'ini işten çıkaracak

Chime Financial Personelinin %12'sini işten çıkaracak

Klarna Personelinin %10'unu işten çıkaracak

Apple İşe alımları durdurdu

Qualcomm İşe alımları dondurdu

16.11.2022 Kaynak: Crunchbase, Layoffs.fyi



Şekil 16. ABD ve Avrupa'daki teknoloji şirketlerinin işten çıkarma oranları.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr>

4.5. Geleceğin Meslekleri ve Otomasyonun Etkileyeceği Meslekler

Daha önceki endüstriyel devrimlerde olduğu gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin yaygınlaştığı günümüz dünyasında, üretimde otomasyon ve makine öğrenmesinin yanı sıra sanal-dijital ve fiziksel dünyanın iç içe geçmesiyle akıllı üretim sistemleri devreye girmiş; iş yapış şekilleri, iş tanımlamaları ve yeni iş kolları oluşmaya başlamıştır. Diğer taraftan kas gücüne dayalı işgücünde daralma meydana gelmeye başlamıştır. Örneğin akıllı üretim ve karanlık fabrika sistemiyle değer zincirinin tamamen dijital yollarla ve yapay zekayla kendi kendini yönetebilecek şekilde tasarlanmış olması daha iyi kontrol sağlamakla birlikte daha verimli, esnek ve kişiselleştirilmiş bir üretim sağlamaktadır (Weber, 2016). Buna karşılık insan faktörünün neredeyse tamamen çıkarıldığı akıllı fabrikaların artması, beşeri sermayede, istihdam sorunu oluşturmaktadır.

Yeni dijital teknolojilerin istihdam sorunu yaratacağı, birçok akademisyen tarafından öngörülse de yeni mesleklerin ve iş kollarının hatta yeni sektörlerin oluşacağı da bir gerçektir. Bu konuyla ilgili Oxford Martin Okulundan iki araştırmacı, iktisatçı Carl

Benedikt Frey ile makine öğrenme uzmanı Michael Osborn, “702 farklı mesleği, otomasyona tabi olma olasılıklarına göre, otomasyon riskine en az duyarlı olanlardan riske en duyarlı olanlara doğru sıralayarak teknolojik inovasyonun istihdam üzerindeki potansiyel etkisini sayısallaştırmışlardır”(Schwab, 2016: 48). Aşağıdaki tabloda otomasyonun en çok ve en az etkileyeceği meslekler ifade edilmiştir.

Tablo 2

Otomasyonun etkileyeceği meslekler

Olasılık	Meslek
0,99	Tele-pazarlamacılar
0,99	Vergi Danışmanları
0,98	Sigorta Eksperleri, Otomobil Hasarları
0,98	Hakemler ve Diğer Spor Görevlileri
0,98	Mahkeme Katipleri
0,97	Restoran ve Kafelerde Garsonlar
0,97	Emlak Komisyoncuları
0,97	Tarım İşçileri Aracıları
0,96	Sekreterler ve İdari Asistanlar (Hukuk, Tıp ve Yönetim dışındakiler)
0,94	Kuryeler

Kaynak: Schwab,2016 (Yazar Tarafından oluşturulmuştur)

Tablo 3

Otomasyonun en az etkileyeceği meslekler

Olasılık	Meslek
0,0031	Akıl Sağlığı ve Madde Bağımlılığı Sosyal İşçileri
0,0040	Koreograflar
0,0042	Doktorlar ve Cerrahlar
0,0043	Psikologlar
0,0055	İnsan Kaynakları Yöneticileri
0,0065	Bilgisayar Sistem Analistleri
0,0077	Antropologlar ve Arkeologlar
0,0100	Deniz Mühendisleri ve Bahriye Mimarları
0,0130	Satış Yöneticileri
0,0150	Genel Müdürler

Kaynak: (Schwab, 2016), (Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur)

Frey ve Osborn'un 2013'te Oxford Üniversitesinde yaptıkları bu çalışmada görüldüğü gibi dördüncü sanayi devriminin tüm dünyada işgücü piyasaları ve meslekler üzerinde engellenemeyecek büyüklükte bir etkisi olacağı (Schwab, 2016: 49) ve 2023 yılı itibarıyla dünyada yaşanan resesyon ve krizlere rağmen bu değişimlerin gerçekleşmeye başladığını, tüm dünya ülkelerinin dijitalleşen dünyanın gerisinde kalmamak için çalışma içerisinde olduklarını yapılan çalışmalardan öğreniyoruz.

Dünya büyük bir hızla dijital teknolojiler ve yapay zeka kaynaklı sistemlere geçmek için alt yapılarını oluşturmaya, şirketler ve eğitim kurumları, şekil ve içerik yönünden daha verimli daha gelecek vizyonlu çözümler üretmeye başladı. Dolayısıyla endüstri 4.0 teknolojilerinin yaygınlaşması ve pek çok alanda kullanılması birçok kişinin işsiz kalmasına neden olacağı gerçeği dışında pek çok iş kolu ve yeni meslekler oluşmaya başlamıştır. Bu mesleklerden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz;

1- 3D ve 4D Üretim Mühendisliği: 3D ve 4D yazıcı teknolojileri son yıllarda en çok üzerinde durulan ve gıda, sağlık, tekstil, parça üretimi ve pek çok sektörde yenilikler sağlayan bir meslek olarak görülmekle birlikte üretimin kişiselleşmesini sağlayacağı öngörülmektedir.

2- Robot Mühendisleri ve teknisyenleri: Endüstriden hizmet sektörüne birçok alanda robotların kullanılmaya başladığı günümüzde en çok değer kazanacak mesleklerden biri olarak robot mühendisliği ve teknisyenliği ortaya çıkıyor. Şimdiden bu alanda nitelikli personel eksikliği yaşandığı konusu da gündeme gelmektedir.

3- Biyoteknolog: Biyolojinin alt dallarından biridir. Biyoteknoloji uzmanlığı, kamuda ve özel sektörde gelecek vaat etmektedir.

4- Siber Güvenlik Uzmanı (Beyaz Şapkalı Hacker): Günümüzde dijitalleşmeyle birlikte siber saldırılar, şirketler ve devletler açısından büyük risk oluşturmaya başlamıştır. Dijitalleşmenin getirdiği güvenlik açıklarını kapatmak için eğitim almış nitelikli personel ihtiyacı olmuş ve bu konuda iş alanları artmıştır.

5- Nanoteknoloji Mühendisliği: madenlerin en küçük yapıtaşına kadar inip bunlar arasında çalışan bilim insanları olarak tanımlanmaktadır. Otomotiv ve elektronik sektörü başta olmak üzere pek çok sektörde ihtiyaç duyulacak mesleklerden olacağı düşünülmektedir (Zaman, 2022).

6- Blockchain Mühendisliği/ Uzmanı: Blockchain teknolojisi başta bankacılık sektörü ve kripto para olmak üzere, blok zincir sistemli birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. IBM, Coinbase, HSBC, Walmart ve birçok dev şirket blockchain teknolojisini kullanmaktadır. Şirketlerdeki bilgisayar ağı, kriptografi, veri yapıları ve algoritmaların geliştirilmesini sağlayanlar Blockchain mühendisleridir (Özbek, 2022).

7- Endüstriyel Tasarım Mühendisliği: Sanat ve mühendisliği birleştiren bir meslek grubudur. Ev eşyaları, mücevherler, donanım gibi sayılamayacak kadar çok çeşitli sektörlerde iş yapabilmektedirler.

8- Artırılmış Gerçeklik Geliştirici: dev şirketlerin odaklandığı artırılmış gerçeklik, günümüzde otomobilden turizme, sinema sektöründen sağlık alanına kadar birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanda uzman kişilere ihtiyaç artmaktadır.

9- Veri Madenciliği: Milyarlarca verinin içinden kayda değer sonuçlar çıkartmak amacıyla yapılan çalışmalar olarak belirtilmektedir. Gün geçtikçe bu konuda uzmanlara ihtiyaç artmaktadır.

10- Enerji Sistemleri Mühendisliği: Fosil yakıt kaynaklı enerji kaynakları dışında sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelimin başladığı günümüzde bu alanda istihdam edilecek mühendis ve teknisyenlere ihtiyaç artacaktır.

11- Uygulama Geliştirme Uzmanı: günümüzde pek çok uygulama kullanılmakla birlikte gelecek yıllarda bu konudaki geliştiricilerin öneminin daha çok artacağı öngörülmektedir.

12- İnsansız Hava Aracı Operatörü: Günümüz teknolojinin ulaştığı insansız otonom araçlar içinde insansız hava araçları da yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bu konuda eğitilmiş nitelikli İHA pilotlarına ihtiyaç artmıştır. Hem özel sektörde hem de kamu da bu işin uzmanları istihdam edilmeye başlamıştır.

13- Yazılım Kalite ve Test Uzmanı: Bilgisayar Mühendisliğinde öğrenim görmüş bireylerden istihdam edilen bir iş koludur.

14- Yapay Zeka Mühendisliği: otomotiv, sağlık, finansal teknolojiler, imalat, lojistik, sosyal medya, e-ticaret, çevresel teknolojiler, görüntü işleme, makine öğrenmesi ve robotik gibi alanlarda istihdam edilebilecek yeterliliği olan kişilerden oluşmaktadır. Geleceğin vazgeçilmez meslekleri arasındadır.

15- Biyomedikal Mühendisliği: Tıbbi araç ve gereçlerin tasarımı, bakımı, üretimi, pazarlaması gibi birçok görevde yer alabilmektedirler.

16- Gömülü Sistemler Mühendisliği: Bu işle görevli mühendisler, bir cihaza akıllı olma özelliği kazandıran iç sistemin yazılımını hazırlayıp, onu sisteme entegre ederek uygulanmasını sağlayan kişilerdir.

17- Bilişim Çalışmaları Yöneticisi: Bu meslek grubu otomatik bilişim platformu oluşturmak için şirketlerin gölge bilişim ile işyeri stratejilerini birleştirmekle görevlidirler.

18- Hiper Akıllı Ulaşım Mühendisliği: Akıllı makinelerin geliştirilmesi ile sürücüsüz, yapay zeka donanımlı ulaşım sistemleriyle ilgili istihdam edilecek bireylerdir.

19- Dijital Terzi: 3D yazılım teknolojisi ile kıyafetlerin sanal modeller üzerinde prova edilerek ürün çıkarılmasını sağlayan işgücü olarak karşılaştığımız bir meslek alanı olacağı öngörülmektedir.

20- Geri Dönüşüm mühendisi (Çöp Mühendisi): Artan nüfusla beraber, tüketim de gün geçtikçe artmaya başlarken atık sorunu da endişe verici bir sorun olamaya başlamıştır. Günümüzde milyarlarca tonluk atıkların doğru bir şekilde değerlendirilerek geri dönüştürülmesi konusunda uzmanlaşmış kişilerin görev yapması düşünülerek oluşturulmuş bir meslektir.

21- Dijital İçerik Uzmanı: Mobil cihazlar ve internet sayesinde her türlü bilgi ve eğlenceye ulaşma kolaylığının olduğu çağımızda, dinamik, hızlı, etkileşimli ve isteğe bağlı medya oluşturmak ve her türlü bilgi ve görsel yayınlamak günümüz kültürünü son derece etkilemiştir. Bu sayede internet ortamında içerik üreten uzmanların artması beklenmektedir.

22- Dijital Rehabilitasyon Danışmanı: Dijital teknolojilerin hayatımızın ayrılmaz bir parçası olduğu ve bağımlılık düzeyine geldiği konusu tartışılmaya başlanmıştır. Bireylerin bu dijital bağımlılığından kurtulabilmeleri ve dijital detoks yapabilmelerini sağlayacak Rehabilitasyon Danışmanlarına ihtiyaç artacaktır.

23- Organ ve Doku Üreticisi: 3D yazıcılar ile organ, doku ve hatta protez diş üretimine başlanan çağımızda sağlık sektörü için üretim yapacak uzmanlara ihtiyaç olacaktır.

24- Kişisel Marka Danışmanı: Kişisel marka danışmanları, müşterilerine, onları rakiplerinden farklı kılabacak kamusal şahsiyetler ve mesleki itibar kurmaları konusunda yardım edecek kişilerden oluşacak bir meslek grubu olarak, gelecekte istihdam edilmeleri beklenen işgücüdür.

25- Okülarist: Oküler protez adı verilen yapay gözleri inşa edebilen, şekillendirebilen ve koruyabilen teknisyenlerdir. Teknolojinin ilerlemesiyle okülaristlerin artacağı ve mesleğin bir takım farklılıklar yaşayabileceği öngörülmektedir (Zaman, 2022).

Yukarıda belirtilen pek çok meslek modeli gibi yeni teknolojilerin gelişmesiyle daha farklı ve ihtiyaç doğuracak iş kolları oluşacak ve daha nitelikli beşeri sermayeye

ihtiyaç duyulacaktır. Burada sayamadığımız günümüzde işlerlik kazanmış birçok meslek alanı da oluşmuş ve oluşmaya devam etmektedir.

Tablo 4

Geleceğin Meslekleri

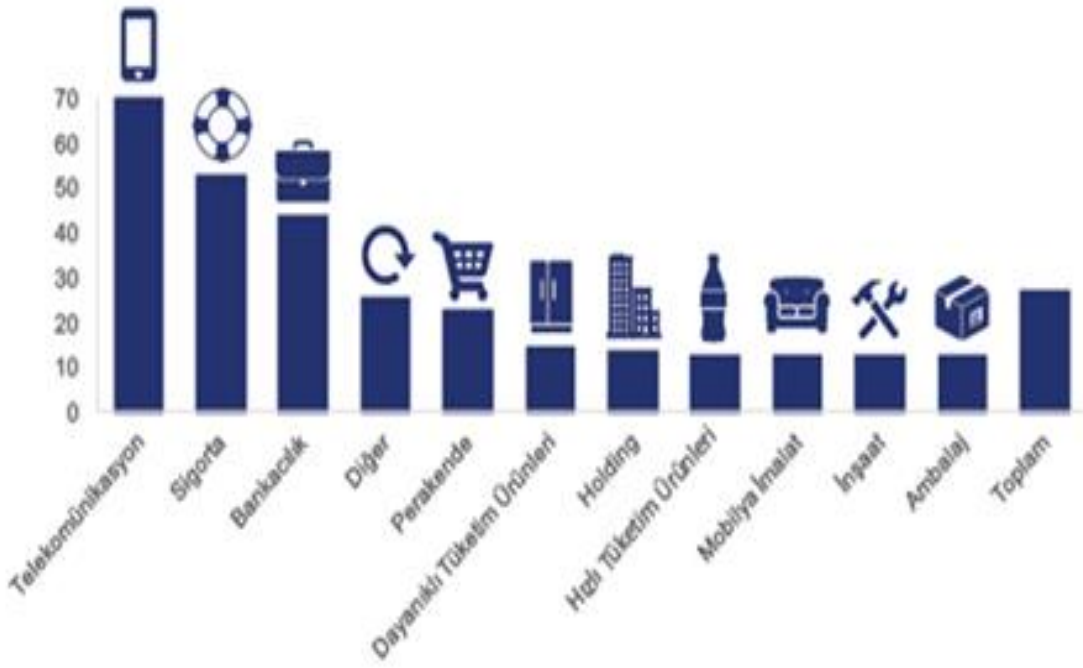
GELECEĞİN MESLEKLERİ	
1	3D ve 4D Üretim Mühendisliği
2	Robot Mühendisleri ve Teknisyenleri
3	Biyoteknolog
4	Siber Güvenlik Uzmanı (Beyaz Şapkalı Hacker)
5	Nanoteknoloji Mühendisliği
6	Blockchain Mühendisliği
7	Endüstriyel Mühendisliği
8	Artırılmış Gerçeklik Geliştiricisi
9	Veri Madencisi ve Analisti
10	Enerji Sistemleri Mühendisi
11	Uygulama Geliştirme Uzmanı
12	İnsansız Hava Aracı Operatörü
13	Yazılım Kalite ve Test Uzmanı
14	Yapay Zeka Mühendisliği
15	Biyomedikal Mühendisliği
16	Gömülü Sistemler Mühendiliği
17	Bilişim Çalışmaları Yöneticisi
18	Hiper Akıllı Ulaşım Mühendisliği
19	Dijital Terzi
20	Geri Dönüşüm Mühendisi
21	Dijital İçerik Uzmanı
22	Dijital Rehabilitasyon Danışmanı
23	Organ ve Doku Üreticisi
24	Kişisel Marka Danışmanı

Kaynak: Zaman, 2022 (Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur)

4.6. Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye

2011 yılında Hannover Sanayi Fuarında ortaya konulan Endüstri 4.0 kavramı tüm dünyada büyük yankı yarattığı gibi Türkiye’de de üzerinde dikkatle durulan bir konu olmuştur. Türkiye’de Endüstri 4.0 öncülüğünü 2015’de yaptığı açıklamayla belirten TÜSİAD, 2016 yılında Boston Consulting Group ile birlikte “*Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0*” başlıklı raporu yayınlamıştır. Ayrıca dönemin Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı konuya sahip çıktıklarını belirtmiş (Coşkunoğlu, 2016) ve Türkiye’de, Endüstri 4.0 sürecine adım atmıştır.

Yine 2016’da TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve GFK Türkiye’nin ortaklaşa hazırladığı ‘Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı’ isimli bir rapor yayınlamışlardır. Bu raporda Türkiye’de faaliyet gösteren 58 şirketin üst düzey yöneticileriyle yüz yüze yapılan görüşmelerde şirketlerinin Endüstri 4.0’a ne derece hazır oldukları belirlenmek istenmiştir. Bu görüşmeler, Bankacılık, Holding, Parakende, İnşaat, Telekomünikasyon ve Hızlı Tüketim gibi önemli sektörlerde bulunan şirketlerle yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre; şirketlerin dijital stratejilerinin çalışanlar tarafından anlaşılma oranı %66 ve dijital değişime yön verecek C seviye yönetici mevcudu % 38 çıkmıştır. Şirketlerin dijital olgunluk seviyelerine bakıldığında; % 7’si giriş düzeyinde, % 59’u gelişmekte ve %34’ü gelişmiş bir dijital yapıya sahip oldukları yönündedir. Ayrıca şirketlerin yatırımlarının dijital gelişime ayırdıkları yatırım oranı ise %27 olarak belirlenmiştir (Bilisimzirvesi.com,2016). Bu sonuçların Türkiye’de umut verici olduğu belirtilmekle birlikte, şirketlerin teknolojik altyapıları için yatırım yapmaları ve bu yatırımlara hız vererek sürdürmeleri ülkenin Endüstri 4.0 sürecinde ilerlemesi için önemli bir zorunluluk olarak görülmektedir.



Şekil 17. Sektörlerin dijitalleşme için yaptıkları yatırım düzeyleri

Kaynak: TÜSİAD, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye, GFK Türkiye, (2016).

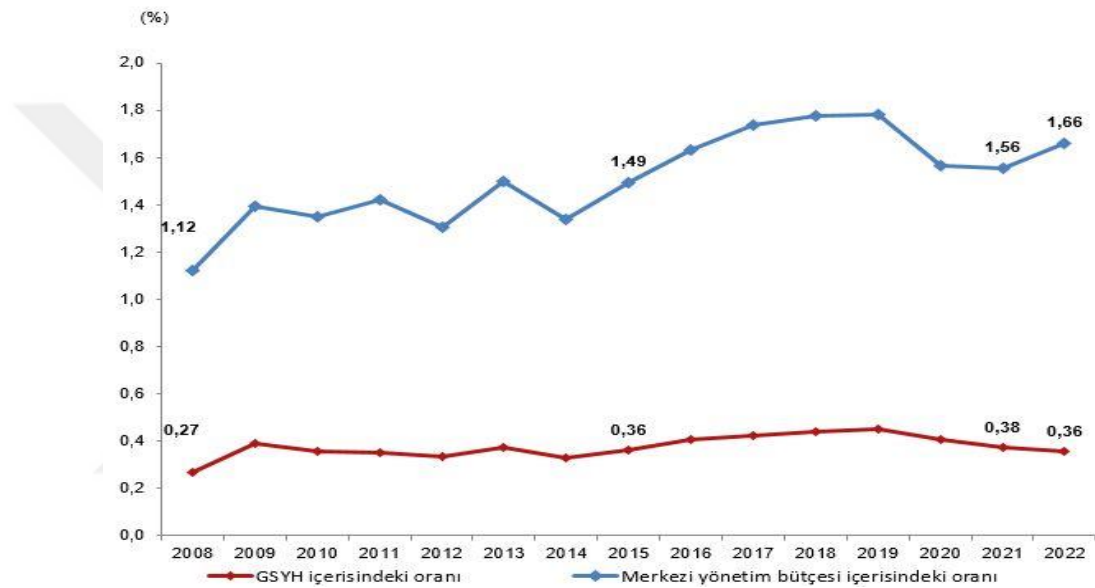
Yukarıdaki veride görüldüğü üzere ülkemizde en çok dijitalleşmeye yatırım yapan sektör %70 oranla Telekomünikasyon olmuş ve hemen arkasından %50 oranla sigorta sektörü dijitalleşmeye yatırım yapan sektör olarak görülmektedir.

Şubat 2016 yılında gerçekleştirilen Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) 29. toplantısında ülkemizin yeni sanayi devriminde söz sahibi olabilmesi, sanayide dijital dönüşümün hızlandırılması ve ülkemiz sanayisinin ileri teknoloji üretiminde uluslararası rekabet gücünün artırılmasını sağlayacak akıllı üretime geçmesi amaçlanmıştır. Bu toplantıda Bilim ve Sanayi Teknoloji Bakanlığı (BSTB) tarafından 'Yürütme, Uygulama ve İzleme Modeli' geliştirilmiştir. Buna göre ülkemizin dinamiklerine uygun yürütme, uygulama ve izleme modelinin, eğitim, istihdam ve sektörel politikalar ile ilgili analizleri de kapsayacak şekilde ilgili paydaşları eşgüdümünde geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yine BTYK 29. toplantısında TÜBİTAK'ın hedef odaklı AR-GE çalışmaları yapması planlanmış ve kritik, öncü teknolojilerde (öncelikle, siber fiziksel sistemler, yapay zeka/sensör/robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim v.b.) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak AR-GE çalışmalarının artırılması konusu ortaya konmuştur. Ayrıca

BSTB'nın kritik ve öncü teknolojilerin yerli firmalarımızca üretilmesini sağlayacak üretim alt yapılarına yönelik, pilot üretim ve gösterim desteklerini de kapsayacak şekilde, gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi hedeflenmiştir (TÜBİTAK, 2017).

Tablo 5

Türkiye'de AR-GE için Yapılan Harcamaların GSYH ve Merkezi Yönetim Bütçesi içindeki Payı.



Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, 2023

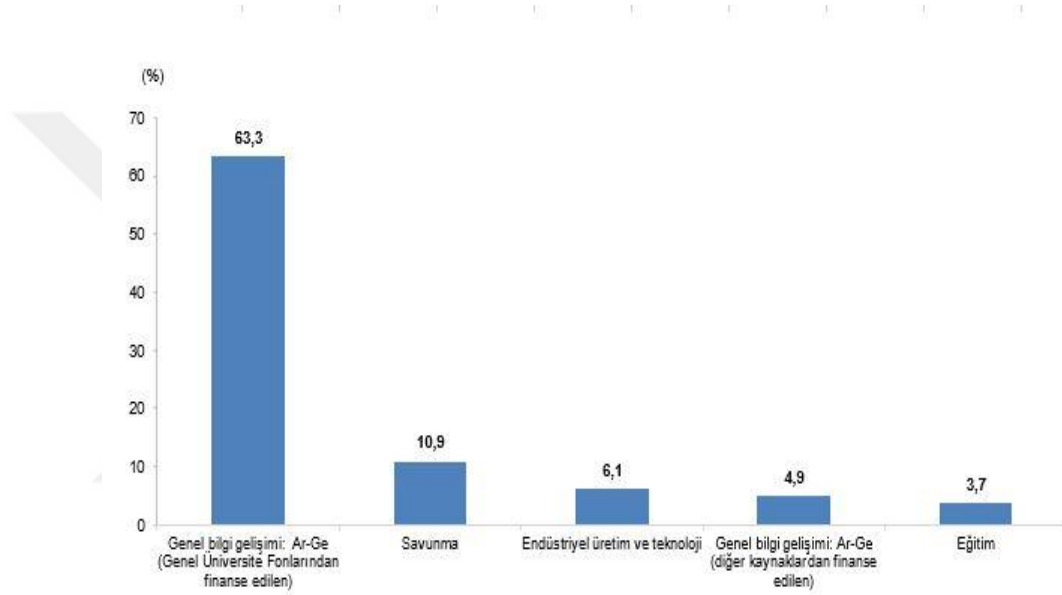
Yukarıda Türkiye İstatistik Kurumunun grafiğinde verilen oranlara göre açıklanan 2022 yılında AR-GE faaliyetleri için yapılan harcama 53 milyar 844 milyon TL olarak açıklanmış ve merkezi yönetim bütçesinden yapılan AR-GE harcamalarının merkezi yönetim bütçesi içerisindeki oranı %1,66 olarak gösterilmiştir. Bunun yanı sıra 15 trilyon 6 milyar 574 milyon TL olarak açıklanan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içerisindeki oran grafikte 0,36 olarak gösterilmiştir (TUİK, 2023).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin hızlı bir şekilde yaygınlaştığı dijital dünyada Türkiye Sanayisinin hangi noktada bulunduğu tespit edilmesinin atılacak adımları belirleme konusunda önemli bir başlangıç olacağı belirlenmiş ve 2016 yılında TÜBİTAK, 1000 özel sektör kuruluşunu kapsayan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Türkiye sanayisinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında bir sanayi gelişmişliğinde olduğu tespit

edilmiştir (TÜBİTAK, 2017). Ayrıca çalışmada, endüstriyel robotların, endüstriyel ve siber fiziksel sistemlerin kullanımının üretimin sadece bir bölümünde kullanılıyor olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Yine bu çalışma kapsamında firmaların %50'sinin ilerleyen yıllar itibarıyla Endüstri 4.0 teknolojilerini kendi bünyelerindeki firmalara entegre etme hedefinde olmaları Türkiye için umut verici görülmüştür (TÜBİTAK, 2017).

Tablo 6

Türkiye’de 2022 yılındaki AR-GE Harcamaları

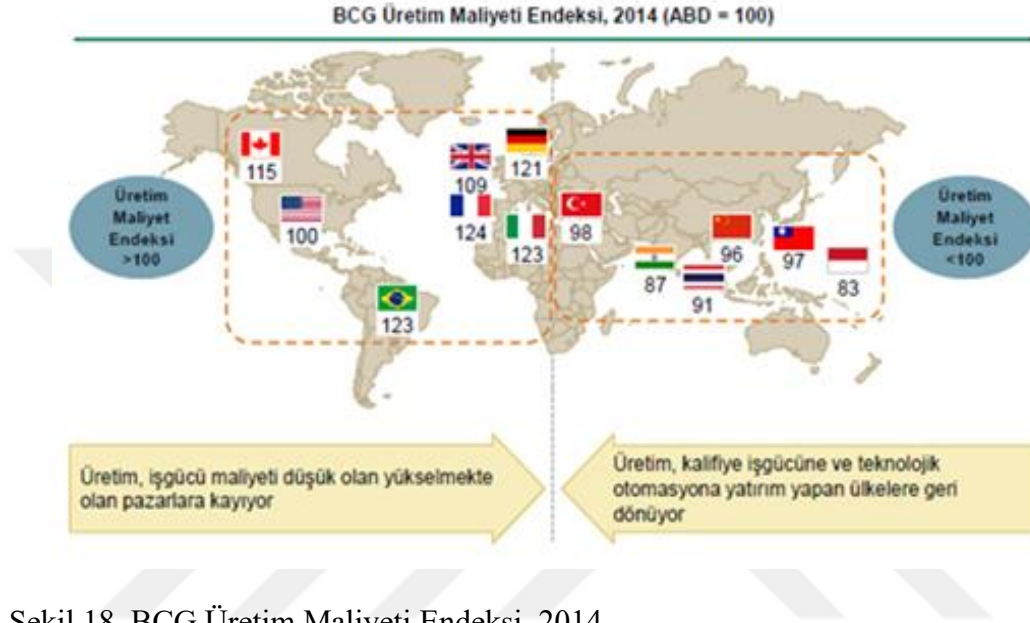


Kaynak: TUIK, 2023

Yukarıdaki grafikte yine Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre AR-GE için merkezi yönetim bütçesinden yapılan harcamalara göre oluşturulmuş oransal verilere göre 2022 yılında en fazla AR-GE harcaması %63,3 ile genel bilgi gelişimi için üniversitelere yapılmıştır. Sosyo-Ekonomik hedef kapsamında %10,9 savunmaya, %6,1 ile endüstriyel üretim ve teknolojiye, % 4,9 ile genel bilgi gelişimine ve %3,7 oranında eğitime harcama yapıldığı belirtilmiştir.

Endüstri 4.0 öncesi üretimde ülkeler ve şirketler arasındaki yüksek rekabet, ucuz maliyetli üretime yönelmeyi gerekli kılmış ve işgücü maliyetlerinin düşmesi için Batı üretim fabrikalarını yıllar içinde Doğu ülkelerine özellikle ucuz işgücünden dolayı başta Çin ve Hindistan gibi ülkelere kaydırmıştır. TÜSİAD ve Boston Consulting Group'un

birlikte yaptığı ‘‘Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0’’ isimli çalışmada aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere Hindistan ve Çin gibi Türkiye’nin de işgücü maliyetinin düşük olduğu belirtilmiş buna göre Türkiye’nin üretim maliyeti 98 birimken ABD’nin 100, Almanya’nın ise 121 birim olarak belirlenmiştir (TÜSİAD, BCG, 2016)



Şekil 18. BCG Üretim Maliyeti Endeksi, 2014

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016

Türkiye’nin iş gücü maliyetinin düşük olmasına ve imalat sektöründe diğer sektörlerle göre %18’lik payla en fazla değer üreten sektör olmasına karşın, üretimin çok büyük bir kısmının ithalata dayalı olması (2012 yılında %59, 2013 yılında %62 olarak belirlenmiştir.) Türkiye’nin üretim sektöründeki rekabetçi yapısını korumasında önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu çalışmada Türkiye’nin ileri teknoloji ürünlerinin üretiminde oldukça geride kaldığı görülmekle birlikte toplam ihracatının sadece %4 ‘ünün ileri teknoloji ürünleri olması, katma değerli ürün ortaya koyma açısından Türkiye’nin Endüstri 4.0 teknolojilerini geliştiren ve üreten ülkelere oldukça geride olduğunu göstermektedir (TÜSİAD, BCG, 2016).

4.6.1. Türkiye’nin Bilim ve Teknoloji Politikaları

Günümüzde ekonomisi gelişmiş olan ülkeler katma değeri yüksek ileri teknoloji üretiminde diğer ülkelere göre çok hızlı bir gelişme göstermektedirler. Ekonominin

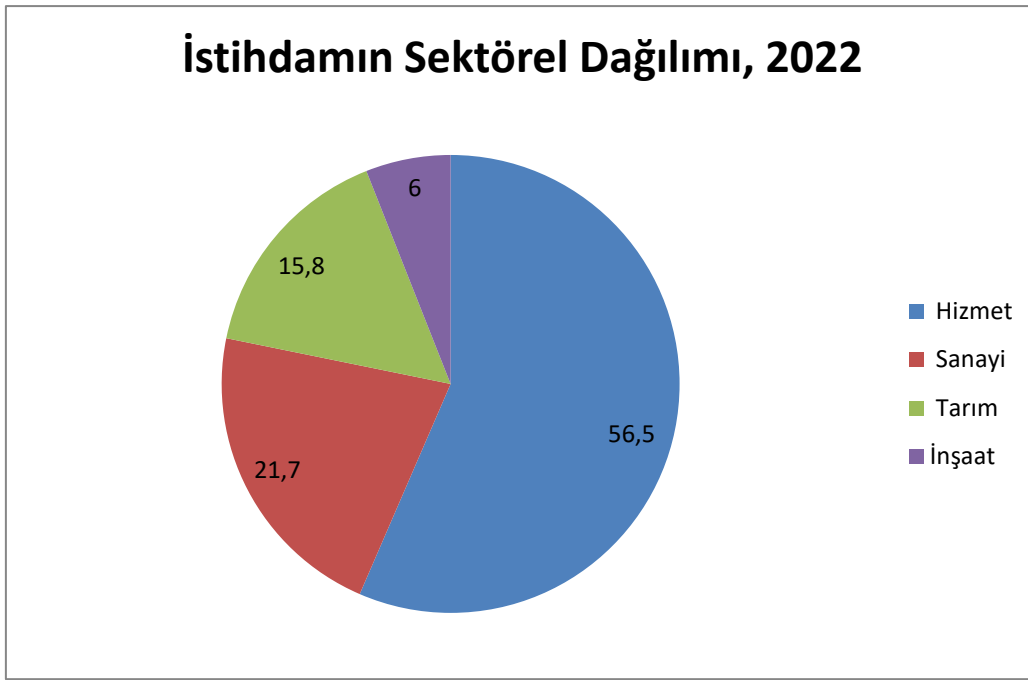
güçlenmesi ve teknoloji üretiminin artmasını sağlamak amacıyla birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke uzun vadeli devlet politikaları geliştirmiş ve bunları uygulanabilir hale getirmiştir.

Türkiye’de de Cumhuriyetin kurulduğu yıllardan itibaren pek çok kalkınma ve sanayi politikaları geliştirilmiş ancak Endüstri 4.0 teknolojilerini üretebilme yeterliliğine ulaşamamıştır. Strateji ve Bütçe Başkanlığının 2019-2023 Onbirinci kalkınma planında küresel gelişmeler ve eğilimler ortaya konulmuş ve Endüstri 4.0 sanayi devrimini yakalayabilmek için stratejiler hazırlanmıştır. Bu bağlamda Biyoteknoloji, dijital teknolojiler, ileri malzeme teknolojisi ve katmanlı üretim (3D) teknolojisi gibi teknolojilerin kullanımıyla ortaya çıkacak yeniliklerin, üretim yapısı ve değer zincirlerindeki dönüşüm ile üretkenlik artışlarının ana kaynağı olacağı belirtilmektedir. Ayrıca siber güvenlik ve mahremiyet konuları ele alınmıştır. Gerçek hayattaki sorunların çözümüne yönelik analitik, eleştirel, yaratıcı ve bilişsel düşünme yeteneklerin kazandırıldığı bir eğitim sistemi, hızlı şehirleşme, sağlık hizmetlerinin gelişen teknolojiye bağlı olarak yeniden kurgulanması ve sosyo-kültürel değişimler gibi konularında ele alındığı ve Türkiye’ye yönelik çözüm önerilerinin sunulduğu bir plan hazırlanmıştır (Strateji Bütçe Başkanlığı, 2022). Onbirinci Kalkınma Planıyla ülkemizin her alanında verimliliğin artırılması, milli teknoloji hamlesiyle uluslararası düzeyde rekabet gücünün kazanılması ve daha fazla değer üreten bir ekonomi ve sosyal kalkınma hedeflenmiştir.

4.6.2. Türkiye’de Beşeri Sermaye ve Endüstri 4.0

TÜSİAD ve Boston Consulting Group’un “*Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği*” adlı raporuna göre dijital dönüşümün gerçekleştirilmesinde karşılaşılan sorunlar arasında yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırım geri dönüşünün belirsizliğinin yanında dijitalleşmedeki farkındalık seviyesinin düşük olması ve nitelikli işgücü varlığının yetersiz oluşu dikkat çekmektedir (TÜSİAD, BCG, 2016). GSYH’nin %17,5’ni imalat sanayinin oluşturduğu Türkiye’de, firma bazında orta-düşük teknoloji yoğunluklu üretim gerçekleştirilmektedir. Sanayi gelişimi olarak, TÜBİTAK, Türkiye’nin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu tespit etmiş ve buna bağlı olarak imalat sanayinde yüksek katma değerli üretim gerçekleştirmede henüz başlangıç seviyesinde bir sanayileşme üretimi içinde olduğumuz belirtilmiştir.

Aşağıdaki şekilde TÜİK 2022 verilerine göre Türkiye’de, ülkenin ana ekonomik sektörleri olan tarım, sanayi, inşaat ve hizmet sektörleri üzerinden istihdam dağılımı verileri bulunmaktadır. Bu verilere göre en çok istihdam edilen sektör %56,5 oranla hizmet sektörü olarak görülmektedir. Sanayi gelişmişliği olarak 2. Endüstri Devrimi ile 3. Endüstri Devrimi arasında olan Türkiye’de sanayide istihdam edilen oran %21,7 olarak verilmiştir. Tarım sektörü %15,8 ve inşaat sektörü %6 ‘dır.



Şekil 19. Türkiye’de Sektörel İstihdamın Dağılımı 2022

Kaynak: TÜİK, 2023. Grafik yazar tarafından oluşturulmuştur.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın 2018 yılında yayınladığı “*İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası*” çalışmasında birçok firma ile yapılan görüşmeler sonunda Türkiye’nin dijital dönüşüm politikaları sunulmuştur. Bu araştırmadaki konu başlıklarından biri imalat sanayinde dijitalleşmenin en önemli faktörlerinden olan nitelikli işgücü istihdamına yönelik firmaların karşılaştıkları güçlükler araştırılmış ve hedefler belirtilmiştir. Bu hedeflerden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz (BSTB,2018);

-Üretim alanlarının dijitalleşmesiyle yeni iş ortamına ve iş yapış biçimine adapte olabilen işgücünün oluşturulması.

-Şirketler ve Üniversitelerin işbirliği içerisinde, dijital teknolojilerin adaptasyonunda oluşabilecek sorunların çözümünü sağlayacak bireylerin yetiştirilmesi.

-Dijital teknoloji için gerekli alt yapıların oluşturulması.

-Türkiye’de bulunan teknoloji tedarikçilerinin ülkenin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaçları karşılayabilmesi.

-Dijital dönüşüm sürecini planlayan ve organize eden bir yönetim ağının oluşturulması.

- Dijital teknolojileri kullanabilen bireyler yetiştirilmesi.

-Dijital teknolojileri geliştirebilen işgücü oluşturulmalı.

-Eğitimcilere dijital yetkinlikler kazanmaları için eğitim verilmesi.

-Dijital yetkinliklere ulaşmış işgücünün sanayi kuruluşlarında istihdamının sağlanması.

-Dijital teknolojilere yönelik AR-GE çalışmalarının geliştirilmesi.

-Veri iletişim hızının artırılması.

-Siber güvenliğin ve veri güvenliğinin sağlanması için tedbirler alınması.

Yukarıda belirtilen hedeflerin yanı sıra Türkiye’de insan kaynaklarına yönelik araştırma yapan Assessment Systems, dijitalleşmeyle artan rekabet koşullarının beşeri sermayeye etkisini araştırmış ve Türkiye’deki üniversite mezunu gençlerin yeni mezun profilini değerlendirmiştir (Doğru, Meçik, 2018). Bu çalışmaya göre;

- *Nitelikli işgücünü istihdam edebilmek için yeterince finansal varlığın olmaması .*

- *Nitelikli işgücünün yetersiz olması,*

- *Nitelikli işgücünün imalat sanayinde çalışmak istememesi,*

- *Mevcut işgücünün dijital teknolojileri kullanma konusunda yeterliliğinin olmaması.*

- *Mevcut işgücüne dijital teknolojilerin kullanımı ve dijital çözüm geliştirme nitelikleri kazandıracak eğitimlerin bulunmaması.*

Türkiye’de beşeri sermayeyi nitelikli işgücüne dönüştürecek çözümlerin ivedilikle uygulamaya geçirilmesi Endüstri 4.0 teknolojilerini üretebilmenin en önemli

faktörü durumundadır. Bu yapılan çalışma sonunda devlet tarafından kısa, orta ve uzun vadede uygulanması planlanan çözüm yolları şu şekildedir (Doğru, Meçik, 2018)

- *Hayatboyu eğitim merkezlerinde teknoloji kullanıcıları yetiştirilmesi.*
- *Üniversitelerde dijital teknoloji geliştiricileri yetiştiren programların artırılması,*
- *Eğitimcilere dijital yetkinlik kazandırılması,*
- *Dijital teknoloji alanında doktora öğreniminin desteklenmesi,*
- *Dijital yetkinliklere sahip işgücü ile sanayinin buluşturulması.*

4.6.3. Türkiye’de Endüstri 4.0 Sürecinde Eğitim

Endüstri 4.0 vizyonunun yaygınlaştığı dünyada, geleneksel sanayi modelinden dijital çağ teknolojilerinin kullanıldığı bir dönemde, Türkiye’nin Dördüncü Sanayi Devrimini yakalayabilmesi için eğitim ve eğitimin niteliği oldukça önem arz etmektedir. Robert Solow ekonomik büyüme üzerine yaptığı çalışmalarında Beşeri Sermayenin önemine vurgu yapmış ve eğitimin büyüme üzerine pozitif bir etkide bulunduğunu 60 yıl önce ortaya koymuştur. Bugün gelinen noktada Beşeri Sermaye stokunun niteliğini, PISA (Program For International Student Assessment- Uluslararası Öğrenci Başarısını Belirleme Programı) uygulamasındaki sonuçların ortaya koyduğu düşünülmektedir (Kabaklarlı, 2019). En son 2018 yılında 79 ülkenin katıldığı PISA uygulaması sonuçlarına göre Türkiye Matematikte 43. Sırada, Bilim/Fen’de 40. Sırada ve okuduğunu anlamada 41. Sırada bulunmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7

2018 PISA Sonuçlarına Göre İlk 5 Ülke ve Türkiye karşılaştırması

	Matematik	Puan		Bilim/Fen	Puan		Okuma	Puan
1	Çin	591	1	Çin	590	1	Çin	555
2	Singapur	569	2	Singapur	551	2	Singapur	549
3	Makao	558	3	Makao	544	3	Makao	525
4	Hong Kong	551	4	Vietnam	543	4	Hong Kong	524
5	Tayvan	531	5	Estonya	530	5	Estonya	523
43	Türkiye	454	40	Türkiye	468	41	Türkiye	466

Kaynak: Türkiye Yayıncılar Birliği (Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur)

Yukarıdaki PISA uygulaması sonucu ortaya çıkan tabloda ilk 5 sırada Çin, Singapur, Makao, Hong Kong, Vietnam ve Tayvan gibi Uzak Doğu Asya ülkelerinin (sadece bilimde ve okumada Estonya) bulunması, günümüzde ileri teknoloji üreten ülke konumunda olmalarının nedeninin eğitime verdikleri önem olduğu ortaya çıkmaktadır.



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Birinci Sanayi Devriminin İngiltere’de gelişmeye başlamasından ve ardı sıra geliştirilen teknolojilerle birlikte süregelen sanayi devrimleriyle ülkelerin ekonomik yapılarında, toplumsal alanda ve beşeri sermayede derin değişim ve dönüşümler olmuştur. Ülkeler arasındaki iktisadi rekabet artmış, ekonomik ve siyasi güç dengeleri değişmiştir. Sanayi devrimini gerçekleştiren, beşeri ve fiziki sermaye alanında bu gelişmelere uyum sağlayan, özellikle Kıta Avrupa Ülkeleri ve ABD gibi ülkeler iktisadi gelirlerini artırmış ve refah düzeyleri yükselmiştir. Birinci sanayi devriminden dördüncü sanayi devrimine kadar olan süreçte geliştirilen tüm sanayi teknolojileri birbirini tetikleyerek ilerlemiştir. Birinci sanayi devriminde kullanılan buhar gücünün yerini ikinci sanayi devriminde elektrik enerjisi almış, üçüncü sanayi devriminde elektronik ve bilgisayar sistemlerine geçilmiştir. Dördüncü sanayi devriminde bir önceki dönemde ortaya çıkan çeşitli sektörler ve teknolojik gelişmelerin tetiklemeyle internet, yapay zeka ve nesnelerin interneti gibi günümüz teknolojileri geliştirilmiştir.

Endüstri 4.0 devriminin diğer üç sanayi devrimine göre toplumları, kültürleri, beşeri sermayeyi ve iş yapış şekillerini önemli ölçüde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Bu teknolojilerin yaygınlaşması bir yandan yeni iş kolları oluşmasını sağlarken, bir yandan otomasyon ve akıllı üretim sistemlerinin kullanılması kas gücü kullanılan alanlardaki istihdamı ortadan kaldırmaya neden olmaktadır. Bu noktada Endüstri 4.0 teknolojilerinin toplumlar tarafından anlaşılması ve bireylerin, şirketlerin ve devletlerin beşeri sermayeyi, çağa uygun hale getirebilecek eğitim programları ve politikalar üretmeleri istihdam açısından önemli bir kriterdir. Nitelikli, bilgili ve eğitilmiş işgücüne ihtiyacın artması, eğitim konusunda mesleki lise ve meslek yüksekokullarındaki eğitimlerin ihtiyacı karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve dönüştürülmesine yönelik çalışmaların yapılması önemlidir. Ayrıca nitelik gerektirmeyen işlerin yapay zeka ile donatılmış robotlar tarafından yapılabilecek olması kısa dönemde işsizlik sorunu yaratmasına karşın, uzun vadede beşeri sermayenin firmalar ve devlet tarafından beceri kazandırma faaliyetlerinin yapılması ve eğitim politikalarının yenilenmesiyle Endüstri 4.0 teknolojilerinin gerektirdiği niteliklerde

işgücünün yetiştirilmesi, kısa dönemli istihdam kayıplarını telafi edebileceği beklentilerini güçlendirmektedir.

Türkiye bundan önceki sanayi devrimlerini zamanında yakalayamamış ve Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 arasında bir teknolojiye üretim gerçekleştirmektedir. Henüz endüstri 4.0 teknolojilerini üretebilecek altyapıya sahip olmayan Türkiye diğer ileri teknoloji üreten ülkelerin pazarı konumundadır. Bu teknolojilerin üreticisi değil de tüketicisi olan Türkiye ekonomisinin, son sanayi devrimini kaçırmaması için reel sektör, üniversiteler ve devlet işbirliği ile oluşturulacak stratejiler ve atılım planları ortaya koyması ve geleceğin beşeri sermayesini oluşturacak genç neslin ilköğretim çağından yüksek öğrenime kadar alacağı eğitimlerin endüstri 4.0 ve toplum 5.0 kriterlerinde olacak şekilde değiştirilmesi ve dönüştürmesi önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'nin önemli yapısal sorunlarından biri imalat sanayinde, düşük ve orta teknolojilere dayalı üretim gerçekleştirmesi ve dijital teknolojiler üretebilecek nitelikte işgücünün ve altyapısının oluşturulamamasıdır. Türkiye'de ihracat içinde yüksek teknoloji ürün grubu %3 gibi bir oranda iken diğer gelişen ülkeler ile karşılaştırıldığında çok düşüktür. Önceki sanayi devrimlerini, teknolojilerini geliştirmiş ülkelerin gerisinden takip edebilmiş olan Türkiye, dünya ekonomisinde yer alabilmek için Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimine yani katma değeri yüksek üretilere hızla yönelmelidir. İçinde bulunduğumuz dönem dünya genelinde bir ekonomik resesyon dönemi olması sebebiyle, Türkiye ekonomisini de etkilemiştir. Ancak dünyada resesyon yani durağan bir ekonomi oluşmuşken Türkiye'de yüksek enflasyon ve devalüasyon yaşanmaktadır. Bu durum, başlangıçta imalat maliyeti yüksek olan Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimini ve alt yapısının oluşumunu sektöre uğratan önemli bir faktördür. Zira Türkiye'de yeni fikirler üreten teknoloji şirketlerinin en çok sıkıntı çektiği nokta finansman konusudur. Yani bu şirketlerin yeni teknoloji girişimlerinde bulunabilecekleri ve hayatta kalmalarını sağlayacak başlangıç sermayeleriyle devlet tarafından teşvik edilmeleri gerekmektedir.

Dijital teknolojilerin kullanımının arttığı Türkiye'de bu teknolojileri iş yaşamında ve üretimde gerçekleştirebilecek bir yetkinlikte olmayan bir işgücü bulunmaktadır. Bu noktada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretiminde ve kullanımında yetiştirilmiş beşeri sermaye oluşturulması en temel faktörlerden biridir. Çin ve Almanya gibi ülkelerle işbirliği içinde staj programları uygulanarak öğrencilerin bu teknolojileri iyi öğrenmesi sağlanmalıdır. Türkiye'nin model alabileceği ekonomilerden Güney Kore, 1960'lı yılların başlarında

ekonomik ve sanayi olarak Türkiye’den daha geride bir ülke konumundayken son belirlenen kişi başına 25000 doları aşan bir ekonomik geliri ile, gelişmiş ülkelere yaklaştığı durumdadır. Güney Kore’nin bu başarısının arkasında, bilim ve teknoloji politikaları geliştirmeleri ve kalkınmacı devlet modeli uygulamalarıyla sanayinin öncelikleri doğrultusunda kaynak tahsis edilmesi bulunmaktadır. Türkiye’nin de yeni teknoloji üreticisi olmak isteyen girişimcileri desteklemesi, ABD, Güney Kore ve Avrupa örneklerinde olduğu gibi girişimlere yatırım yapan fonlara devlet ortak olmalıdır.

Sonuç olarak Türkiye’nin bu sanayi devrimini kaçırmaması için devlet, firmalar ve üniversitelerin işbirliğiyle oluşturacakları çözüm yollarının çok ivedi şekilde hayata geçirilmesi gerekmektedir. Genç bir nüfusa sahip olmanın avantajını kullanarak bu yeni nesli daha nitelikli, daha teknoloji odaklı, daha yaratıcı düşünebilen ve daha dinamik olmalarını sağlayan bir eğitim seferberliği oluşturulmalıdır. Almanya’nın ortaya çıkardığı, üretimde ve diğer sektörlerde insan faktörünü en aza indirmeyi hedefleyen bu Endüstri devrimi ile gelecek dünyanın köklü bir değişime uğrayacağı ve bu değişime uyum sağlayan ülkelerin ayakta kalacağı, uyum sağlayamayanlarınsa ekonomilerinin kötüye gideceği öngörülmesi ve Türkiye olarak bu sürece hazır olunmalıdır.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, M. (2011a). *Uluslararası Rekabet Gücü: Belirleyici Faktörler ve Ölçülmesi, Türkiye Bağlamında Bir Değerlendirme*.1.Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Adıgüzel, M. (2011b). *Türkiye Ekonomisi ve Stratejik Dönüşümü*. 1.Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Akagündüz, Ü. (2016). *Sanayi Devrimi ve Sanayileşme*. Ankara, Pegem Akademi
- Akgül, H. ve Ayer, Z. (2020). *Dördüncü sanayi devrimi (sanayi 4.0) ile birlikte mesleklerde olası değişim ve dönüşüm*. Journal of History School, 1326-1344.
- Aksoy, A. (2016). *Geleneksel Devletten Modern Devlete Sanayi Devrimi ve kamu yönetimi Düşüncesinde Değişim*. Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi, 31-37.
- Aksu, L. (2016). *Türkiye' de Beşerî Sermayenin Önemi: iktisadi büyüme ilişkisi, sosyal ve stratejik analizi*. İktisat Politikası Araştırma Dergisi,3, 68-129.
- Aktan, C. Ve Tunç, M. (1998). *Bilgi Toplumu ve Türkiye*. Yeni Türkiye Dergisi. 118-134. [Elektronik Sürüm] Erişim adresi: http://www.canaktan.org/yeni-trendler/bitoplumu/bilgi_toplumu-ozellik.htm
- Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu. Erişim Tarihi:20.5.2023. Erişim adresi: <https://win-eurasia.com/tr/almanyain-endustri-40-vizyonu>
- Altuntaş, E. Y. (2018). *Dijital Dönüşüm Uygulamalarının Kurumların Marka Değeri Üzerindeki Etkisi*. Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli E- Dergisi, (2), 1-18. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/egemiadergisi/issue/36758/384936>
- Arnold Toynbee biography*. (2020) Erişim Tarihi:10.01.2023. Erişim adresi: <https://www.britannica.com/biography/Arnold-J-Toynbee>
- Aron, R. (1997). *Sanayi toplumu (Çeviren: E. Gürsoy)*. 1. Baskı, İstanbul, Dergâh Yayınları.
- Arslan, Z. (11.12.2013). *Toprak Çitlemesi*. [Elektronik Sürüm]. Erişim tarihi: 04.04.2023. Erişim adresi: <https://kentakademisi.wordpress.com/2013/12/11/toprak-citlemesi/>
- Aybars, H. (2016). *Dijital evrim ile endüstri 4.0*. BT Haber Dergisi, 1076, 17-24.
- Aydın, İ.H. ve Değirmenci, C. (2018). *Yapay zekâ*, İstanbul., Girdap Kitap.
- Ayhan, A. (2002). *Dünden bugüne Türkiye'de bilim, teknoloji ve geleceğin teknolojileri*, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Bahadır, O. (2012). *Sanayi devrimi nasıl başladı*. Erişim Tarihi: 02.04.2023

- Balay, R. (2004). *Küreselleşme, bilgi toplumu ve eğitim*. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 37(2), 61-82.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve akıllı işletme*, Ankara, Dolion Yayınları.
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 Ekstra*, Ankara, Dolion Yayınları.
- Başol, O. (2013). *Beşeri kaynaklar., Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Erişim adresi: <https://www.trakyaka.org.tr/upload/Node/33039/files/280620130KE5ZF.pdf>
- Biçerli, M.K. (2011). *Çalışma Ekonomisi*, İstanbul, Beta Yayıncılık.
- Boyle, D. (2018). *Alan Turing: Enigma'nın şifresini çözmek*. (Çeviren: R.N Ercan).102,73-73. İstanbul., Zeplin Kitap.
- Bulut bilişim (2014). [Şekil Bulut Bilişim Platformu]. Erişim adresi: <https://dralabay.wordpress.com/2014/01/20/bulut-bilisim/>
- Bükülmez, M. (2022). *Sanayi devrimi endüstri 2.0 nedir*. [Elektronik Sürüm].[Fordun Arabası Şekil 1.3] Erişim tarihi:13.04.2023. Erişim adresi: <https://mustafabukulmez.com/2022/03/21/2-sanayi-devrimi-endustri-2-0-nedir>
- Büyüksulu, A. (2020). *Toplum 5.0: süper akıllı toplum*, İstanbul, Der Yayınları.
- Cem, H. (2020). *Birleşmiş milletlerin toplum 5.0 ortak hedefleri*. Erişim Tarihi: 18.05.2023. Erişim adresi: <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/birlesmis-milletler-in-toplum-5-0-ortak-hedefleri,28951>
- Cem, H. (2020). *Gelecek: 4B (4D) baskı teknolojisi*. (Erişim tarihi: 04.06.2023). Erişim adresi: <https://t24.com.tr/yazarlar/hayri-cem-haftalik/gelecek-4-b-4-d-baskiteknolojisi,27048>
- Cevizoğlu, H., Demir, O., Aydın, A., Esin, E.M., Altun, D., Karaca, B., Yazıcı, A., Özgeldi, M. Ve Kutlusoy, Z. (2019). *Yapay zeka ve gelecek*, İstanbul, Doğu Kitapevi.
- Çolak, M. (2010). *Eğitim ve beşeri sermayenin kalkınma üzerine etkisi*. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/349646043>
- Dağ, E. (2020). *3D Yazıcıyla üretimin avantajları*. (Erişim tarihi: 29.05.2023). Erişim adresi: <https://3d3teknoloji.com/blog/3d-yaziciyla-uretimin-avantajlari/>
- Dijital Türkiye yol haritası*. (30.07.2018). Erişim tarihi: 20.05.2023. Erişim adresi: www.iotturkiye.tumblr.com
- Doğan, S. Ve Şanlı, B. (2003). *İktisadi kalkınmada beşeri sermaye*. Süleyman Demirel Üniversitesi., İİBF Dergisi, 8(1), 173-196.

- Doğru, B.N. ve Meçik, O. (2018). Türkiye’de endüstri 4.0’ın işgücü piyasasına etkileri: firma beklentileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF Dergisi, Endüstri 4.0 ve örgütsel değişim özel sayısı, 23, 1581-1606.
- Duman, Ç. (2020). *Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performansa etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma* [Yayımlanmış Doktora Tezi], Malatya, İnönü Üniversitesi.
- Erişim adresi: <http://ahmetsaltik.net/2012/11/04/sanayi-devrimi-nasil-basladi/>
- Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/opus/issue/57675/704841>
- Erişim adresi: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigate-the-digitization-of-the-manufacturing-sector#/>
- Erişim Adresi: <https://yapidergisi.com/mimarlik-ve-endustri-4-0-eslesmesi>
- Eser, K. Ve Gökmen, Ç. (2011). *Beşeri sermayenin iktisadi büyüme etkileri.*, Marmara Üniversite, İİBF Dergisi, 30(1), 23-51.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. Apress.
- Guo, Z., Zhou, D., Zhou, Q., Zhang, X., Geng, J., Zeng, S. ve Hao, A. (2020). *Applications of virtual reality in maintenance during the industrial product lifecycle: A systematic review*. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, 525-538.
- Gülüm, A. (2023). İşlerin geleceği raporu (WEF Future job reports). (Erişim tarihi: 07.07.2023). Erişim adresi: <https://tr.linkedin.com/pulse/i%C5%9Flerin-gelece%C4%9Fi-raporu-wef-future-jobs-report-ali-g%C3%BCI%C3%BCm>
- Gümüş, E. (2021). Yapay zeka ve robot hemşireler hakkında; hekim, hemşire ve hasta görüşleri. [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Lisanüstü Eğitim Enstitüsü.
- Gürçin, Ö.F. (2020). *Endüstri 4.0: dördüncü sanayi devrimi*. 1. Baskı, Beta Yayınevi.
- Handan, I. (06.09.2021). *Dünyadaki akıllı fabrika örnekleri*. Erişim Tarihi: 20.05.2023. Erişim adresi: <https://www.threadinmotion.com/tr/blog/d%C3%BCnyadaki-ak%C4%B1ll%C4%B1-fabrika-%C3%B6rneklere>
- Hobsbawn, E. J. (1998). *Sanayi ve imparatorluk*. (Çeviren A. Ersoy). Ankara, Dost Kitapevi.
- Huberman, L. (1995). *Feodal Toplumdan Yirminci Yüzyıla*. (Çeviren M. Belge). İstanbul, İletişim Yayınları.
- Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector. (01.05.2023).

- İlhan, R. (2020). Endüstri 4.0 teknolojileri (Bileşenleri). (Erişim tarihi: 04.06.2023). Erişim adresi: <https://www.otonomfabrika.com/endustri-4-0-teknolojileri-bilesenleri/>
- İnan, A. (1933). Devletçilik ilkesi ve Türkiye Cumhuriyeti'nin Birinci Sanayi Planı, Ankara, Türk Tarih Kurumu, Basımevi 1972,11-12
- İnsan ve makinenin en uyumlu hali* (2021). Erişim tarihi: 28.05.2023. [Şekil BM'nin sürdürülebilir gelişim hedefleri]. Erişim adresi: <https://www.moment-expo.com/tr/dergiler/157/kapak/insan-ve-makinenin-en-uyumlu-hali-toplum-50/>
- Kahraman, H. Endüstriyel görüntü işleme, üretimde verimlilik. Erişim adresi: <https://www.endustri40.com/endustriyel-goruntu-isleme-uretimde-verimlilik/>
- Kaplan, O. (2019). Sanayi Devrimi'nin İtici Gücü: Watt'ın Buhar Makinesi. Erişim adresi: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sanayi-devriminin-itici-gucu-wattin-buhar-makinesi>
- Karadağ, H. (2021). *Sigortacılık sektöründe siber güvenlik yönetimi ve riskin azaltılmasında siber güvenlik yönetimi ve riskin azaltılmasında siber güvenlik sigortalarının rolü. [Yüksek Lisans Tezi]*. Marmara Üniversitesi. Erişim adresi: <https://katalog.marmara.edu.tr/veriler/cokluortam/cokluortam/A/D/B/B/F/620141c03efc1.pdf>
- Karapınar, D. Ç. (2018). *Endüstri 4.0'in endüstrilerin yapısı ve paydaş ilişkileri üzerine yansımalarına yönelik bir araştırma* [Elektronik Sürüm]. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Erzurum, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kavala, C. F. (2022). *Dünden bugüne Çin*. Erişim Tarihi: 15.05.2023. Erişim adresi: <https://www.21yyte.org/tr/merkezler/bolgesel-arastirma-merkezleri/asya-pasifik-arastirmalari-merkezi/dunden-bugune-ci-n>
- Kaya, N. E. (2022). Dünyada istihdam resesyonunun derinleşmesi bekleniyor. Anadolu Ajansı [Elektronik Yayın]. Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/dunyada-istihdam-resesyonunun-derinlesmesi-bekleniyor/2739683>
- Keidarren (2018). *Agriculture: Its Future as a Leading-Edge Growth Industry -- Policies for the Realization of Society 5.0*. Erişim adresi: https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/074_outline.pdf
- Kesayak, B. *4D Yazıcılar ve akıllı malzemeler*. (Erişim tarihi: 02.06.2023). Erişim adresi: <https://www.endustri40.com/4d-yazicilar-ve-akilli-malzemeler/>

- Kılıç, S. Ve Alkan, R.M. (2018). *Dördüncü sanayi devrimi 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri*, Girişimcilik inovasyon ve pazarlama araştırmaları dergisi,2(3),29-49.
- Koca, D. (2020). *Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları*. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*. 16(31). Erişim tarihi: 11.04.2023.
- Kurzweil, R. (2020). *İnsanlık 2.0: Tekillige Doğru Biyolojisini Aşan İnsan*, (Çeviren: Mine Şengel). İstanbul, Alfa Yayınları.
- Manga, M., Bal, H., Algan, N. Ve Kandır, E. D. (2015). *Beşeri sermaye, fiziksel sermaye ve ekonomik büyüme ilişkisi: Brics ülkeleri ve Türkiye örneği*. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(1), 45-60.
- Marks, R. B. (2019). *Modern Dünyanın Kökenleri: 15. Yüzyıldan 21. Yüzyıla Dünya'nın Küresel ve Ekolojik Tarihi*. (Çeviren U.D. Tümkaya). Selenge Yayınları, 81.
- Nesnelerin interneti (IoT) nedir?* (Erişim Tarihi: 14.02.2023). :Erişim adresi: <https://www.gtech.com.tr/nesnelerin-interneti-iot-nedir/>
- Ohlhorst, F. J. (2012). *Big data analytics: turning big data into big money* (Vol. 65). New Jersey.
- Ölçekçi, H. (2020). *Dijital İletişim ve Küresel Kültürel Etkileşimin Homojenleşme, Kutuplaşma ve Melezleşme Süreçleri*. Dergi Park.146-153. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ikad/issue/56157/738842>
- Özbek, A. (2022). *Geleceğin meslekleri 5: blockchain mühendisliği*. (Erişim tarihi: 21.06.2023). Erişim adresi: <https://abdulkadirozbe.com.tr/blockchain-muhendisligi/>
- Öztuna, B. (2019). *Toplum 5.0; Süper Akıllı Toplum*, Ekin Yayınları, Bursa.
- Özertan, G. *Türkiye'deki tarım teknolojileri uygulamaları*. Vodafone, Erişim tarihi: 22.05.2023. Erişim adresi: <https://www.vodafone.com.tr/vodafone-business/kobi-akademi/tarimda-dijitallesmenin-onemi/8-turkiyedeki-tarim-teknolojileri-uygulamaları>
- Özgül, A. (1984). *İktisadi düşünceler doktrinler ve teoriler*, İstanbul, Filiz Kitapevi, 31-32.
- Özsoylu, A. F. (2017). *Endüstri 4.0*. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21 (1) , 41-64 . Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuiibfd/issue/34826/387693>

- Öztürk, N. (2005). *İktisadi kalkınmada eğitimin rolü sosyoekonomi*,1,27-44.
- Ramos G., *Ethics of artificial intelligence*, UNESCO, Erişim adresi: <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
- Sabbağ, J. (2020). Thomas Robert Malth'un ve Karl Marx'ın yoksulluk ve nüfus kavramlaştırması, *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 36-49.
- Saint Laurent, C. (2018). In defence of machine learning: Debunking the myths of artificial intelligence. *Europe's journal of psychology*, 14(4), 734-744.
- Sanayi devrimi nedenleri ve sonuçları*. (12.11.2017). Erişim Tarihi: 02.04.2023. Erişim adresi: <https://www.wikitarikh.com/sanayi-devrimi-nedenleri-sonuclari/>
- Sarıcioğlu, P., İlerisoy, Z. Ve Soyluk, A. (2019). *Mimarlık ve Endüstri 4.0 Eşleşmesi*.
- SBB, (2022) (Erişim tarihi: 09.07.2023). Erişim adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Planı-2019-2023.pdf
- Schmidt, E., & Cohen, J. (2014). *Yeni dijital çağ: insanların, ulusların ve iş dünyasının geleceğini yeni baştan şekillendirmek*. (Çev: Ü. Şensoy), İstanbul, Optimist Yayınları.
- Schultz, T. W. (1971). *Investment in human capital: The role of education and of research*. New York. Free Press.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*, (Çev: Z. Dicleli). İstanbul, Optimist Yayınları.
- Securing the internet of things for industrial and utility companies*. (2018). Erişim tarihi: 15.05.2023. <https://ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/iotthreats>
- Stanford, J. (2009). *Herkes için iktisat kapitalist sömürüyü anlama kılavuzu*., (Çeviren: Öncel, T.) Yordam Kitap.
- Şen, B. *Endüstri 4.0 bileşenleri nelerdir? [Endüstri 4.0 bileşenleri Şekil 1.2]* Erişim adresi: <https://www.buraksen.com/endustri-40-temel-bilesenleri/>
- Tarhan, U. (2023). Erişim adresi: <https://www.ufuktarhan.com/>
- Tecim, V. (2023). [Endüstri 4.0 Bileşenleri Şekil 1.1] Erişim tarihi: 01.06.2023. Erişim adresi: <https://vahaptecim.com.tr/endustri-4-0/>
- ThinkTech STM. (2018). Erişim adresi: https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608973288_stm-endustri-40-ile-gelen.pdf

- TRT Haber. (03.03.2021). *Savunma sanayiinde 3D üretim süreci*. (Erişim tarihi: 25.05.2023).Erişim adresi: <https://www.savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Savunma-sanayiinde-3D-uretim-sureci>
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, (2017). *Yeni sanayi ve devrim akıllı üretim yol haritası*, (Erişim tarihi: 08.07.2023). Erişim adresi: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-03ocak2017.pdf
- Türkiye Yayıncılar Birliği, 2019. Erişim Tarihi:12.09.2023, Erişim adresi: <https://www.turyaybir.org.tr/pisa-2018-sonuclari/>
- TÜSİAD, B.C.G (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0. İstanbul.
- Uçak: kim, ne zaman icat etti. (26.02.2022). Erişim tarihi: 20.01.2023. Erişim adresi: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/ucak-kim-ne-zaman-icattetti>
- Ulusoy, G. (2018). *İmalat sektöründe endüstri 4.0 dönüşüm çabaları: Bazı gözlemler*. İktisat ve Toplum, 92(121). Erişim adresi: https://research.sabanciuniv.edu/id/eprint/34991/1/%C4%B0TD_G%C3%9CND%C3%9CZ_ULUSOY.pdf
- Ulusoy, G. (2017) *Sanayi de dijitalleşme stratejileri çalışmayı nihai raporu*. Sabancı Üniversitesi. Erişim tarihi:24.05.2023. Erişim Adresi: https://research.sabanciuniv.edu/id/eprint/34507/1/Taslak_Rapor_v3.pdf
- Ülken, Y. (1984). *20. Yüzyılda Dünya ekonomisi*, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İstanbul, 11-13.
- Weatherly, L. (2003). *Human capital: The elusive asset*. HRMagazine, 48(3), 1-9.
What is Industry 4.0?, IBM, Erişim tarihi:10.05.2023. Erişim adresi: <https://www.ibm.com/topics/industry-4-0>
- What technologies are driving Industry 4.0?* Erişim tarihi: 30.04.2023. Erişim Adresi: <https://www.ibm.com/topics/industry-4-0>
- Wikipedia katılımcıları (2023). Nesnelerin interneti. *Vikipedi, Özgür Ansiklopedi*. Erişim adresi:https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nesnelerin_interneti&oldid=29617297.
- William, R. (2010). *The most powerful idea in the world: A story of steam, industry, and invention*. Chicago, Random House.
- World Economic Forum. (2016). *Future of jobs*. Erişim adresi: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

- Word Economic Forum, (2023). *Futur of jobs 2023*. Erişim Tarihi: 7/09/2023
- Yararel, B. (2013). *Endüstri devrimiyle birlikte değişen üretim-tüketim kavramlarının mobilya tasarımı üzerindeki etkileri* [Elektronik Sürüm]. (Yayımlanmış Doktora Tezi). İstanbul, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-2).
- Yasim, Y. K. (2020). *Endüstri 4.0: Çalışmanın Geleceği*. Kırklareli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 9 (1) , 47-64 . Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/klujfeas/issue/53391/672817> Yayınları.
- Yazıcı, E. Ve Düzkaya, H. (2016). *Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim*, 7(13), 49-88. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eibd/issue/29466/315920>
- Yelis, B. (2018). *RFID teknolojileri ve endüstriyel uygulamalar*. Erişim tarihi:29.05.2023. Erişim adresi:www.endustri40.com/rfid-teknolojileri-ve-endustriyel-uygulamaları
- Yelken, K. (2018). *Endüstri 4.0 nedir, ne değildir?. Erişim tarihi:15.05.2023. Erişim adresi: <https://www.kenanyelken.com/endustri-4-0-nedir>*
- Yorgancılar, E. (2015). *Sanayi 4.0: Uyum Sağlayamayan Kaybedecek*. İzmir: Ege Bölgesi Sanayi Odası.
- Yumuşak, G.İ. (2000). *Beşeri sermaye teorisi ve beşeri sermayenin iktisadi gelişimdeki rolü*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, [Doktora Tezi]
- Yüce, D. (1985). *İktisadi analizde beşeri sermaye kavramı.*, Uludağ üniversitesi, İİB dergisi, 1(2).
- Zaman, N. (2022). Geleceğin meslekleri en iyi ve en çok kazandıran 40 meslek. (Erişim tarihi:05.07.2023). Erişim adresi: <https://paratic.com/gelecegin-meslekleri/>
<https://www.bilisimzirvesi.com.tr/documents/Dokumanlar/ozel-ek-2016.pdf>
(Erişim tarihi: 06.07.2023.)
<https://www.meb.gov.tr/>
<https://www.robot.meb.gov.tr/>
<https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/turkiyedeki-dijital-degisime-CEO-bakisi.html>