

**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



SANAYİ 4.0 VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Songül ÇAKMAK

İşletme Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

ŞUBAT 2021

**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



SANAYİ 4.0 VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Songül ÇAKMAK
(171214007)**

İşletme Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ümit BOZOKLU

ŞUBAT 2021



**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz, İşletme Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı (171214007) numaralı öğrencisi Songül ÇAKMAK'ın "Sanayi 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Etkileri" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 12.01.2021 tarih ve 2021/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *Oy Birliği* ile Yüksek Lisans tezi olarak *Kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Sovadı

Tez Savunma Tarihi:12/02/2021

1)Tez Danışmanı:

2) Jüri Üyesi:

3) Jüri Üyesi:

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans olarak sunduğum “Sanayi 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Etkileri” adlı tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (12/02/2021)

Songül ÇAKMAK



ÖNSÖZ

Bu çalışmayı hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen canım ablam Pınar Akbaşoğlu'na, ayrıca manevi desteğini her an yanımda hissettiğim aileme, nişanlıma ve bana bu tezde danışman olarak kendimi geliştirmeme katkı sağlayan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ümit BOZOKLU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Şubat 2021

Songül ÇAKMAK



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	5
2.1 İstihdamın Tanımı ve İstihdama İlişkin Kavramlar	5
2.2 İşgücü ve İşgücü Piyasası.....	7
2.3 İş ve İşsizlik.....	8
2.4 Otomasyon.....	10
2.5 Dijitalleşme.....	17
2.6 Teknoloji-İş-Emek İlişkisi: Teknolojik İşsizlik.....	18
2.7 Teknolojinin İşler Üzerindeki Etkisi	21
2.7.1 İyimser yaklaşım: Yaratıcı yıkım	22
2.7.2 Kötümser yaklaşım: İşlerin sonu	23
2.7.3 Dengeleyici yaklaşım.....	24
2.8 İşin Geleceği.....	24
2.9 Mesleklere, Becerilere ve Görevlere İlişkin Yaklaşımlar	27
3. TEKNOLOJİK GELİŞME VE DÜNYANIN GEÇİRDİĞİ ÜÇ BÜYÜK DEVİR	32
3.1 Tarım Öncesi ve Tarım Döneminde Üretim.....	32
3.2 Tarım Toplumundan Sanayi Toplumuna Geçiş.....	34
3.3 Sanayi Devrimi	35
3.3.1 Sanayi 1.0.....	35
3.3.2 Sanayi 2.0 (19. Yüzyıl sanayisi).....	38
3.3.3 Sanayi 3.0 (1914-2010 Yılları arası)	40
3.3.4 Sanayi 4.0 (Dijital dönüşüm)	42
3.3.4.1 Dünyada Sanayi 4.0	50
3.3.4.2 Türkiye’de sanayi 4.0	59
4. TEKNOLOJİK GELİŞME VE EMEK PİYASASININ DÖNÜŞÜMÜ	65
4.1 Teknolojik Dönüşümün Dünyada İşgücü Piyasası Üzerindeki Etkisi	65
4.1.1 Teknolojik dönüşümün üretim üzerindeki etkisi.....	66
4.1.2 Teknolojik dönüşümün istihdam üzerindeki etkisi.....	70
4.1.3 Teknolojik dönüşümün meslekler, beceriler üzerindeki etkisi.....	74
4.2 Teknolojik Dönüşümünün Türkiye’de İşgücü Piyasası Üzerindeki Etkisi	78

4.2.1 Türkiye’de emek piyasası	78
4.2.2 Türkiye’de işgücünün nitelikleri	80
4.2.3 Türkiye’de işlerin geleceği.....	85
4.2.4 Mesleklerin dönüşümü	86
4.2.5 Teknolojik dönüşümün Türkiye’de istihdama etkisi	90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ	114



KISALTMALAR

3B	: Üç Boyutlu
3D	: Three Dimensional-Üç Boyutlu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
b.	: Basım
BCG	: Boston Consulting Group (Boston Danışmanlık Grubu)
CNC	: Computer Numerical Control-Bilgisayar Sayımlı Yönetim
CPS	: Cyber-physical system-Siber Fiziksel Sistem
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasılası
IBM	: International Business Machines-Uluslararası İş Makineleri
IFR	: International Federation of Robotics-Uluslararası Robotik Federasyonu
ILO	: International Labour Organization-Uluslararası Çalışma Örgütü
İBBS	: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması
İPA	: İşgücü Piyasası Araştırmaları
İŞKUR	: Türkiye İş Kurumu
LEO	: Lyons Electric Office
MGI	: McKinsey Küresel Enstitüsü
O*Net	: ABD Meslek Bilgi Ağı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development-Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
PIAAC	: Uluslararası Yetişkin Becerilerinin Ölçülmesi Programı
PIAAC	: Uluslararası Yetişkin Becerilerinin Ölçülmesi Programı
PwC	: Price Waterhouse Coopers
s.	: Sayfa
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TDK	: Türk Dil Kurumu
TEPAV	: Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TYYÇ	: Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi
vb.	: ve benzeri
vd.	: ve diğerleri
WEF	: The World Economic Forum-Dünya Ekonomi Forumu
YZ	: Yapay Zekâ

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Otomasyonun Yetkinliklere Yönelik Beklenen Etkisi.....	15
Çizelge 2.2: Dijital Dönüşümde Başarılı Olmuş Şirket Örnekleri.....	25
Çizelge 2.3: Dijital Dönüşümde Başarısız Olmuş Şirket Örnekleri.....	25
Çizelge 2.4: Görev Modelinde Bilgisayarlı Otomasyonun Üç Ana Görev Kategorisine Etkileri.....	29
Çizelge 3.1 : Tarih Boyunca Genel Amaçlı Teknolojiler	36
Çizelge 3.2 : Sanayi 4.0'ın Genel Görünümü	43
Çizelge 3.3 : Sanayi 4.0 Teknolojileri	44
Çizelge 3.4: Geleneksel Veri Büyük Veri Karşılaştırması	46
Çizelge 3.5: Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin 2025 Yılındaki Ekonomik Potansiyeli.....	48
Çizelge 4.1: Otomasyona En Çok ve En Az Yatkın Mesleklerin Örnekleri.....	74
Çizelge 4.2: Sektörler Arasında Talebi Artan ve Azalan İş Roller (Üst 20)	77
Çizelge 4.3: 2025 Yılı İçin En İyi 15 Yetenek.....	78
Çizelge 4.4: Türkiye'de Temel İşgücü İstatistikleri, 15+ Yaş, (Bin kişi)	79
Çizelge 4.5: İşgücüne Katılım Oranları (15 Yaş Üstü Nüfus) (%)	80
Çizelge 4.6: Eğitim Durumuna Göre İşgücü Durumu Haziran 2019 - Haziran 2020 (%).....	81
Çizelge 4.7: Cinsiyet Durumuna Göre İşgücü Durumu Haziran 2019 – Haziran 2020 (%).....	81
Çizelge 4.8: İŞKUR'a Başvuru Yapılan İlk 20 Meslek (2014-2015)	82
Çizelge 4.9: 2014-2015 Yıllarında Eğitim Düzeyleri ve Cinsiyet Bazında Başvuru	83
Çizelge 4.10: Çeşitli Sektörlerdeki Otomasyon Potansiyeli ve Görev Kompozisyonu (%).....	90
Çizelge 4.11: Kaybolan ve Kazanılan İşler	93

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Bilgisayarlı Otomasyon Olasılığının Bir Fonksiyonu Olarak Ücret ve Eğitim Düzeyi (%)	14
Şekil 2.2: Değişimi Etkileyen Teknolojik Etkenler (Değişimi Etkileme Oranları Sıralamasıyla) (%)	27
Şekil 2.3: Bilgisayarlı Otomasyon Olasılığının Bir Fonksiyonu Olarak Ücret ve Eğitim Düzeyi (%)	31
Şekil 3.1: Teknolojilerin İşgücü Verimlilik Artışına Katkıları (%)	50
Şekil 3.2: İşçi Başına Düşen Çıktı (ABD Dolar)	51
Şekil 3.3: 2025 Yılında Tahmini İşgücü Maliyetlerinde Azalma (%)	52
Şekil 3.4: Küresel Robot Stoğu	53
Şekil 3.5: Bölgelere Göre Yıllık Robot Kurulumları (Bin Adet).....	54
Şekil 3.6: Ülkelere Göre Robot Kurulumu (Bin Adet, 2018).....	55
Şekil 3.7: Gelişmiş Ülkelerde Robot Yoğunluğu (10 Bin Çalışana Düşen Robot Sayısı, 2018)	56
Şekil 3.8: Gelişmekte Olan Ülkelerde Robot Yoğunluğu (10 Bin Çalışan Başına Düşen Robot Sayısı, 2016)	57
Şekil 3.9: Sektörlere Göre Robot Stoğu (Bin Adet, 2015)	58
Şekil 3.10: Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümünün Pilot Sektörler İtibarıyla Potansiyel Faydaları (%)	60
Şekil 3.11: Türkiye'nin Küresel Değer Zincirindeki Konumu	61
Şekil 3.12: Türkiye İmalat Sanayisinin Küresel Değer Zincirindeki Konumu	62
Şekil 3.13 : Almanya'nın Sanayi 4.0 Dönüşümünün Türkiye'ye Muhtemel Etkisi (%).....	63
Şekil 3.14: Yıllara Göre Endüstriyel Robot Kurulumları- Türkiye	63
Şekil 3.15: Türkiye'de Sektör Temelli Sanayi Robotu Kurulumu, 2016-2018, Birim	64
Şekil 4.1: ABD ve İngiltere'deki Otomasyon Riski Tahminleri (%)	67
Şekil 4.2: Potansiyel Otomasyon Oranları (%).....	68
Şekil 4.3: Otomasyona Uğrayacak İşlerin Cinsiyet, Yaş ve Eğitim Profiline Göre Dağılımı (%)	69
Şekil 4.4 : Mesleklerin Otomasyonu (%)	70
Şekil 4.5: Otomasyonun İstihdam Üzerindeki Etkisi (%)	71
Şekil 4.6: İşin Türüne Göre İstihdam (ABD, Milyon Kişi)	72
Şekil 4.7: Otomasyon Oranı: Harcanan Saatlerin Payı Olarak (%)	73
Şekil 4.8: İnsanların ve Makinelerin Çalışma Saatleri Oranı (%).....	73
Şekil 4.9: ABD'de Mesleklerin Otomasyon Riski	75
Şekil 4.10: Geleceğin Hedef İşleri	76
Şekil 4.11: İşsizlik ve Büyüme (%).....	80
Şekil 4.12: OECD Ülkelerinde Okuryazarlık ve Matematiksel Becerileri Düşük Olan Yetişkinlerin ve İşçilerin Oranı (%).....	84

Şekil 4.13 : İş Yerinde Bilgisayar, İnternet ve Yazılım Kullanımı Ülkelere Göre Faaliyeti Gerçekleştiren İşçilerin Payı (%)	85
Şekil 4.14: Mevcut Teknolojiye Göre Otomasyon Potansiyeli (%).....	86
Şekil 4.15: Mesleklerin Cinsiyet Ayrımına Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%)	87
Şekil 4.16: Mesleklerin Yaş Ayrımına Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%).....	87
Şekil 4.17: Mesleklerin Eğitim Durumuna Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%)	88
Şekil 4.18: OECD Ülkelerinde Otomasyon Karşısında Risk Altında Bulunan İşlerin Oranı (%).....	89
Şekil 4.19: Otomasyonu Benimseme (%).....	91
Şekil 4.20: Otomasyonun Neden Olacağı İstihdamdaki Değişiklik, 2020.	92
Şekil 4.21: Kaybolan ve Kazanılan İşler	93
Şekil 4.22: Türkiye için İşgücü Öngörüsü	94



SANAYİ 4.0 VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZET

Dünya tarihinde insanların tarıma geçmesi, yerleşik hayata geçmesini de getirmiştir. Binlerce yıl tarıma bağlı bir öztüketim ile iktisadi faaliyetini sürdüren insanlar 18. yüzyılda gerçekleşen fabrikaların kurulması ile pazar için kitlesel üretime geçmişlerdir. Tarım ve sanayide meydana gelen değişimler toplumsal hayatı, devletleri ve ekonomik faaliyeti tümüyle değiştirdiği için devrim olarak adlandırılmaktadır.

Sanayi Çağı'nda dört dönüşüm dalgası vardır. Sanayi 1.0 veya Birinci Sanayi Devrimi buhar makinelerinin icadı ile başlayan devrimi ifade eder. Sanayi 2.0 elektriğin üretimde kullanılmasıyla meydana gelen değişimleri tanımlar. 20. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan Üçüncü Sanayi çağında internet üretim teknolojilerinden ziyade pazarlama ve iletişim amacıyla kullanılmıştır. Sanayi 4.0 dijital teknolojilerin endüstriye uygulanmasıyla başlar. Robotların üretimde yaygın kullanımı bu dönemde başlamıştır.

Otonom robotların, yapay zekanın ve nesnelerin internetinin üretimde kullanılmasıyla başlayan köklü değişimler ise Sanayi 4.0 olarak adlandırılmaktadır. İlk üç sanayi devrimi kentleşme ve hizmet sektörünün gelişmesi gibi yapısal dönüşümlere neden olurken, sürekli bir teknolojik işsizlik yaratmamıştır. Sanayi 4.0 teknolojileri ise araştırmacıları teknolojik işsizlik açısından “Bu defa farklı mı olacak?” sorusunu sormaya yöneltmektedir.

Teknolojinin işsizlik üzerindeki etkisi üzerinde üç temel görüş vardır. Birinci görüş teknolojik gelişmenin işsizlik yaratacağına dair tezi savunan karamsar yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre makineler ile çalışanlar arasında ikame etkisi baskındır. İkinci görüşe göre teknolojik gelişmeler işgücü üzerinde tamamlayıcıdır. Kurulan her bir makine yeni işler yaratır. Üçüncü görüşe göre ise ikame etkisi kısa dönemde geçerli olsa da uzun dönemde tamamlayıcı işgücünü tamamlayıcı olarak yeniden tahsis yoluyla farklı iş alanlarına geçecektir.

Bu çalışma, Sanayi 4.0 teknolojilerinin Türkiye ve Dünya işgücü piyasasındaki etkilerini araştırmaya yöneliktir. Bu tezin temel savunusu Sanayi 4.0 teknolojilerinin Türkiye özelinde literatürde belirtilenden daha küçük bir etkiye neden olacağıdır.

Anahtar Kelimeler: *Sanayi 4.0 Uygulamaları, Teknolojik işsizlik, Otomasyon*

INDUSTRY 4.0 AND ITS EFFECTS ON EMPLOYMENT

ABSTRACT

In the World history, the transition of people to agriculture has led to fundamental changes such as adoption of civil life. Human beings who sustained their economic activity with thousands of years of self-consumption connected to agriculture started mass production for the market with the establishment of factories in the 18th century. Changes in agriculture and industry are called revolution because they radically changed social life, states and economic activity.

There is four waves of transformation in the Industrial Age. Industry 1.0 or the First Industrial Revolution refers to the revolution that began with the invention of steam engines. Industry 2.0 defines the changes that occur when electricity is used in production. Industry 4.0, which emerged in the second half of the 20th century, begins with the application of digital technologies to the industry. The widespread use of robots in production started in this period. In the third industrial era, internet was used for marketing and communication purposes rather than production technologies.

The fundamental changes that began with the use of autonomous robots, artificial intelligence and the Internet of objects in production are called Industry 4.0. While the first three industrial revolutions caused structural transformations such as urbanization and the development of the service sector, they did not create continuous technological unemployment. Industry 4.0 technologies, on the other hand, lead researchers to ask the question: “Will this time be different? in terms of technological unemployment.

There are three main views on the impact of technology on unemployment. The first view is the pessimistic approach that advocates the thesis that technological development will create unemployment. According to this approach, the effect of substitution is dominant between machines and employees. In the second view, technological developments are complementary to the workforce. Each installed machine creates new jobs. The third view is that although the substitution effect is valid in the short term, the complementary workforce will be transferred to different fields of work through reallocation.

In this study, the effects 4.0 technologies on labour market is investigated. This thesis asserts that industry 4.0 technologies will result in a smaller special effect than reported in the literature for the case of Turkey.

Keywords: *Industry 4.0, Technological unemployment, Automation*

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yeryüzünde var olduğu günden bu yana hayatta kalmak, bulunduğu şartları iyileştirmek ve kendisini geliştirip daha ileriye götürmek amacıyla birçok faaliyette bulunmuştur. Söz konusu faaliyetler, gerçekleşen keşif ve buluşlar ile insanlığın hep bir adım öteye taşınmasına ve insanlık için yeni fırsatlar yaratılmasına imkân sağlamıştır. En başından bu yana gerçekleştirilen keşif ve buluşların sayesinde insanoğlunun sahip olduğu bilgi, doğal olarak her dönemde aynı hızda ve büyüklükte olmamakla beraber, kümülatif bir şekilde artmıştır. Eldeki kümülatif toplam “teknolojik bir gelişme olduğu kadar aynı zamanda kültürel bir birikim”dir (Sönmez ve Günay, 2013: 33).

İnsanoğlu, başlangıçta avcılık ve toplayıcılık yaparak yaşamını sürdürürken, önce bitkileri sonrasında hayvanları evcilleştirip onlardan faydalanmaya başlamıştır. İnsanların avcı-toplayıcı olduğu dönem ve sonrasında gerçekleşen tarım devrimi ile insanoğlu ihtiyaçlarını topraktan karşılamaya başlamış ve hayatına devam etmiştir.

İnsanoğlunun gerçekleştirdiği ilk ve en büyük devrimlerinden olan tarım devrimi sonrasında teknolojik bilgi birikimini zamanla artmıştır. İnsanoğlu 18. yüzyılın sonunda hayvanın ve insanın kas gücünün yerine, buhar ve su gücünü üretimde kullanmaya başlayarak ikinci büyük devrimlerinden olan ve birinci sanayi devrimi olarak adlandırılan sanayi toplumuna geçiş yapmıştır (Acılioğlu ve Kaya, 2021: 18).

Birinci sanayi devriminden günümüze kadar olan süreçte, her biri büyük bir dönüşüm noktası olma özelliği taşıyan ve mevcut üretim biçimini ve anlayışını derinden etkileyen, sonuncusu içinde bulunduğumuz dönemde yaşanmakta olan dört sanayi devrimi meydana gelmiştir. Her bir sanayi devrimi ortaya çıkardığı yeni teknolojilerin kullanılması suretiyle işlerin yapılış yöntemlerini ve üretim tekniklerini iyileştirmiş ve değiştirmiştir. Bu sayede de her bir devrim yaşamın sosyo-ekonomik temellerinin değişmesinde önemli bir belirleyici unsur olmuştur.

Bugün temelleri yüzyıllar öncesinden başlayan devrim niteliğindeki teknolojik gelişmelere bağlı günümüzün dijitalleşen dünyasında, adı ilk kez 2011 yılında

Almanya’da telaffuz edilen, karar alma sürecinde makinelerin de yer aldığı özünde üretim sürecinde insan emeğinin en aza indirilmesini amaçlayan “Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0)” karşımıza çıkmaktadır.

Dördüncü sanayi devrimini diğer sanayi devrimlerinden ayıran iki temel özellik söz konusudur. Bunlardan birincisi, öncesinde birer araç olan makinelerin “İkinci Makine Çağ”ı olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimi ile kendi kararlarını verebilir hale gelmeleri ile insanlara olan ihtiyaçların giderek azalmasıdır. Bu durum, insan ile akıllı makineler arasında var olan dengenin bir şekilde makineler lehine değişiyor olduğunun göstergesidir. Bu süreç insanlığın geçmişinde daha önceleri görülen bir gelişme değildir (Newman ve Blanchard, 2020). İkincisi ise, sürecin sahip olduğu ve getireceği teknolojiler ile diğer sanayi devrimleri ile kıyaslanmayacak ölçüde toplumlar üzerinde yaratacağı etkinin büyüklüğü ile bu etkinin toplumun tüm katmanlarındaki yayılma hızının geçmişe oranla çok yüksek olacağıdır (Dobbs, Manyika ve Woetzel, 2015).

Sanayi devrimlerinin sonuçlarına bakıldığında sadece ciddi bir iktisadi büyüme ve maliyet azalışı değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal pek çok değişim ve dönüşümü akla getirmektedir. Dolayısıyla içinde yaşadığımız dördüncü sanayi devrimi ile üretimin tamamının yeni teknolojiler ile uyumlu hale getirilmesinin yanısıra gerek tarım, gerek hizmet sektöründe önemli değişimler yaşanması beklenmektedir. Bu sayede kimlik, tüketim, çalışma, dinlenmeye ayrılan zaman, eğitim talebi, politik, sosyal ve kültürel hayat ile istihdam/işsizlik, üretim, dış ticaret, işletmelerin yapısının değişmesi gibi pek çok alanda, dördüncü sanayi devriminin ciddi etkilerinin olması kaçınılmazdır (Schwab, 2017).

Önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi dördüncü sanayi devriminin de, beraberinde getirdiği ve ileride var edeceği yeni teknolojiler ile sadece makineleşme değil; işsizlik, düşük ücret ve gelir grupları arasında eşitsizliğe neden olmak suretiyle çalışma hayatını derinden etkileyeceğine ilişkin ciddi endişeler bulunmaktadır (Frank, Roehrig ve Pring, 2019). Teknoloji ve emek ilişkisi birinci sanayi devriminden bugüne, her sanayi devrimi sonrasında kaybolan eski işlerin yerine yeni işlerin ortaya çıkması ve süreçte yaşanan gelişmeler nedeniyle her zaman önemini koruyan bir tartışma konusu olmuştur. İnsan emeğinin makinelerle bazen tamamlayıcılık, bazen de ikâme ilişkisi içinde olması birinci sanayi devriminden beri yaşanan bir olgudur. Gelişen teknolojiler sayesinde, akıllı makinelerin ve

algoritmaların insan emeğinin yerine geçeceği ve insanların giderek teknolojinin hâkimiyeti altına gireceği “teknolojik işsizlik” olarak isimlendirilecek çatı bir kavram üzerinden çok uzun süredir sıklıkla dile getirilmektedir (İnan, 2019).

Dördüncü sanayi devrimi; etkisinin büyüklüğü, yayılma hızının yüksekliği ve akıllı makinelerin karar alma süreçlerinde daha çok yer almaya başlaması nedeniyle insan ve makine ilişkisi çerçevesinde bugün sıklıkla ele alınmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi ve getirdiği yüksek teknolojilerin neden olabilecekleri teknolojik işsizlik probleminin yanısıra, ortaya çıkarabileceği bireysel ve toplumsal sorunların çözümlerine ilişkin bazı öneriler de doğal olarak gündeme getirilmektedir. Bunlar temel gelir uygulaması, robot vergisinin yürürlüğe girmesi ile okul ve işte gerçekleştirilen eğitimin yeniden düzenlenmesi şeklinde önlemler olup ilgili yazında sıklıkla dile getirilmektedir.

Türkiye’de istihdamın sektörel açıdan geçmişten bugüne durumu incelendiğinde, yaşanan dönüşümler teknolojik gelişmelerin neden olduğu makineleşmeyi bariz bir şekilde göstermektedir. Teknolojik alanda yaşanan gelişmeler işgücü piyasasında düşük ücretli ve rutin işgücüne olan talebi azaltırken, yaratıcılık ve yönetim becerilerine sahip olan işgücüne olan talebi arttırmaktadır. Üstelik pek çok alanda geçmişten farklı çalışma biçimleri ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; dördüncü sanayi devrimi ve bu devrimin beraberinde getirdiği ve getireceği teknolojilerin işgücü piyasasına olan pozitif ve negatif yansımaları ile işgücünün düzeyinde ve niteliğinde yaşanması beklenen değişim ve dönüşümü ele almaktır. Bu kapsamda çalışma, dördüncü sanayi devrimi sürecinde Türkiye’nin hem sahip olduğu işgücünün yapısını belirleme hem de sürecin işgücüne olası etkilerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Çalışma ilgili literatürün taranması ve Türkiye’de işgücünün süreç içerisinde karşılaşılabileceği pozitif ve negatif etkileri ortaya koyması ile söz konusu gelişmelere karşı ortaya konulacak politika önerileri oluşturma açısından önem taşımaktadır. Betimleyici nitelikte olan çalışma, yöntem olarak literatürde yer alan teorilerin ve çeşitli ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlardan elde edilen verilerin analiz edilmesine dayalıdır.

“Sanayi 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Etkileri” başlığını taşıyan çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben çalışmanın ikinci bölümünde “teknolojik işsizlik” kavramına ilişkin teorik altyapı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla

istihdam, işgücü, iş, işsizlik, otomasyon, dijitalleşme, gibi temel kavramlar ilgili literatür üzerinden açıklanmaktadır. Sonra teknolojik değişim ile istihdam arasındaki ilişkiyi ele alan literatür iyimser, kötümser ve dengeleyici yaklaşım olmak üzere üç başlıkta ele alınıp incelenmektedir. Sonrasında küreselleşme, teknolojik yenilikler, nüfus patlaması ve diğer eğilimlerin işgücü piyasasına ilişkin önemli değişiklikler ortaya çıkarması sonucunda değişen ve gelişen dinamiklerin tamamını ele alan bir çatı kavramı olan “İşin Geleceği” kavramı ele alınıp incelemekte, nihayetinde teknolojinin hangi iş, meslek ve becerileri hangi koşullarda hangi yönde ve nasıl etkileyeceği açıklanmaya çalışılmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise teknolojik gelişmeye bağlı olarak tarım öncesi, tarım dönemi ve sanayi dönemi olmak üzere insanoğlunun geçirdiği büyük devrimlerden bahsedilmektedir. Bu bağlamda “Tarım Öncesi ve Tarım Döneminde Üretim”, “Tarım Toplumundan Sanayi Toplumuna Geçiş” ve “Sanayi Devrimi” başlıkları altında söz konusu süreçler incelenmektedir. Bu bölümde birinci, ikinci, üçüncü sanayi devrimleri açıklanmış, sonrasında Sanayi 4.0 kavramının bileşenleri ve ortaya çıkardığı yeni teknolojiler üzerinde durulmuş, son olarak konumuz bağlamında dünyada ve Türkiye’de Sanayi 4.0 uygulamaları ele alınarak incelenmeye çalışılmıştır.

Diğer yandan yine çalışmanın üçüncü bölümünde genel olarak teknolojik gelişmelerin dünyada ve Türkiye’de işgücü piyasasında yaratacağı dönüşümler dikkate alınarak; işgücü piyasası, işgücünün nitelikleri, işlerin geleceği ve mesleklerin dönüşümü incelenmiştir.

Çalışmanın sonuç kısmında ise, giriş bölümünden başlayıp çalışmanın sonuna kadar yapılan değerlendirmelerden ulaşılan kanaatler açıklanmıştır. Bu bağlamda, dördüncü sanayi devrimi ve devrimin beraberinde getirdiği ve getireceği teknolojilerin Türkiye’de işgücü üzerinde ne gibi yansımaları olabileceğinden bahsedilecektir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 İstihdamın Tanımı ve İstihdama İlişkin Kavramlar

Ücretli çalışma olgusu ve sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkan istihdam kavramı (Gökmen, 2007: 23) birkaç şekilde tanımlanabilmektedir. İstihdam kelime anlamı olarak hizmete almak, çalıştırmak anlamlarını taşımaktadır. İktisadi bir kavram olarak ise temelde, ülke içerisinde ki işgücünün üretim sürecinde kullanılması/yer alması ifade edilmektedir (Yahşi, 2007: 21'den aktaran; Çay, 2016: 15). İstihdam aynı zamanda girişimci açısından emeğin üretim sürecinde bir araç olarak kullanılmasını ifade ederken, emek açısından ise ihtiyaçlarını karşılamının yanı sıra refah düzeyi ve sosyal statüsünü korumak ve ilerletmek amacıyla sahip olduğu bedensel ve/veya zihinsel yetenekler üzerinden gelir sağlama olarak da ifade edilebilmektedir (Işığışok, 2018: 303).

Emeğini arz ederek çeşitli şekillerde üretim sürecine katılım sağlayanlar ise "istihdamda" kabul edilmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yapılan tanımına göre, "kâr veya ücret elde etme amacıyla belli bir referans döneminde mal veya hizmet üreten çalışma çağındaki kişiler "istihdamda" kabul edilmektedir" (ILO'dan aktaran Kandemir, 2020: 4).

İstihdam kavramı ayrıca, üretim faktörleri temelinde dar ve geniş tanımlı olarak da ele alınabilmektedir. Dar anlamda istihdam kavramından kastedilen yalnızca işgücünün yani emek faktörünün üretim sürecine dahil edilmesi ve üretimden sağlanan değerden emeğin karşılığı olarak pay verilmesi iken; geniş anlamda istihdam kavramı ile kastedilen ise emek, sermaye, girişim ve doğal kaynaklar şeklindeki üretim faktörlerinin tümünün üretim sürecine dahil edilmesidir (Işığışok, 2018: 126-127).

İstihdam kavramı ve bu kavramla ilişkili olan istihdam oranı, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini anlamada dikkate alınan önemli göstergedir (Zaim, 1997: 135). İstihdam kavramına ilişkin temel bir gösterge olan istihdam oranı, istihdamın kurumsal olmayan çalışma çağındaki nüfus içindeki oranını göstermektedir (TÜİK).

$$\text{İstihdam Oranı} = (\text{İstihdam Edilenler} / \text{15 Yaş ve Üzeri Aktif Nüfus}) * 100$$

Ayrıca bir ekonomide referans dönemi içerisinde çalışanların yanı sıra, piyasaya yeni giren işsizler ile birlikte piyasada oluşan istihdam toplamı “istihdam hacmi” olarak nitelendirilmektedir (Bekiroğlu, 2010: 8). İstihdama ilişkin gerçekleştirmeler değerlendirilirken, dikkate alınması gereken çalışma süreleri oldukça önemlidir. Çalışma süreleri siyasi, ekonomik ve insani gelişmişlik düzeylerine ve teknolojik verimliliğe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Temelde gelişmiş ülkelerde çalışma süreleri daha kısa olurken, az gelişmiş ülkelerde çalışma süreleri nispeten daha uzun sürebilmektedir (Işığışok, 2005: 10-11). Tam istihdam, piyasada geçerli olan cari ücret seviyesinde çalışmak isteyen herkesin iş bulabildiği istihdam düzeyidir (Işığışok, 2017: 38). Bu bağlamda tam istidam, emek arzının tamamının ekonomik süreçte yer aldığı dolayısıyla arzın talebe eşit olduğu iktisadi durum olarak tanımlanmaktadır (Kandemir, 2020: 5). İktisadi faaliyet sürecinde yer almak isteyen emek arzının tamamının istihdam edilmesi, tüm ekonomiler için ideal bir durumu ve ulaşılmak istenen nihai bir hedefi tanımlamaktadır. Tam istihdam durumunun gerçekleşmesi bir ekonomide emeğin ve ekonominin diğer bütün kapasitelerinden etkin bir şekilde kullanıldığı bir durumu ortaya çıkarmaktadır (Çetin, 2014: 4). Klasik İktisadi yaklaşıma göre cari ücret düzeyinden çalışmak isteyen herkes iş bulabilmektedir ve bu bağlamda işsizlik diye bir olgu söz konusu değildir. Klasik iktisatçılara göre, var olan işsizlik piyasada geçerli olan cari ücret düzeyinin beğenilmemesi nedeniyle çalışılmaması yani iradi işsizliktir. Böyle düşüncelerini nedeni ise “her arz kendi talebini yaratır” olarak ifade edilen “Say Kanunu”dur. Sonuç olarak klasik iktisadi düşünceye göre işsizlik diye bir problem yoktur ve ekonomi daima tam istihdamdadır. Şayet söz konusu denge durumunda bir sapma/dengesizlik meydana gelirse bu sapma/dengesizlik durumu “gizli bir el” tarafından giderilir (Karabulut, 2007: 2).

Emeğin ekonomik faaliyet dışında kalmamasından dolayı herhangi bir işsizlikten bahsetmek mümkün olmamakla birlikte, söz konusu durumda işgücü talebi artışı işgücü arzını değil ücreti arttırmaya yönelik bir etkiye neden olmaktadır (Kandemir, 2020: 5).

Eksik istihdam, üretim sürecinde yer alması gereken üretim faktörlerinin bir kısmının üretim sürecinin dışında kalması yani atıl hale gelmesi durumudur. İstihdam hacminin, mevcut iş gücünden az olması şeklinde de açıklanabilir. Böyle bir

durumda talep, arzı karşılayamamakta yani işgücünün bir kısmı cari koşullarda iş aradığı halde iş bulamamakta (Unay, 1996: 268) dolayısıyla işsizlik söz konusu olmaktadır.

Bir ekonomide eksik istihdamın söz konusu olması, kaynak kullanımındaki israfı ve refah düzeyinin olması gerekenin altında olduğunu göstermektedir. Ekonomik yapıda üretim faktörlerinin bir kısmının çalışmaya dâhil olmaması ve talep yetersizliğinden dolayı işsizliğin ortaya çıkması eksik istihdamın belirtileri arasında ifade edilmektedir.

Tam istihdam ise gerçekleştirilmesi zor olduğundan, ekonomiler tam istihdamdan ziyade eksik istihdam düzeyinde dengeye gelirler. Kullanılmayan üretim faktörlerinin üretim sürecine dahil olmaları durumunda üretilen mal ve hizmet miktarları dolayısıyla da reel milli gelir artar.

İstihdam dengesinden sapmanın bir diğer türü ise aşırı istihdamdır. Aşırı istihdam, emek arzının emek talebini karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Aşırı istihdam durumu temelde iktisadi büyümenin hızlandığı durumlarda meydana gelmektedir (Güçlüoğlu, 2017: 4). Buna karşılık emek talebinin karşılanamaması durumunda üretim sürekli olarak arttırılamaz. Sonuçta sürdürülebilir olmayan aşırı istihdam uzun süre varlığını sürdüremez ve bir süre sonra tam istihdam seviyesine geri döner (Kamacı, 2016: 16).

2.2 İşgücü ve İşgücü Piyasası

İşgücü bir ülkedeki nüfusun, belli bir periyod içerisinde ekonomik mal ve hizmet üretmek için emek arzında bulunan 15-65 yaş arasında yer alan ve üretici durumunda bulunan kısmını ifade etmektedir. Dolayısıyla işgücü 15-65 yaş aralığında cari ücret düzeyinde istihdamda bulunanlar ile işsizlerin toplamını ifade etmektedir (TÜİK). İşgücü başka bir tanımlamayla da; bir ülkedeki emek arzını insan sayısı yönüyle ele alan ekonomik bir büyüklüktür (Ülgen, 2007: 257). İşgücünü ayrıca “iktisaden faal durumda olan nüfus” veya kısaca “aktif nüfus” olarak da tanımlamaktadır (Lordoğlu ve Özkaplan, 2003: 13). İşgücü ülkelerin iktisadi yapısının şekillenmesinde ve ilerlemesinde etkin şekilde rol alan bir kavramdır. Ülke ekonomilerinin büyümesinde ve toplumların refahının artmasında, mevcut işgücünün niceliksel özelliklerinin yanı sıra işgücünün niteliği son derece önemlidir. Üretim sürecinde yer alan işgücünün niteliğini eğitim, yaş, cinsiyet, deneyim, yetenek,

öğrenme gibi faktörlerle açıklamak mümkündür ve emek faktörü bugün artık niceliksel özelliklerinden ziyade niteliksel özellikleriyle anılmaya başlanmıştır. İşgücünün niteliksel boyutu ve bu bağlamda ülkelerin beşeri sermaye stokları ve dinamikleri, teknolojik ilerlemelerin giderek daha hızlanmasıyla daha önce hiç olmadığı kadar önemli hale gelmiştir (Yılmaz ve Danişoğlu, 2017: 119). Teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı yeni çalışma alanları insan ve makine arasında ilişkiyi belirler. Bu ilişki ikame ilişkisi ise işgücü ve sermaye arasındaki maliyet farkı istihdamda belirleyici olur. Eğer ilişki tamamlayıcılık ilişkisi ise işgücü maliyeti yüksek olsa da istihdamda kitlesel bir kayıp gerçekleşmez.

İşgücü piyasası, arz boyutuyla iş arayanların yani işgücünün, talep boyutuyla işverenlerin oluşturduğu, işgücü arzı ile işgücü talebinin serbest bir biçimde bir araya gelebildiği bir faktör piyasasıdır. Ancak işgücü piyasaları mal piyasalarından temelde farklıdır. İşgücü piyasalarını mal vb. diğer piyasalardan farklı ele alınmasını gerektiren en önemli unsur insanı içermesidir. İşgücü piyasasında talep yönüyle belirli bir ücret ve çalışma koşulları sunulurken, arz yönüyle mesleki beceri ve yetkinlikler sunulmaktadır (Erol, 2014: 29).

İşgücü piyasasında emek arzı ve talebinin bir araya gelmesiyle emeğin fiyatı olan ücretler ve bunun karşılığında arz edilecek emek miktarı yani istihdam belirlenmektedir (Koç, 2018: 2). İşgücü piyasasında da diğer piyasalarda olduğu gibi emek arz ve talebinin birbirine eşit olduğu denge ya da arz ve talebin birbirine eşit olmamasından kaynaklanan dengesizlik durumları söz konusu olabilir. Örneğin emek arzının emek talebini aştığı durumda işsizlik söz konusu olacaktır. İşgücü piyasası mikro ve makro boyutta da incelenebilmektedir. Mikro boyutta, firmaları ile çalışanlar arasındaki işe alım ve işten çıkarma süreçleri söz konusudur. Mikro boyutta arz ve talep ilişkili çalışma saatlerini, ücreti, maaşı ve tazminatı etkilemektedir. Makroekonomik boyutta ise iç ve dış piyasa dinamikleri, nüfusun demografik özellikleri, göç, eğitim vb. değişkenler ile gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYİH), toplam gelir düzeyi ve işsizlik oranlarının tespiti söz konusudur (Kenton, 2020'den aktaran Kandemir, 2020: 6).

2.3 İş ve İşsizlik

İş kavramı Türk Dil Kurumu (TDK)'na ilişkin internet sayfasındaki güncel Türkçe sözlüğünde “Bir sonuç elde etmek, herhangi bir şey ortaya koymak için güç

harcayarak yapılan etkinlik, çalışma” olarak tanımlanmaktadır. İş kavramı ekonomik anlamda ise, bir karşılık elde etmek amacıyla gerçekleştirilen faaliyetler şeklinde tanımlanabilmektedir (Erkan, 2000: 123). İş aynı zamanda kişilerin kadrolarına uygun olarak çalıştıkları durumda yerine getirdikleri görev olarak da tanımlanabilir (Özyürek, 2013: 5).

İş kavramı günümüzde sadece fiziksel yaşamı devam ettirmek amacıyla gelir elde etmeye yönelik olarak değil, aynı zamanda sosyal ve psikolojik ihtiyaçları da karşılamak için yapılan önemli bir eylem olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda işin, insan, toplum, firma ve ülkeler için taşıdığı anlam daha önemli hale gelmiştir (Özkan, 2017: 15).

“İş”, “meslek” ve “çalışma” kavramları sıklıkla bir birbirine yerine kullanılabilir. Bununla beraber söz konusu kavramlar arasında bazı nüanslar vardır. Bu bağlamda meslek, kişinin hayatını kazanmak için yaptığı, sistematik bilgi ve beceriye dayalı, eğitimle kazanılan faaliyetler bütünü iken; iş, mesleki bilgi ve becerilerin ortaya konması ve mesleği uygularken yapılan görev ve aktivitelerin bütünüdür. Dolayısıyla kişinin bir mesleği söz konusu olsa bile işi olmayabilir. (Sarıyıldırım, 2020: 3-4). Çalışma ve iş kavramları da etimolojik olarak aynı kökten gelmelerine rağmen, iş, "ücret karşılığı" yapılan bir çalışma iken çalışma, “belirli bir üretimi amaçlayan fiziksel ve zihinsel insan faaliyetlerinin toplamı” olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, bu faaliyet belirli bir kazanç amacıyla yapıldığında “ücretli çalışma” veya "iş" ten söz edilmektedir (Kapız, 2001).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için çok ciddi bir sorun olan işsizlik, günümüzde sadece ekonomik bir olgu olarak değil aynı zamanda sosyal bir olgu olarak da değerlendirilmekte ve ciddi bir sosyal problem olarak ele alınmaktadır (Adak, 2010: 105-106).

Literatürde birçok işsizlik tanımı söz konusudur. Bu bağlamda, işsizlik Türk Dil Kurumu Sözlüğünde “işsiz kalma, iş bulamama, bir iş yeri için durgunluk dönemi” olarak ifade edilmiştir (TDK). Başka bir tanımlama ile işsizlik, toplumsal düzeyde üretim güçlerinin bir kısmının üretim sürecinde yer almaması iken bireysel düzeyde ise işsizlik piyasada geçerli olan cari ücret düzeyinde çalışma arzusu ve gücünde olup, emeğini sunmasına karşın iş bulamaması durumudur (Akyıldız, 2019: 96). İşgücü

seviyesinin istihdam seviyesinden fazla olduğu miktar da aynı zamanda işsizlik olarak tanımlanabilir.

TÜİK'e göre işsiz ise "referans dönemi içinde istihdam halinde olmayan kişilerden iş aramak için son dört hafta içinde iş arama kanallarından en az birini kullanmış ve 15 gün içinde işbaşı yapabilecek durumda olan kurumsal olmayan çalışma çağındaki tüm kişiler" şeklinde tanımlanmıştır (TÜİK, 2020).

Bir ekonomideki işsizlik oranının hesaplanabilmesi ise aşağıdaki gibidir (Ünsal, 2004: 31).

$$\text{İşsizler} = (\text{Toplam işgücü} - \text{İstihdam edilenler})$$

$$\text{İşsizlik Oranı} = (\text{İşsizler} / \text{İşgücü}) \times 100$$

İşsizlik olgusu, nedenlerine ve biçimlerine göre değişkenlik gösteren bir süreçtir. İşsizliği temel olarak açık ve gizli olmak üzere iki şekilde gruplandırmak olasıdır (Akyıldız, 2019: 96). Açık İşsizlik, çalışmak istemesine rağmen geçerli ücret düzeyinde iş arayıp bulamayanları ifade eder. Açık işsizlik kategorisi içerisinde yapısal, teknolojik, konjonktürel, mevsimsel ve geçici işsizlik türleri yer almaktadır. Gizli işsizlik ise, emeğin istihdam edildiği durum ile işten çıkarıldığı durumun çıktı düzeyleri anlamında farklılık arz etmemesidir. İktisadi anlamda kişinin marjinal veriminin sıfır olduğu durumda gizli işsizlik söz konusudur ve temelde tarım kesiminde ve kamuda sıklıkla rastlanılmaktadır (Dinler, 1998: 424).

2.4 Otomasyon

Otomasyon sözcüğü köken olarak Yunanca kendi anlamına gelen "auto" ve "kendi kendine kımıldayan" anlamına gelen "automatos" sözcüğünden gelmektedir. Otomasyon terimi ilk kez, 1946'da otomotiv endüstrisinde, mekanize üretim hatlarında otomatik aygıtların ve kontrol cihazlarının artan kullanımını tanımlamak için kullanılmıştır (İnan, 2019: 112-113).

Otomasyon birkaç şekilde tanımlanabilir. Buna göre;

- Otomasyon, tekrarlayan süreçleri ve görevleri üstlenmek için bilgi teknolojilerini veya makineleri kullanmak anlamına gelir. Otomasyon, rutin iş akışlarından robotik montaj hatlarına ve sürücüsüz araçlara kadar her şeyi çalıştırmak için çeşitli şekillerde kullanılır (Writer, 2019).

- Otomasyon, robotların, kontrol sistemlerinin ve diğer cihazların kullanımı yoluyla ve minimum doğrudan insan müdahalesiyle otomatik olarak mal üretme sürecini ifade eder (Pettinger, 2019).
- Otomasyon, verimliliği artırmak ve belirli bir süreci kontrol etmek için bilgisayarların veya makinelerin kullanılması olarak tanımlanır (The Digital Bridges, 2018).
- Makinelerin bir zamanlar insanlar tarafından gerçekleştirilen görevlere ilişkin daha fazla kullanılmasıdır (Britannica).

İş süreçlerinde otomasyonun kullanılması veya süreçleri daha düşük ücretli ülkelere taşımak, maliyeti düşürmek için sıklıkla kullanılan iki önlemdir (Katzmarzik, 2012: 332). Üretimde otomasyon kullanımının artması, vasıfsız emeğin makinelerle ikamesini hızlandırmakta ve bu ikame ilişkisi çalışanlar üzerinde doğal olarak negatif dışsallıklar yaratmaktadır. Yeni teknolojiler ve yeni teknolojilerin beraberinde getirdiği otomasyon sistemleri, yeni ve eski firmalar arasında istihdam yaratma açısından oldukça ciddi farklar yaratmaktadır.

Otomasyon kavramı, işbölümünü ön plana çıkararak ve varlığını 20'inci yüzyılın sonlarına kadar sürdüren Fordizm ve Taylorizm kavramları bağlamında mekanik ve zihinsel otomasyon olarak ikiye ayrılabilir. Mekanik otomasyon, mekanik enerji ve koordinasyonun yer aldığı insan etkinliklerini ikame eden teknolojilerden oluşur. Taylorist ve Fordist üretim biçimlerinde bu tür otomasyon ön plandadır. Elektronik teknolojilerinin bir üst seviyesi olan mikroelektronik teknolojilerde kullanılan bilgisayar, cep telefonu gibi araçlar ise zihinsel otomasyonun sonuçları olarak değerlendirilebilir (İnan, 2019: 113-116).

Üretimde otomasyon kullanımı, mekanik üretime geçişle başlamıştır. Üretimde mekanik otomasyon, tarif edilebilir işler dediğimiz kas gücüne dayanan rutin işlerin zamanla ikame edilebilmesini sağlamıştır. Mekanik otomasyon sanayi devrimiyle başlamış olup önce tarım işçisinin sanayi işçisi olmasına neden olmuştur. Sonraki sanayi devrimleri ile birlikte üretimde otomasyonun imalat sektöründe kullanılmaya başlanmasıyla ve rutin işlerin emeğin maliyetinin daha ucuz olduğu ülkelere kaydırılmasıyla birlikte, imalat sektöründe çalışan işçilerin hizmetler sektörüne kaymasına neden olmuştur (Seyman, 2019: 3).

Mekanik otomasyondan zihinsel otomasyona geçiş ile birlikte bilgisayarların işlem gücünün hızla artması akıllı makineleri doğurmuş, robot teknolojisinin hızla gelişmesi ve robotların üretim süreçlerinde giderek artan şekilde kendilerine yer bulması, üretimde insan emeğinin payının azalmasını ve robot makinelerin insan emeğinin yerine üretimde daha fazla kullanılmaya başlamasını sağlamıştır (İnan, 2019: 119-128).

Bilgisayar, internet, bulut, nesnelerin interneti gibi yeni teknolojilerin mal ve hizmet üretiminde kullanılması ise, bu sefer rutin işlerin dışındaki işlerinde de akıllı makineler tarafından ikame edilmesine neden olmaya başlamıştır.

Sözü edilen gelişmelere paralel olarak üretimde otomasyon teknolojileri de evrim geçirmiştir. Seri retim teknolojilerinden sonra gelişen geri beslemeli otomasyon sisteminden, elektronik devre sistemindeki gelişmelerle birlikte aygıtlar üzerinde otomasyon ve iletişim yeteneği sağlayan ve istenildiği vakit yüklenen ve değiştirilebilen yazılımlar yer almaya başlamıştır. Zihinsel otomasyon sistemi ise bu sistemden daha farklı bir yapı içermekte olup, söz konusu otomasyon sisteminde karşılıklı bir iletişim söz konusudur.

Dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan süreç ise, ilk üç sanayi devriminden oldukça farklıdır. El işçiliği ile teker teker üretim yapar halden otomasyon ile seri üretim yapan hale taşıyan sanayi devrimleri bugün insanlara yazılımlar ile birbirleriyle iletişim kuran makinelerin üretim yapacağı, tüm süreçlerin makineler tarafından gerçekleştirildiği akıllı fabrikalar sunmaktadır (zdoğan, 2018: 27-30).

Otomasyonun yerel ve küresel düzeyde iş gücü piyasasına olan etkilerine yönelik pek çok farklı yaklaşım olup, yaklaşımlar temelde iki başlık altında toplanmaktadır: Bu yaklaşımlardan birincisi otomasyon teknolojilerinin uygulandıkları sektörlerde verimliliği arttırdığı ve bunun da ekonomik büyümeyi teşvik etmesi dolayısıyla otomasyonun desteklenmesi gerektiği şeklindeki olumlu, ikincisi ise klasik iş şekillerinde ve istihdamda yaratabileceği olası olumsuz dönüşüm beklentisinin baskın olduğu olumsuz yaklaşımdır (GİF, 2019: 17-18).

Günümüzde Sanayi 4.0 ile destelenen otomasyonunun katma değeri artık yalnızca verimliliğine ve karlılığına değil, artan esnekliğe ve üretim süreçlerinin kalitesinin önemli ölçüde iyileştirilmesine odaklanarak, hata paylarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Nexus Integra (2020) verilerine göre iş bir insan tarafından

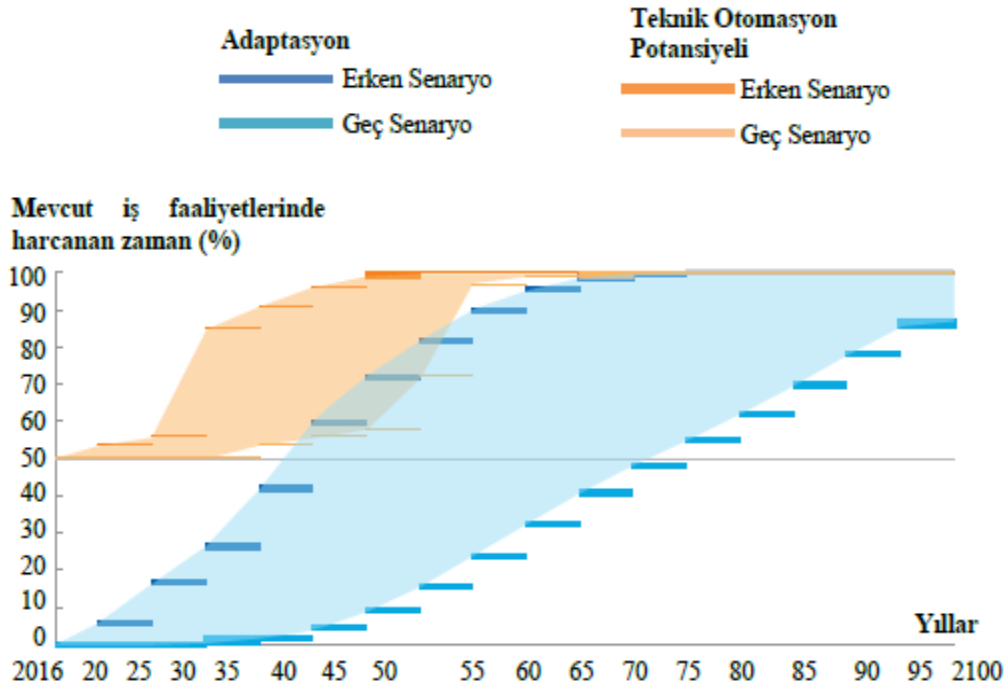
yapıldığında hata payının yüzde 10'a kadar ulaşabildiği süreçlerde, bir proses otomasyonu platformu bunu yüzde 0,00001'e kadar düşürebilir.

Otomasyonun firmalara yansıyan faydalarının yanı sıra, ekonomiye yansıyan faydaları da söz konusudur. Buna göre otomasyon ile tüketiciler, daha fazla ürün ve hizmet seçme avantajı elde ederler. Daha düşük üretim maliyetleri, daha düşük fiyatları mümkün kılarak, daha geniş bir mal ve hizmet yelpazesinde daha fazla tüketim yapılabilmesine imkan sağlar. Daha yaratıcı, daha az tekrarlayan ve daha esnek bir işgücü piyasası sağlayarak yeni tür işlerin yaratılmasına yol açar. Otomasyon uluslararası rekabet gücünü koruma ve sürdürme açısından son derece önemlidir ve özellikle uluslararası ticarete diğer ülkelere göre karşılaştırmalı üstünlüğü belirler (Maloney ve Molina, 2016: 6).

Bir ekonomide otomasyon kullanımının neden olacağı etkinin hızını ve büyüklüğünü belirleyecek yapısal unsurlar aşağıdaki gibidir (GİF, 2019: 17-21):

- Ekonominin Yapısı
- Ülkenin Demografik Yapısı
- Ücret Seviyeleri

McKinsey Küresel Enstitü (2017) tarafından dünyadaki işgücünün yaklaşık yüzde 80'ine karşılık gelecek şekilde 46 ülke üzerinden, küresel ekonomiye ilişkin olarak çeşitli varsayımlar altında otomasyonun potansiyeli ve adaptasyonuna ilişkin bir model geliştirilmiştir. Buna göre Şekil 2.1'deki S-eğrisi, senaryo analizlerinde ortaya çıkan potansiyel zaman aralığını gösterir; çizgiler "en erken benimseme" ve "en geç benimseme" senaryosunu temsil eden tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Buna göre halihazırda sergilenen teknolojiyi uyarılmanın dünyadaki mevcut iş faaliyetlerinin kabaca yüzde 50'sini otomatikleştirmek için teknik potansiyele sahip olduğu tahmin edilmiştir. Bunun gerçekleşebileceği olası tarih 2055 civarı iken, tüm faktörlerin o zamana kadar başarılı bir şekilde benimsenmesinin söz konusu olduğunun varsayıldığı, bu seviyenin neredeyse 20 yıl öncesine veya sonrasına kadar gerçekleştiği olası senaryolar modellenmiştir. Çıkan sonuç ise, otomasyonun küresel bir güç olacağı, ancak benimsenmesinin onlarca yıl süreceği ve zamanlama konusunda önemli bir belirsizliğin söz konusu olduğudur.



Şekil 2.1: Bilgisayarlı Otomasyon Olasılığının Bir Fonksiyonu Olarak Ücret ve Eğitim Düzeyi (%)

Kaynak: MGI, 2017a, s. 13.

Otomasyon kullanımının neden olacağı etkilerin belirginleşeceği alanlar ise (GİF, 2019: 25-41):

- İşler ve Yetkinlikler
- Gelir Dağılımı Eşitsizliği
- Siyaset ve Ekonomi
- Çalışma Koşulları

Bugün ağırlıklı olarak sanayide gözlemlenen otomasyon eğiliminin gelecekte diğer sektörlerde de yayılması beklenmektedir. Dolayısıyla bu bağlamda dikkat çeken husus, otomasyon teknolojilerine geçiş hızının o ülkedeki ekonomik ve/veya sosyal yapının bir sonucu olabileceği gibi, rekabet gücünü/avantajını kaybetmemek/kazanmak amacıyla ulusal stratejik kararların bir sonucu da olabileceğidir (GİF, 2019: 5).

Otomasyon teknolojilerinin yaygınlaşmasının sonucu, iş gücü piyasasına yönelik talep edilen yetkinlik haritasındaki dönüşümler hızlanarak gerçekleşecektir (Çizelge 2.1). Otomasyon teknolojilerine geçiş hızı ile genel eğilimler açısından bir fark söz konusu olmayacaktır. Otomasyonu hızlı uyarlayan ülkelerde fiziksel ve temel bilişsel

becerilere talebin hızla düşmesi, buna karşılık duygusal ve yüksek düzeyli bilişsel yeteneklere olan talebin de daha hızlı artması beklenmektedir (GİF, 2019: 6).

Çizelge 2.1: Otomasyonun Yetkinliklere Yönelik Beklenen Etkisi

ABD, tüm sektörler/ Batı Avrupa, tüm sektörler			
Kategori	Beceriler	Örnek Meslekler	2030 yılında çalışılan saatlerde beklenen değişiklik
Fiziksel beceriler ve el becerileri	Genel ekipman kullanımı ve navigasyonu	Şoför, montaj hattı işçileri	-24
	Genel ekipman onarımı ve mekanik beceriler	Araba ve kamyon tamircileri	-9
	Zanaat ve teknisyen becerileri	Taş ustaları, çatı ustaları, elektrikçiler	-2
	İnce motor becerileri	Hemşireler, yiyecek hazırlama işçileri	-8
Temel bilişsel beceriler	Kaba motor becerileri ve fiziksel güç	Makineciler, temizlikçiler, paketlemeciler	-9
	Teftiş ve izleme becerileri	Güvenlik görevlileri, kalite kontrol	-20
	Temel okuryazarlık, aritmetik ve iletişim becerileri	Kasiyerler, müşteri hizmetleri	-6
İleri bilişsel beceriler	İleri düzeyde okur yazarlık ve yazma	Stenograflar, veri girişi, muhasebe memurları	-19
	Nicel beceriler ve istatistik becerileri	Editörler, avukat yardımcıları, yazarlar	-10
	Eleştirel düşünme ve kararı alabilme	Finans analistleri, muhasebeciler	-2
	Proje yönetimi	Doktorlar, sigortacılar	17
Karmaşık bilgileri işleyebilme yorumlama Yaratıcılık	Satın almacılar, ön büro sorumluları		2
	Pazar araştırma analistleri, avukatlar		18
	Halkla ilişkiler uzmanları, besteciler		40
			8
			3
			18
			30

Çizelge 2.1: Devamı

Sosyal ve duygusal beceriler	İleri düzeyde iletişim ve müzakere becerileri	Satış temsilcileri, emlakçılar	27	26
	Kişiler arası beceriler ve empati	Danışmanlar, sosyal hizmet görevlileri, terapistler	30	21
	Liderlik ve yönetim	Yöneticiler, idareciler	33	27
	Girişimcilik ve inisiyatif alma	İş geliştirme, stratejistler	33	32
	Uyum sağlayabilme ve sürekli öğrenme	Acil müdahale görevlileri, programlamacılar	24	24
Teknolojik beceriler	Öğretme ve diğerlerini eğitebilme	Öğretmenler, eğitimciler, antrenörler	14	8
	Temel dijital beceriler	İdari işler asistanları, masaüstü yayıncıları	69	65
	İleri düzeyde IT becerileri ve programlama	Yazılım geliştirme, ağ yöneticileri	91	92
	İleri düzeyde veri analizi ve matematik becerileri	İstatistikçiler, operasyon araştırma analistleri	25	22
	Teknoloji tasarımı, mühendislik, bakım	Mühendisler, robotik uzmanları, ürün tasarımcıları	31	20
Bilimsel araştırma ve geliştirme	Bilim insanları	28	25	

Kaynak: MGI, Lost Jobs Gained Jobs, 2017'den aktaran GİF, 2019, s. 31.

Teorik olarak, otomasyon tüm ekonomiler için son derece yüksek faydalar sağlayabilir. Daha fazla GSYİH, daha yüksek üretkenlik ve tüketici deneyiminin daha fazla özelleştirilmesi. Ancak, otomasyon gerek firma, gerek işgücü gerekse ekonominin bütünü için bir takım olumsuz gelişmeleri ortaya çıkarma potansiyeline de sahiptir. Söz konusu olumsuzluklara örnek olarak, belki de en önemlisi, makinelerin insanın yerine geçmesi ve firmaların işleri otomasyona devretmeleri nedeniyle ortaya çıkabilecek olan işsizlik gösterilebilir. İkincisi ise, otomasyonda kullanılan teknolojiler her gün geliştirilse de, hala teknik bir takım sınırlılıklarla karşı karşıyadır. Otomasyonun teknik sınırları bu anlamda bazı işlerin hala insanlar tarafından yapılmasını sağlamaktadır. Üçüncüsü otomasyon sistemlerinin, siber saldırılara açık olması ki bu anlamda otomasyon sürecine güvenlik tehdidi konusu

her zaman söz konusu olacaktır. Ayrıca bir prosedürü otomasyona tabi tutmak büyük yatırım maliyetleri gerektirmesi, işgücü piyasasında eşitsizliği arttırması ve başarılı firmaların tekel gücünü arttırması otomasyonun maliyetleri arasında sıralanabilir (Pettinger, 2019).

2.5 Dijitalleşme

Dijitalleşme¹ Gartner'in (2020) enformasyon teknolojileri sözlüğünde sayısallaştırma "analogdan dijitale geçiş sürecidir" şeklinde tanımlanmıştır. Bu bağlamda sayısallaştırma, temelde analog bilgilerin ikili bir biçime kodlanması sürecini yani fiziksel nesnelere veya niteliklerin dijital bir temsilini oluşturmayı ifade eder. Dolayısıyla sayısallaştırma, dijital olmayan bir şeyi dijital bir temsile veya yapıya dönüştürülmesi ile ilgilidir. Kandemir (2020: 6) tarafından ifade edildiği üzere sayısallaştırma ile elde edilen dijital veriler, herhangi bir bozulma olmadan, çok yüksek hızlarda ve düşük bir maliyetle işlenebilir, depolanabilir, filtrelenebilir, izlenebilir, çoğaltılabilir, iletilebilir ve ayrıca sonsuz defa kullanılabilir. Bu, fiziksel dünya ile yazılım arasındaki bağlantıdır. Bu süreç, veri kullanımı nedeniyle iş değeri sağlayan tüm süreçler için bir temeldir/kolaylaştırıcıdır. İnternet ise tüm bu faaliyetlerin küresel bağlamda gerçekleşmesini sağlayan bağlantılara izin vermektedir.

Sayısallaştırma ile yakından ilişkili bazen de birbiri yerine geçer şekilde kullanılan bir başka kavram ise dijitalleşmedir. Ancak söz konusu iki kavram birbirinden oldukça farklıdır. Sayısallaştırma dijitalleşmenin çerçevesidir (Rachinger vd., 2018: 1444). Sayısallaştırmanın aksine dijitalleşmenin tek ve net bir tanımı yoktur (Bloomberg, 2018). Gartner'ın (2020) enformasyon teknolojileri sözlüğünde, dijitalleşme "bir iş modelini değiştirmek ve yeni gelir ve değer üretme fırsatları sağlamak için dijital teknolojilerin kullanılmasıdır; dijital bir işletmeye geçiş sürecidir" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu anlamda dijitalleşme, dijital sayısallaştırılmış verileri kullanarak süreçleri etkinleştirmek ve iyileştirmek anlamına gelmektedir.

¹ Söz konusu kavram, bazen otomasyon ile birbirinin yerine de kullanılmaktadır. Otomasyon, bir önceki bölüm de de açıklandığı üzere, görevlerin periyodik müdahale olmaksızın otomatik olarak yürütülmesidir. Dijitalleşme ise analog bilginin diğerlerinin yanı sıra metinlere, fotoğraflara ve seslere dönüştürülmesi suretiyle sayısal bilgilerin kullanılması, depolanması ve aktarılmasıdır.

Dijitalleşme ile beraber kullanılan çoğu zaman da bir biri yerine kullanılan bir başka kavram ise dijital dönüşümdür. Söz konusu kavramlar birbiri yerine kullanılmakla beraber bunu yapmak bazen anlam ve yorum karışıklığına neden olabilmektedir. Sayısallaştırma ve dijitalleşme temelde teknoloji ile ilgiliyken, dijital dönüşüm Rachinger vd., (2018: 1444) tarafından ekonomileri, kurumları ve toplumu sistem düzeyinde yeniden yapılandırmak için kullanılan süreç olarak tanımlanmaktadır.

Dijitalleşme ve daha sonra dijital dönüşüm, kurumsal dünyadaki değişimlerin itici gücüdür, çünkü bir bütün olarak toplum için etkileri olan internete dayalı yeni teknolojiler oluştururlar Rachinger vd., (2018: 1445). Bu bağlamda dijital dönüşüm, bir teknolojiyi değil, ekonomiye, kurumlara ve topluma yönelik yeni bir yaklaşımı tanımlamaktadır. Bu yaklaşımın “yapay zeka, akıllı robot, akıllı sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri, 3D yazıcılar, zenginleştirilmiş gerçeklik gibi bilgi ve iletişim teknolojilerinin sunduğu fırsatlardan yararlanarak, fiziksel dünya gerçekleriyle siber dünyanın yetenekleri ve gücünü birleştiren siber-fiziksel sistemlerin kurulumu şeklinde teknolojik bir geçiş ve üretimin tamamen sayısallaşması şeklinde uygulamaya geçmesi beklenmektedir” (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018: 6).

Bugünün işgücü piyasası geçmişe nazaran çok daha hızlı ve çok daha derin ölçüde değişmektedir. İçinde bulunduğumuz dönemde pek çok şirket dijital dönüşüm yarışında en azından geri kalmamak ve nihayetinde rakiplerine karşı üstünlük sağlamak için bu alanda çalışacak işgücü istihdam etmektedirler. Bu bağlamda, İngiltere’de her 10 şirketten 8’i dijital dönüşüme yönelik işgücü istihdam etmektedir (Manpower Group, 2016’dan T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018: 7). Dördüncü büyük sanayi dönüşümü ile başlayan bu dijital çağda bilgi, bilgisayarlar ve akıllı sistemler üretim sürecinin tüm aşamalarında yerini almaya başlamıştır (Ghailani, 2018’den aktaran Keskin, 2018). Sanayide dijitalleşme ABD’de Smart Manufacturing, Almanya’da Industrie 4.0 olarak nitelenmiştir (Sabancı Üniversitesi, 2017: 5).²

2.6 Teknoloji-İş-Emek İlişkisi: Teknolojik İşsizlik

Teknoloji kavramı çok farklı şekillerde tanımlanabilir. Teknoloji bir çıktının elde edilebilmesi için gerekli bilgi, organizasyon ve tekniklerin tamamı olarak ifade

² WEF tarafından yapılan bir analizde, yalnızca otomotiv, tüketim, elektrik ve lojistik sektörlerinin kümülatif olarak 2025’te dijitalleştirilmesinden, toplum ve endüstri için potansiyel değerinin 20 trilyon ABD dolarından daha yüksek olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Konu ile ilgili olarak bkz WEF (2016).

edilebilir. Teknoloji aynı zamanda toplumun üretime ilişkin bilgi birikimi olarak tanımlanabilir (Kocabaş, 2010: 4). Teknolojiyi aynı zamanda üretken sermaye bileşimindeki işgücü tasarrufu sağlayacak gerçekleştirmeler olarak da tanımlamak mümkündür.

İş kavramı ise Türk Dil Kurumu (TDK)'na ilişkin internet sayfasındaki güncel Türkçe sözlüğünde “ bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi” olarak tanımlanmaktadır.

Emek kavramı ise OECD tarafından “aktivite, bir süreçtir, yani belirli bir ürün setiyle sonuçlanan eylemlerin birleşimidir” şeklinde tanımlanırken, TDK, internet sayfasındaki sözlüğünde “bir işin yapılması için harcanan beden ve kafa gücü, mesai, zahmet” ve “insanın bilinçli olarak belirli bir amaca ulaşmak için giriştiği hem doğal ve toplumsal çerçevesini hem de kendisini değiştiren çalışma süreci” şeklinde tanımlanmıştır.

Teknoloji konusunda sıklıkla dile getirilen iki kavram da teknolojik değişim ve teknolojik yeniliktir. Teknolojik değişim kavramı üretim ile ilgili söz konusu bilginin artışı anlamına gelir. Teknolojik yenilik genel olarak firmaların araştırma ve geliştirmeye yaptıkları yatırımın ürünüdür (Kocabaş, 2010: 4).

Teknolojik gelişmelerin işgücü piyasası üzerindeki yansımaları çalışanlar, istihdam, işin ve emeğin niteliği, yeni çalışma türleri, önem kazanan/kaybeden beceriler, ortaya çıkan yüksek beceri sahibi emek gücü ihtiyacının eğitimi, sendikalar ve eşitsizlik gibi konularda kendini göstermektedir.

Teknolojinin iş kalitesi üzerindeki etkisi konusunda farklı görüşler vardır. Birinci görüşe göre; teknoloji, işin niteliğinde bir düşüşe yol açar, bu da işler arasında kutuplaşmaya yol açmaktadır. İkinci görüş ise; uzun vadede bu nitelik kaybının kazanca dönüştüğü yönündedir. Ancak diğer bir görüşe göre de sosyo-tekniik tercihler iş kalitesi üzerinde etkili olduğundan, işin niteliğini belirlemede teknoloji tek başına yeterli değildir. İşin kalitesini belirleyen faktörler, esas olarak kurumsal karar vericiler tarafından benimsenen stratejik yöntemlerin sonuçlarına bağlıdır (Tokol, 1999: 8).

Teknolojinin gelişmesi ve üretim süreçlerinde teknolojinin yoğun olarak kullanılmaya başlanması, emek yoğun üretimden teknoloji yoğun üretime geçilmesi

ile üretim süreçlerinde emeğe olan ihtiyaç azalmaktadır. Tarım sektöründe “mekanizasyon”, tarım dışı sektörlerde “otomasyon” olarak isimlendirilen gelişmeler sonucunda, insan emeğinin yerini makineler almaktadır. Üretim süreçlerinde yüksek teknolojilerin kullanılması sonucu emek faktörünün ikame edilmesi ile ortaya çıkan bu iktisadi soruna teknolojik işsizlik denilmektedir (Atar, 2014: 6). Teknolojik işsizlik 18. ve 19.yüzyılda sanayileşme ile ortaya çıkmıştır (Somel, 2014: 185).

Teknolojik gelişmeler neticesinde üretim sürecinde makine kullanımını arttıkça, bir birim çıktı elde edebilmek için daha az insan emeğine ihtiyaç duyulması sonucunu ortaya çıkarır. İnsan emeğinin istihdamının azalması ise bu anlamda teknolojik işsizlik olarak ifade edilmektedir.

İktisat yazınında teknoloji ve işgücü piyasası üzerine düşüncelerin Ricardo ile başladığı dile getirilmektedir. Ricardo üretim sürecine ilişkin olarak emek ile sermaye arasında ikame ilişkisi olduğuna dikkat çekmiştir. Ricardo, üretim sürecinde makine kullanımının, işleri ve dolayısıyla işçileri tamamen yok etmeyeceğini, kullanılan makinelerin çalıştırılması ve bakımı gibi faaliyetler için, işgücünün varlığının devam edeceğini ileri sürer (Ardor ve Varlık, 2009’dan aktaran Doğru ve Meçik, 2018: 1585).

Marx’ın söz konusu konuya yaklaşımı ise temelde teknolojinin emeğin verimliliğini artıracak ve bunun sonucunda malların ucuzlaması, emeğin çalışma süresinin azalması ve nihayetinde artı değer artacağı şeklindedir. Artı değer kavramı Marx’ta teknoloji ve emek ilişkisi arasındaki temel bağıdır. Bu bağlamda Marx’da esas olan, makineleşme ile birlikte emeğin verimliliğini artırmanın yolu, artı değeri artırmaktır (Doğru ve Meçik, 2018: 1586). Emeğin makine ile ikamesinin yanı sıra Marx’a göre, teknolojik ilerlemelerin diğer önemli bir boyutu ise, makineleşmenin işçi sınıfını işgücü piyasasından çekilmesine ve nihayetinde yedek işsizler ordusunda artış meydana getirecek olmasıdır (Bocutoğlu, 2012’dan aktaran Doğru ve Meçik, 2018: 1586).

Teknolojik işsizlik kavramını bugün kullandığımız anlamıyla ekonomi yazınına J. M. Keynes’in kazandırdığı kabul edilmektedir. Keynes (1930) tarafından teknolojik işsizlik şu şekilde tanımlanmaktadır:

“...bir hastalıktan muztaribiz, ...teknolojik işsizlik”

Keynes teknolojik işsizliği kötümser olarak ele almamış ve söz konusu işsizliğin uzun vadede ortadan kalkacağına inanmıştır. Keynes'in teknolojik işsizliğin geçici olduğu ile ilgili öngörülerini ise ilerleyen zamanla beraber tartışmalı hale gelmiştir (Sak, 2020).

Yeni üretim teknolojisi araştırmaları işgücü maliyetini düşürmeyi amaçlar bu da istihdamı azaltır. Teknolojik işsizliğin ortaya çıkabilmesi iki duruma bağlıdır. Birincisi makinelerin teknolojik gelişme nedeniyle verimliliğinin artması gerekmektedir. İkinci ise, üretimde sermaye ve emeğin birbirini ikame etmesidir. Söz konusu ikame olayı sanayi devrimi tarihi boyunca her şekilde var olmuştur. Buna karşılık emek ve sermaye arasındaki ikamenin düzey ve hızının dördüncü sanayi devrimi ile birlikte çok daha görünür hale gelerek büyük bir tedirginlik yarattığını söylemek mümkündür.

2.7 Teknolojinin İşler Üzerindeki Etkisi

Teknolojik gelişmeler, yeni iş olanakları meydana getirerek istihdamı doğrudan etkilerken aynı zamanda teknoloji kullanımına bağlı olarak meydana gelen istihdam kaymaları şeklinde de dolaylı olarak etkilemektedir. Diğer yandan üretim sürecinde kullanılan sermaye-emek oranlarını, insan tercihlerini ve davranışlarını da sürekli etkilemektedir (Varıcı, 2019: 23).

Teknolojik değişimin, istihdam üzerindeki etkisi genelde verimlilik üzerinden ele alınmakta olup yapılan ampirik çalışmalarda genellikle istihdam azaltıcı etkisi olduğu ileri sürülmektedir. Oysaki teknolojik değişim insan davranışlarını etkileyen, tercihleri sürekli değiştiren bir süreç olması nedeniyle istihdam üzerindeki etkisinin de değişiklik göstermesi beklenmektedir.

Teknolojik değişim ile istihdam arasındaki ilişkiyi ele alan literatür incelendiğinde birçok farklı görüş yer almasına karşın genel anlamda bir çok yaklaşımı iyimser, kötümser ve dengeleyici yaklaşım olmak üzere üç başlıkta ele almak mümkündür (Orhan ve Savuk, 2014: 16). Genel itibariyle iyimser yaklaşım teknolojik dönüşümün bir yaratıcı yıkım süreci olduğunu, bu sürecin uzun vadede eski meslekleri ortadan kaldırırken yeni meslekler ve işler ortaya çıkaracağını ve makinelerin insanlarla tamamlayıcılık ilişkisi içinde üretimde yer alacağını savunurken; kötümser yaklaşım teknolojik gelişmelerin geldiği aşama ve eğilimler dikkate alındığında

işsiz/istihdamsız bir geleceğin bizleri beklediğini, otomasyon ve dijitalleşme ile birlikte makinelerin insan emeğini çoğunlukla ikâme edeceğini ileri sürmektedir.

2.7.1 İyimser yaklaşım: Yaratıcı yıkım

Yeni pazarların açılması ve zanaat atölyesinden fabrikaya geçiş, Schumpeter'in "Yaratıcı Yıkım" dediği bu süreç, ekonomik yapıyı içeriden sürekli olarak devrime uğratmak, eski olanı sürekli yıkmak ve aralıksız olarak yenilerini yaratmaktan ibarettir (Schumpeter, 1943'ten aktaran Atış, 2017: 33). Schumpeter'e göre, daha hızlı teknolojik değişim, becerilerin ve teknolojinin daha hızlı eskimesini, dolayısıyla emekte daha fazla eksilme ve daha yüksek arızı işsizliği de beraberinde getirmektedir (Postel-Vinay, Fabian, 2002'den Atış, 2017: 33). Yaratıcı yıkımın bugünkü dijitalleşme ve otomasyon düzeyi dikkate alındığında eriştiği hız, şiddet ve etkileri dikkate alındığında, neden olduğu işsizliğin Schumpeter'in iddia ettiği gibi arızı (geçici) işsizlik olup olmadığı tartışma konusudur.

İyimser yaklaşım, özünde teknolojinin sağladığı yeniliklere bağlı olarak üretim maliyetlerinin düşeceğini ve bunun da işletmelerin kâr oranlarını ve dolayısıyla uluslararası rekabet güçlerini iyi yönde etkileyeceğini ileri sürmektedir. Söz konusu yaklaşım kısa vadede verimliliğe bağlı olarak her ne kadar istihdamda geçici bir düşüş yaşansa da, işletmelerin rekabet gücündeki artış sonucunda yatırımların artacağını ve uzun vadede istihdamda artış sağlanacağını ileri sürer (Savuk, 2014: 86).

Sanayide ileri teknolojinin uygulanması belirli bir miktar işsizliğe yol açacaktır, ancak kaliteyi, standardı ve verimliliği artıracığından sonuçta mallara olan talebi artıracak, yeni pazarlar açacak ve iş imkânları oluşturacaktır. İyimser yaklaşıma göre ortaya çıkacak işsizlik, işgücünün başka alanlarda istihdam edilmesiyle ve yeni iş alanlarında eğitime ilişkin alınacak tedbirlerle önlenebilmektedir. Yani ileri teknolojinin uygulanmasıyla birlikte bu teknolojilerin yeni ürünler ve yeni iş imkânları oluşturacağı ve bu nedenle teknolojiden korkmamak gerektiği bu yaklaşımca ileri sürülmektedir (Yücel, 1997: 91).

Brynjolffson ve McAfee (2014), yaratıcı yıkımın bugün ulaştığı bu yeni düzeyi "İkinci Makine Çağı" olarak isimlendirmektedirler. Bu ismi vermelerinin nedeni olarak da; 18. yüzyıl sonlarında kas gücünün yerini buhar gücünün alması Sanayi Devrimini başlatmış ve insanlık Birinci Makine Çağı olarak isimlendirilen çağa

girmiştir. Bilgisayarlar ve dijital teknolojilerin insanın zihinsel gücünü ikâme etmesiyle birlikte, insanlık İkinci Makine Çağı'na girmiş ve daha önceki çağların sınırları aşılmış ve daha öncesiyle mukayese edilemeyecek bir dönem başlamıştır (Brynjolffson ve McAfee, 2014: 11-12).

Brynjolffson ve McAfee (2014), bugün dijital devrim ile başlayan İkinci Makine Çağı'nın neden olacağı problemlerin insanoğlu tarafından aşılabileceğini söylemektedirler. Bu bağlamda yapılması gereken makinelerle yarışmaktansa, makinelerle birlikte çalışma kapasite ve yöntemlerinin geliştirilmesi, bilişsel becerilerinin güçlendirilmesi ve yapay zekâ ile birlikte çalışmayı sağlayacak altyapıların oluşturulması ve güçlendirilmesidir.

2.7.2 Kötümser yaklaşım: İşlerin sonu

Teknolojik gelişmelere karşı direnç, sıklıkla gözlemlenen tarihsel bir olgudur. Ludizmden Yeni Ludizme uzanan süreçte, insan hayatında yıkıcı etkiler yaratan teknoloji karşıtlığına dayanan kötümser yaklaşım birinci sanayi devriminden beri vardır (Orhan ve Savuk, 2014: 14). Bu bağlamda teknolojik gelişmeyi kötümser olarak ele alan yaklaşım; makinelerin insan emeğini ikame edeceğini ve istihdamı olumsuz etkileyeceği düşüncesini savunmaktadır. Böyle düşünülmesinin en önemli nedeni de teknolojik gelişmenin vasıf gerektiren işgücü için istihdam alanları oluştururken, vasıfsız işgücü için iş kaybı anlamına geldiğinin kabulüdür. Söz konu teknolojik gelişme süreci, insan emeği tarafından yapılan işlerin büyük oranda akıllı makineler tarafından yapılır hale gelmesiyle işçilerin tamamının işten çıkarılması veya işçi sayısının azaltılması sonucunu doğurabilmektedir (Çetin, 2014: 53).

Yaratıcı yıkımı savunanların ileri sürdüğü bir takım olumlu görüşlere karşın, sanayi devrimi tarihi boyunca Ludizm ve türevi teknoloji karşıtı görüşlere sık sık rastlanmıştır. Bunların içinde Kacziynski (1996)'nin yeri önemlidir. Kacziynski dışında Rifkin (1995), teknoloji ve işsizlik ilişkisine dair kötümser yaklaşımın en önemli temsilcilerindedir. Rifkin'in temel öngörüsü, teknolojik gelişmelerin sunduğu imkânların işsiz bir geleceği inşa ettiği üzerinedir. Rifkin, makinelerle daha az kaynak ve emek kullanılarak daha fazla ürün üretme şeklindeki üretim modelinin yaygınlık kazanmış olduğunu ifade etmektedir.

2.7.3 Dengeleyici yaklaşım

Teknolojik gelişmelerin emek dolayısıyla istihdam üzerine etkileri konusunda iyimser ve kötümser yaklaşımların dışında, söz konusu iki görüşü dengelemeye çalışan bir dengeleyici yaklaşım da söz konusudur. Bu görüşü savunanlara göre, teknolojik gelişmenin etkisi bundan yararlanan insanların söz konusu teknolojik gelişmeyi kullanım amacına ve şekline dayalıdır. Dolayısıyla teknik ilerlemelerin mutlak surette tek yönlü bir ilişki ortaya çıkaracağını söylemek çok sağlıklı olmayacaktır. Teknolojik gelişmelere karşı iyi ve kötü yaklaşımları dengelemeye çalışanların yaklaşımına göre, yeni teknolojiler istihdamı sayı ve yapı olarak etkilemekle birlikte teknolojik değişimle istihdam arasında doğrudan ilişki kurmak kolay değildir. Söz konusu ilişki karmaşık ve dinamik olup, birçok değişkene bağlıdır. Ayrıca yeni teknolojilerin hayata geçirilmesi sonucunda meydana gelen değişikliklere karşı ekonominin sahip olduğu esnekliğin önemli olduğu görüşündedirler (Tokol, 2008: 8).





2.8 İşin Geleceği

İşin geleceği kavramsal olarak ilk defa Handy (1984) tarafından “The Future of Work” isimli çalışmasında kullanılmıştır (<http://business.inquirer.net>). Söz konusu kavram küreselleşme, teknolojik yenilikler, nüfus patlaması ve diğer trendlerin işgücü piyasasına ilişkin önemli değişiklikler ortaya çıkması sonucunda değişen ve gelişen dinamiklerin tamamını ele alan bir çatı kavramı ifade etmektedir. İşin geleceği kavramı, gelecekteki işler için gereksinim duyulan becerilerin belirlenmesi ve şekillendirilmesi, işlerin yapılışı, çalışılmayan durumlarda sağlanan destek ve bu sonuçların ne şekilde sonuçlandırılacağı hakkındaki temel sorunları ele almaktadır (OECD, Future of Work, 2019’dan aktaran Kandemir, 2020: 8).

Otomasyon, dijitalleşme vb. sosyal ve çevresel birçok trendin pek çok yeni işin ortaya çıkmasında ve pek çoğunun da yok olması yönünde etkili olacağı sıklıkla dile getirilmektedir. Bu bağlamda, işin geleceği; toplumların daha iyi bir gelecek yaratması, ekonomik güvenlik, fırsat eşitliği ve sosyal adalet sağlanması ile yakında ilişkili olduğundan, tüm toplumlar için bu dönüştürücü değişikliklerin sunduğu fırsatların yakalanması büyük önem taşımaktadır (ILO, Work for a Brighter Future, 2019’dan aktaran Kandemir, 2020: 9).




Birçok alanda ortaya çıkan gelişmeler, daha önce yaşanan gelişmelerle kıyaslandığında çok daha hızlı şekilde toplumlar tarafından üstesinden gelinme zorunda bırakmıştır. Bu anlamda işin geleceği, ortaya çıkacak yeni meslekler ile yok olması beklenen meslekleri icra eden ve edecek olan emeğin yarına hazır hale getirilmesi; çalışma koşullarında yeniliklere hazırlıklı olunmasını; değişimin faydasının en yükseğe çıkartılırken risklerin en aza indirilmesi temeline amaçlayan geniş bir alana yayılmaktadır (Schwarz, Hagel, Wooll, 2019'den aktaran Kandemir, 2020: 9).

Çizelge 2.2: Dijital Dönüşümde Başarılı Olmuş Şirket Örnekleri

Dünya'nın en büyük taksi şirketi.		Şirkete ait bir araç ya da filo yok.
Dünya'nın en büyük perakende şirketi.		Şirkete ait bir depo, stok ya da envanter yok.
Dünya'nın en büyük konaklama şirketi.		Şirkete ait bir emlak ofisi ya da gayrimenkul yok.
Dünya'nın en büyük medya şirketi.		Şirketin kendine ait bir medya içeriği yok.

Kaynak: Kürşad Kalkan, 2018, s. 61.

Çizelge 2.3: Dijital Dönüşümde Başarısız olmuş Şirket Örnekleri

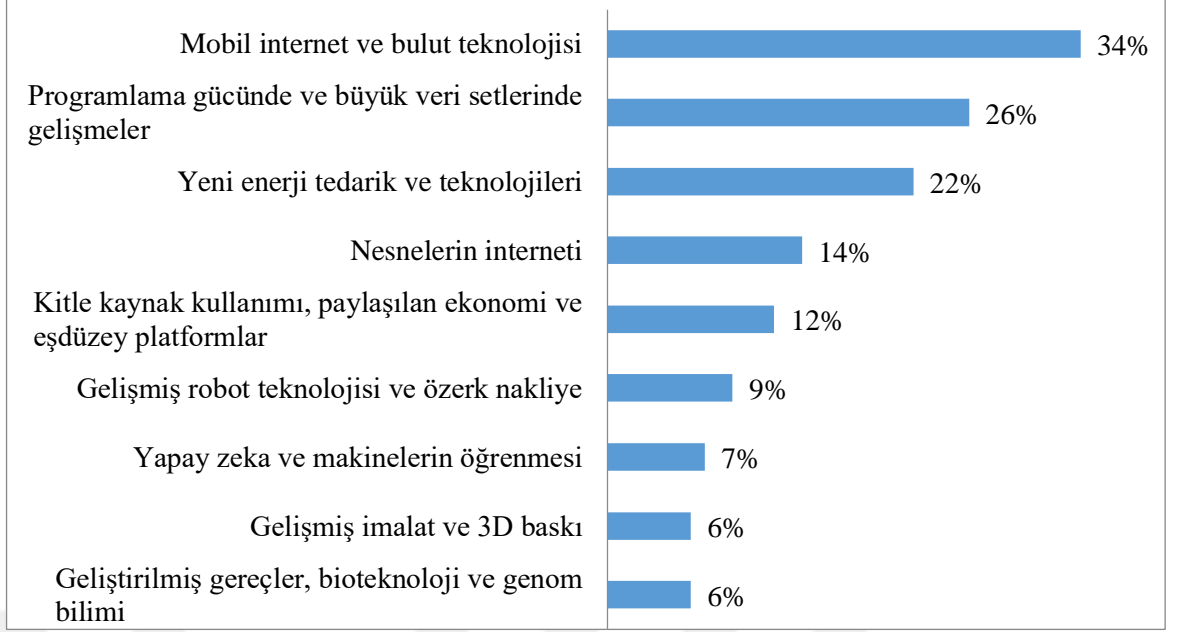
Dünya'nın en büyük video kiralama şirketi.		Çevrimiçi video, film ve dizi platformlarına karşı rekabet edilememiştir.
Dünya'nın en büyük fotoğraf şirketlerinden biriydi.		Dijital fotoğraf teknolojisine uyum sağlayamamıştır.
Dünya'nın en cep telefonu üreticilerin biriydi.		Dokunmatik ekran teknolojisinde müşteri taleplerini göz ardı etmiştir.

Kaynak: Kürşad Kalkan, 2018, s. 63.

Dünya'nın en büyük fotoğraf teknolojisi şirketi Kodak, en büyük video kiralama şirketi Blockbuster dijital dönüşüme uyum sağlamayarak pazar güçlerini kaybetmişlerdir. Buna karşın youtube Dünya'nın en büyük video veritabanına sahip olan şirket olarak öne çıkmaktadır. Uber ulaştırma şirketi olarak, Alibaba ve Amazon perakende şirketleri olarak, AirBnb konaklama şirketi olarak yeni ekonomik düzende hakim konuma gelmişlerdir. Uber'in kendisine ait araçları yoktur. Kişiler araçları ile bu sisteme katılıp yolcu taşımacılığı hizmeti vermektedir (Çizelge 2.2- 2.3).

İşlerin geleceği olası toplumsal etkileri nedeniyle uluslararası kurumların ilgisini çeken bir konudur. OECD'nin 2019 yılında hazırladığı rapora göre hali hazırda birçok iş alanında küresel bazda bir düşüş gözlenmektedir. Bu düşüş imalat sanayisi sektöründe oldukça belirgindir. 2019 yılında küresel bazda imalatta işler yüzde 20 azalmıştır. Hizmet sektörü iş kollarında ise yüzde 27 oranında artış sağlanmıştır. Bununla birlikte OECD tahminlerine göre yapılmakta olan işlerin yüzde 14'ü otomasyon tehdidi altındadır (OECD, 2019a: 25). Dünya Bankası (2016) raporuna göre gelişmekte olan ülkelerdeki işlerin üçte ikisi potansiyel otomasyon riskiyle karşı karşıyadır. Dünya Ekonomik Forumu (2018) araştırmasına göre şirketlerin yaklaşık yüzde 50'sinin 2022 yılına kadar tam zamanlı işgücünde azalmaya gideceği tespit edilmiştir.

İşlerin geleceğini etkileyen değişimlere ilişkin olarak Dünya Ekonomik Forumu (WEF, 2016) tarafından yayımlanan "İşlerin Geleceği" raporunda, bu değişimlere yönelik sebepler ortaya konulmuştur. İki temel başlıkta işin geleceğini etkileyen faktörler, değişime etki etme oranları ile birlikte açıklanmıştır. İki temel başlıktan birincisi demografik ve sosyo-ekonomik açıdan işin geleceğini etkileyen faktörler iken, ikinci temel başlık ise değişime sebep olan teknolojik etkenlerdir. Şekil 2.2'de bu faktörler, değişime etki oranları ile birlikte gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Değişimi Etkileyen Teknolojik Etkiler (Değişimi Etkileme Oranları Sıralamasıyla) (%)

Kaynak: WEF, İşlerin Geleceği Raporu 2016, s. 8.

Şekil 2.2’den de anlaşılacağı üzere teknolojinin farklı alanlarındaki gelişmeleri iş yapış şekillerinden, istihdam tiplerine ve istihdam için gerekli niteliklere kadar geniş bir aralıkta ve keskin bir şekilde işi ve işgücünü etkilemiş ve etkilemeye de devam etmektedir.

2.9 Mesleklere, Becerilere ve Görevlere İlişkin Yaklaşımlar

Yapay zeka, otomasyon ve dijitalleşme başlıkları altında sıklıkla ifade edilen teknolojik dönüşümlerin ve dolayısıyla Sanayi 4.0’ın, ekonomik ve sosyal etkilerine ilişkin tartışmalar temelde işgücü ve istihdam alanında kendisine karşılık bulmaktadır. Buna karşılık teknoloji ve işsizlik/istihdam arasındaki ilişkiyi tek yönlü olarak ele alması yapılan değerlendirmeleri eksik bırakmaktadır. Dolayısıyla teknolojinin hangi iş, meslek ve becerileri hangi koşullarda hangi yönde ve nasıl etkileyeceğine dair analitik bir çerçeve söz konusu karmaşık ilişkileri açıklamak açısından oldukça faydalıdır.

Autor’un (2003) yer aldığı bir grup akademisyenin geliştirdiği “görev modeli” ile ilişkili olarak Acemoğlu ve Autor’un (2011) sonradan ortaya koyduğu görev modeli yaklaşımı, teknolojinin istihdam üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde “meslek”, “beceri” ve “görev” kavramlarına dayanak insan emeğinin hangi alanlarda teknoloji

tarafından ikâme edileceği ve dolayısıyla hangi alanlarda tamamlanacağı hususunda faydalı bir çerçeve sunmaktadır.³

Meslek kavramı OECD İstatistik Terimleri Sözlüğü'nde "kişinin sınıflandırılması gereken sektör veya istihdam durumuna bakılmaksızın, istihdam edilen kişinin zaman referans süresi boyunca yaptığı işin türünü (veya kişi işsizse daha önce yapılan işin türünü) ifade eder" şeklinde anımsanırken, Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde "Belli bir eğitim ile kazanılan, sistemli bilgi ve becerilere dayalı insanlara yararlı mal üretmek, hizmet vermek ve karşılığında para kazanmak için yapılan, kuralları belirlenmiş iş" şeklinde ifade edilmektedir.

İş kavramı OECD İstatistik Terimleri Sözlüğü'nde "...bir kişi tarafından gerçekleştirilecek bir dizi görev ve faaliyet" olarak tanımlanırken, Türk Dil Kurumu sözlüğünde " bir sonuç elde etmek, herhangi bir şey ortaya koymak için güç harcayarak yapılan etkinlik, çalışma" olarak tanımlanmaktadır. Beceri kavramı ise TDK sözlüğünde "kişinin yatkınlık ve öğrenimine bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlanma yeteneği, maharet" olarak tanımlanırken Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi Yönetmeliği (TYYÇ, 2011: 2) göre ise "Bilgiyi uygulayabilme, problemleri çözebilme ve görevleri tamamlayabilme yeteneğidir. TYYÇ kapsamında beceriler, bilişsel (mantıksal, sezgisel ve yaratıcı düşünce) ve/veya uygulamalı (el becerisi ve yöntem, materyal, araç gereç kullanabilme) olarak tanımlanmaktadır. Görev kavramı ise Autor (2013) tarafından "...görev, ürün (mal ve hizmet) üreten birim çalışma faaliyetidir... beceri, bir çalışanın çeşitli görevleri yerine getirmek için yetenek stoğudur... işçiler ücret karşılığında becerilerini görevlere uygularlar" şeklinde açıklanmıştır.

Uzmanlaşmanın büyük önem kazandığı ve insana ait pek çok becerinin makinelerle ikâme edilebildiği dördüncü sanayi devriminde, meslek kavramına ilişkin yeterlilik çerçevelerinden ziyade, beceri gibi daha dar ve farklı görev alanlarının görevlerle eşleşmeleri önem kazanmaktadır. Dolayısıyla, beceri kavramına ilişkin tanımlama ve sınıflandırmalar son derece önemlidir.⁴ Beceriye ilişkin sınıflamalar teknolojik

³ Autor, David ve Levy, Frank&Murnane, Richard, J.; "The Skill Content of Recent Technological Change: An Emirical Exploration", The Quarterly Journal of Economics, Kasım 2003, <https://economics.mit.edu/files/581>; Acemoğlu, Daron & Autor, David; "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", Handbook of Labor Economics, Volume 4b, 2011, s.1075.

⁴ Becerilere dair çeşitli sınıflandırmalar mevcuttur. Bunlardan bir tanesi ABD meslek bilgi ağı olan O*Net dir.

işsizliğin hangi becerilerini tamamlayacağını hangilerini ikame edeceğini sorusunu cevaplama son derece faydalı bir çerçeveye sunmaktadır (Atış, 2017: 45).

Autor (2007) görevleri rutin, soyut ve manuel olarak üçe ayırmıştır (Atış, 2017: 45-46). Çizelge 2.4’de görüleceği gibi, mesleklerin görev içerikleri ve bu görevlerin türleri, söz konusu görev kategorilerinde otomasyon imkânlarını belirleyici niteliktedir. Buna göre kural temelli, tekrarlayan ve prosedürel görevler barındıran bir meslekte bilgisayarlar insan emeğini doğrudan ikame edebilirken, soyut problem çözme ve zihinsel esneklik gerektiren soyut görevler barındıran meslekler için otomasyon tamamlayıcı niteliktedir.

Çizelge 2.4: Görev Modelinde Bilgisayarlı Otomasyonun Üç Ana Görev Kategorisine Etkileri

Görev Tanımı	Örnek Meslek	Bilgisayarlı Otomasyonun Potansiyel Etkisi
Rutin Görevler Kural Temelli Tekrarlayan Prosedürel	Muhasebeci Üretim bandı çalışanı	Doğrudan ikame
Soyut Görevler Soyut problem çözme Zihinsel esneklik	Bilim adamı Avukat Yönetici Doktor	Tamamlayıcılık
Manuel (el emeği) Görevler Çevresel uyum sağlayabilme Kişilerarası uyum sağlayabilme	Kamyon Şoförü Güvenlik görevlisi Garson Hizmetçi	Sınırlı tamamlayıcılık veya ikame

Kaynak: Author, D. (2007) aktaran CEDEFOP, 2011, s. 18.

Autor’un görev modelinde ortaya çıkan iki temel sonuç aşağıdaki gibidir (Atış, 2016: 46-47):

1. Bilgisayarlar açık kuralları takip ederek yerine getirilebilecek bilişsel ve manuel görevler icra eden işçileri ikame eder.
2. Bilgisayarlar rutin olmayan, problem çözme ve karmaşık iletişim görevlerini icra eden işçileri ise tamamlar.

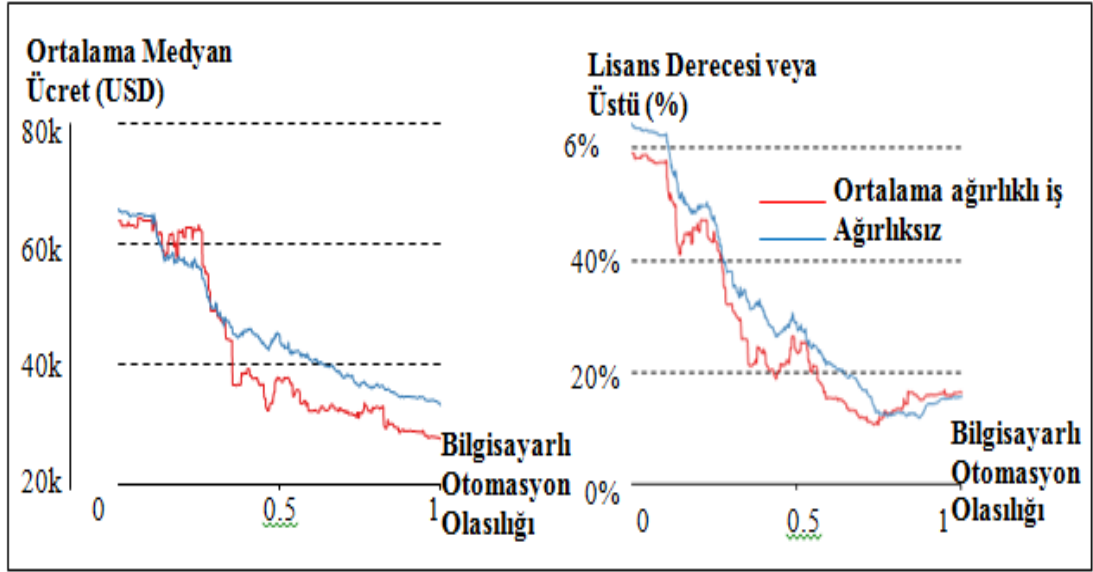
Sonuç olarak “makinelere birçok mesleğin tamamını değil, ancak bu meslekleri teşkil eden görevleri ikame edebileceği sonucuna varılabilir” (Atış, 2017: 48).

Teknolojik yeniliklerin meslekleri, görevleri otomasyona uğratması ile ilgili olarak yapılan Frey ve Osborne’un 2013 yılında yayınlanan “*The Future Of Employment:*

How Susceptible Are Jobs To Computerisation?” isimli çalışması büyük ses getirmiş ve kendinden sonraki birçok çalışmaya da gerek öngörülerini gerekse eksiklikleri ile yön vermiştir.

Frey ve Osborne (2013) çalışmalarında, ABD Çalışma Bakanlığı için geliştirilen O*Net veri tabanını kullanılmıştır. O *Net'in özelliği, içindeki her mesleğin, her meslek için 0-100 önem derecesiyle ve bu mesleklerle ilgili küresel düzeyde ayrıntılı bir dizi bilgi, beceri, yetenek vb. özellikleri içermesidir. Örneğin, *sosyal algılama* becerisi psikiyatristler için önem derecesi 88 ve küresel düzeyde 77'dir. Dereceler, O*Net katılımcıları tarafından yürütülen uzman analizine dayanmaktadır.

Frey ve Osborne (2013) makine öğrenimi ve mobil robotik alanındaki gelişmeleri dikkate alarak, meslekleri bilgisayara geçişe duyarlılıklarına dayalı bir metodoloji uyguladıkları çalışmalarında, ABD işgücü piyasasındaki 702 mesleğin bilgisayarlaşma olasılığını tahmin etmişlerdir. Frey ve Osborne (2013) bu amaç için öncelikle 702 mesleğin tümü yerine, sübjektif olarak 1 (otomasyona oldukça duyarlı) ve 0 (otomatikleştirilemez) olarak etiketlediği 70 mesleği seçmiştir. Değişken olarak 9 beceri ve 70 etiketli mesleğe sahip olan Frey ve Osborne, bu veri setini 702 mesleklerin geri kalanı için otomasyon riskini tahmin edebilecek bir sınıflandırıcı makine öğrenimi modeli oluşturmak için kullanmıştır. Frey ve Osborne'un elde ettikleri sonuçlar, otomasyonun daha çok düşük beceri gerektiren ve düşük ücret vadeden meslekleri ortadan kaldıracağı ve bu kişilerin işgücü piyasasında makinelerle yarışabilmek için sosyal beceriler ve yaratıcılık becerileri edinmeye mecbur olacaklarını iddia etmektedir. Modelde aynı zamanda Şekil 2.3'de görüldüğü üzere yüksek beceri gerektiren ve yüksek ücret vadeden mesleklerin otomasyona en az meyilli olan meslekler olduğu sonucudur.



Şekil 2.3: Bilgisayarlı Otomasyon Olasılığının Bir Fonksiyonu Olarak Ücret ve Eğitim Düzeyi (%)

Kaynak: Frey ve Osborne, 2013, s. 45.

Frey ve Osborne (2013) tarafından elde edilen sonuçlar pek çok tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Üzerinde tartışılan konu çalışmanın metodolojisi ve elde edilen sonuçların yüksekliği olmuştur. Frey ve Osborne (2013) sonuçlarına alternatif olarak sunulan çalışmalardan biri ise, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü olarak isimlendirilen OECD’de Melanie Arntz, Terry Gregory ve Ulrich Zierahn isimli araştırmacılar tarafından yayınlanmıştır. Arntz, Gregory ve Zierahn (2016) O*Net’in sağladığı meslekler için ortalama görev yapılarına odaklanmak yerine, Uluslararası Yetişkin Yeterlilikleri Değerlendirmesi (PIAAC) tarafından alınan bireysel düzeydeki verileri dikkate almışlardır. Bu veritabanı, bireysel çalışanların anket sonuçlarından oluşur ve bu nedenle becerilerin, yetkinliklerin ve görevlerin birçok özelliğini içinde barındırmaktadır. Bir başka ifadeyle, PIAAC veri tabanı her meslek içinde farklı görevlere sahipken, Frey ve Osborne’ün kullandığı O*Net veri tabanı her meslek için ortalama görev yapısı sağlamaktadır. Bu bağlamda, Arntz, Gregory ve Zierahn’ın yaklaşımı görev temelli Frey ve Osborn’ün yaklaşımı *meslek temelli* olarak adlandırılmaktadır.

3. TEKNOLOJİK GELİŞME VE DÜNYANIN GEÇİRDİĞİ ÜÇ BÜYÜK DEVRİM

Üretim, mal ve hizmet arzının ortaya çıkarılma sürecidir. Tarih boyunca teknolojik değişimlerin de etkisiyle üretim sürecinde paradigma değişimleri gözlenmiş; bu da başta emek piyasası olmak üzere hem ekonomik aktivitelerin şekillenmesinde hem de toplum yapısının ve hatta devlet yönetim sistemlerinin değişmesine yol açmıştır. Üretimin gelişmesiyle meydana gelen mal yahut hizmetin fiyatlandırılabilmesi ve bunun sonucunda toplum içerisinde etkin olan ticari ilişkilerin en önemli öznesi olması sebebiyle üretim; ekonomik, politik ve toplumsal olarak insanlık tarihinde önemli bir konuma sahip olmuştur. Tarımla birlikte başlayan insanlığın devamı ve refahı için en önemli eylem olma özelliğini kazanan üretim, zaman içerisinde oluşan bilgi birikiminin yükselmesi ve ihtiyaçların artmasıyla birlikte pek çok farklı şekilde ortaya çıkarak önemini sürdürmektedir (Barker, 2006). Çalışmanın bu bölümünde insanlık tarihinin en önemli devrimleri arasında gösterilen tarım ve sanayi devrimleri ile günümüzdeki Sanayi 4.0 devrimi karşılaştırılacaktır.

3.1 Tarım Öncesi ve Tarım Döneminde Üretim

Üretim, yaklaşık olarak milattan önce 10.000 yılına uzanan bir geçmişe sahiptir. Bu eski dönemde, avcılık ve toplayıcılık faaliyetleri insanların hayatta kalma faaliyetlerinin temelinde yer almamıştır. Paleolitik (taş devri) dönem olarak adlandırılan bu çağda temel yaşam faaliyetlerinin sürdürülmesi için kullanılan araçlar barınma, yiyecekleri ısıtma, avcılık gibi üretilen nesnelere ilk örneklerini oluşturmaktadır. Genellikle çakmaktaşı, mağaralara kemik ve ağaçlardan elde edilen araçlardan çizilen resimler insan üretiminin ilk örnekleri arasında yer almaktadır. Metal malzemelerin eritilmesinde yeni bir dönem olan Tunç Çağı'nda, bronz kullanılarak metal içeren aletler yapılmaya başlanmıştır. Bu dönemden sonra demir aletlerin kullanılmasıyla Demir Çağı başlamıştır (Yazıcı, 2010).

Tarım öncesi dönem olan taş, tunç ve demir çağları insanlık tarihi için alet üretimi ve kullanımının keşfedildiği dönemler olması nedeniyle önemli bir temel olmaktadır

(Britannica Ansiklopedisi, tarih yok). Tarım devrimine kadar süren bu dönemde kullanılan aletlerin geliştirilmesi ve hayvanların evcilleştirilmesi, tarıma geçişi hızlandırdı ve yerleşik bir yaşam tarzına geçişi teşvik etmiştir. İş birliği sonucu oluşan topluluk halinde yaşam, tarım devrimini hazırlayan sosyal temelleri oluşturmuştur. İşbirliğinin gelişmesi üretim için uygun koşulları hazırlamıştır. İşbirliğinin gelişimi aynı zamanda işbölümünü de beraberinde getirmiştir (Şenel, 2006).

Milattan önce yaklaşık 8000 yılında insanoğlu, toplayıcılıktan toprağı işlemeye başladığında, topraktan çeşitli ürünler elde etmeye başlamış ve ondan gelen bu kazanımın keşfi sonrasında dünya tarihinde insanların tarıma geçmesi, yerleşik hayata geçmesini de getirmiştir. Tarım Devrimi ile toprak zenginliğin başlıca unsuru olmuştur. İlk önce, yabani otların toplanmasına dayansa da M.Ö. 6000-5000 yılları arasında çiftçilik, temel besin sağlanması ihtiyacı haline gelmiş, arpa, buğday gibi tahılların üretimine de başlanmıştır. Tarım Devrimi ile birlikte toprak en önemli üretim faktörü haline gelmiştir. Emegın (kas gücü) önemi de önceki dönemlere göre artmıştır. Toprak ve kas gücü bu devirde başlıca üretim araçları olmuştur. Tarım faaliyetinin insanları belli bir coğrafyada daha fazla insanın kasabalarda ve köylerde toplanmasını sağlamıştır.

Tarım öncesi dönemde avcı toplayıcı topluluklar günübirlik yaşırlardı. Buldukları yiyecekleri t keter, nadiren geleceği d ş n rlerd . Tarım ekonomisi mevsimsel bir üretim döngüsüne dayalıydı ve bu döngü de uzun ekip-biçme aylarını takip eden kısa bir hasat dönemiydi. Tarımın h kim ekonomik faaliyet haline gelmesiyle birlikte göçebe yaşıyan insanlar azalarak yerleşik hayata geçtiler. Böylelikle yerleşik hayatla birlikte hava koşullarına dayanıklı evlerin inşası yapılmaya olanak sağlamıştır. Tarım devriminden önce ortaya çıkan bir başka sosyal olay değiş tokuş ve ticarettir. İlk değiş-tokuşun ortaya çıkışı M.Ö. 35000-10000 yılları arası döneme rast gelmektedir. Tarım devrimi dünyasındaki insan nüfusunun çok büyük bir kısmını, zaman içinde avcılık-toplayıcılıktan koparıp tarımcı ve hayvan yetiştiricisi topluluklar haline getirmiştir. Kurulan bu yeni ekonomik düzenle birlikte öncelikle insan nüfusunda artış, sonrasında ticari ilişkilere yoğunlaşma meydana gelmiştir (Yazıcı, 2010). Ticaretin gelişimi yazının, hesaplamanın yani matematiğin ortaya çıkışına neden olmuştur. Her iki gelişme de ticarete alınanların verilenlerin yani değiş tokuşun kaydını tutma ihtiyacının sonucu olmuştur (Eğilmez, 2018: 25).

Ticari faaliyetlerin gelişimi de tarım devrimi ile başlamıştır. Tarım devriminde üretilen gıda her kuşakta daha çok insan arasında bölüşülüyordu. Bunun sonucu olarak krallıklar oluştu ve ticaret gelişti. Bu dönemde insanlar, tükettiklerinden daha fazlasını üreterek her kuşakta daha çok insan arasında değişim yapılmasının önünü açmışlardır. Böylece insan toplulukları üretim fazlası yaratmayı başardı ve fazlanın bölüşümü sonucu yerleşik yaşam tarzını iyice güçlendirmiş ve korunma ihtiyacıyla sınıflı toplumlar ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bugünkünden farklı olsa da devlet mantığının temelleri oluşmuştur. Teknolojik gelişmelerden bir diğeri, taş araçlara olan uzun insan bağımlılığının sona erdiğine işaret eden metallerin kullanılmasıydı. Metallerle ilk temas eden insanlar, demir ve bakır gibi metallerin teknolojinin ilk adımlarını oluşturacak biçimde geliştirilmesi, ekonomik kurumların oluşmasına yol açmıştır. Toplumdaki iş bölümü; zanaatkârlar, ticaret yapanlar, tarımsal üretim yapanlar, askerler gibi temel mesleklerin belirmeye başlaması bu dönemde olmuştur (Güran, 2004).

3.2 Tarım Toplumundan Sanayi Toplumuna Geçiş

Toplumların yerleşik düzene geçmesiyle birlikte 18'inci yılların ikinci yarısına kadar geleneksel ve mekanik kuvvete dayalı ekonomik faaliyetlerin gelişme hızı ilerlemiştir. Toplumun ihtiyaçlarının giderilmesi için tarımda kullanılan basit el aletlerinin icadı gerçekleştirilmiş; zaman içinde artan üretim faaliyetleri doğrultusunda ürün çeşitliliği ve üretim gelişmiş ve tarihsel süreç içerisinde birinci sanayi devrimi ile sonuçlanmıştır (Günay, 2002: 8).

İlk tarım faaliyetlerden yaklaşık 10 bin yıl sonra insan topluluklarının hayatını ve doğayı köklü bir şekilde değiştiren bir dizi teknolojik gelişme görüldü. Tarihteki ilk büyük devrim olan tarım devriminde ilk büyük nüfus artışının yaşandığı ve teknolojinin temellerinin atıldığı bu dönemde iş bölümü ile çalışma hayatının temelleri atılmıştır. Mevcut işgücünün ağırlıklı olarak köle ve serflerden oluşması, sistematik bir işgücü biçiminin olmadığını gösterse de 1768'de buhar makinesinin bulunması ile birlikte sanayi devriminin ilk adımlarının ortaya çıkması kurumsal çalışma hayatının temellerinin oluşmasını sağlamıştır (Ören ve Yüksel, 2012: 45).

3.3 Sanayi Devrimi

Buhar Makinesi ve demiryolu, sanayi devriminin toplumsal ve ekonomik yaşamda ortaya çıkardığı büyük değişimin bir nevi başlatıcısı olmuştur. Bu tarihe kadar geleneksel yöntemlere ve beden gücüne dayalı olan üretim makineleşmeye dönmeye başlamıştır. Bu durum çok sayıda kişinin toprak işçiliğini bırakarak atölyelerde ya da fabrikalarda çalışmasına zemin hazırlamıştır. Çelik üretiminin ekonomik olarak daha verimli hale gelmesi ve kalitesinin artması, sanayi devriminin en önemli başlatıcı faktörlerinden birisi olmuştur. Elektrik ve elektroniğin yaygın şekilde kullanılmaya başlaması ise sanayi devriminin bir diğer aşaması olarak görülmüştür. Günümüzde ise iletkenlerle ilgili teknolojinin gelişmesi, internetin yaygınlaşması ve hızlanması ile nesnelere interneti de denilen yeni bir döneme girilmiş ve bu da sanayi devriminin en güncel aşaması olarak tanımlanmıştır.

Üretimde ve toplumda tarihi devrim niteliğinde pek çok değişimin temelleri birinci sanayi devrimi döneminde atılmıştır. Birinci sanayi devrimini makineleşme ile başlayan, ikinci sanayi devrimini otomasyonun ortaya çıkması olarak isimlendirilen, üçüncü sanayi devrimini iletişim teknolojilerinin ortaya çıkması ve son olarak dijitalleşme ile dördüncü sanayi devrimi takip etmiştir (Ören ve Yüksel, 2012: 50). Çizelge 3.1’de tarih boyunca genel amaçlı teknolojilerin kronolojik bir dökümü verilmiştir.

3.3.1 Sanayi 1.0

Birinci Sanayi Devrimi 18. yüzyılın son çeyreğinde İngiltere’de ortaya çıkmıştır. 1784’te ilk mekanik dokuma tezgâhının icadı mekanik üretim tesislerinde su ve buhar gücüyle üretimine geçilmesi olayı ile başlamıştır (Ege, 2014: 4).

Bu dönüşümle birlikte sanayi el işçiliğinden makine ve buhar kullanımına geçmiştir. Birinci sanayi devrimi ile insanoğlu için yepyeni bir çağı başlamasına ve tarım toplumunun sanayi toplumuna dönüşmesi sağlamıştır. Bu tarihsel süreç dünyadaki nüfusun tarım devriminde olduğu gibi nüfusun yükselmesine ve artan nüfusun yeni işgücünün tarımsal faaliyetlerden endüstriyel faaliyetlere kaymasına neden olmuştur. Böylece bu durum yeni bir sosyo-ekonomik düzenin oluşmasına neden olmuştur (Torun, 2003: 181-196).

Sanayi devrimi, otoriteler tarafından mikro ve makro düzeyde ele alındığı görülmektedir. Üretimin mikro düzeyde sanayileşmesi, ulusal ekonominin bu bölümünü işlemek için üretim makinelerinin kullanılması olarak görülebilir. Ancak makro düzeyde incelendiğinde sanayi devrimi, ülkelerin ekonomik, sosyal ve politik alanda geçirdiği değişimleri de temsil edebilir. Sanayileşme olgusunun iş, yaşam, bilim ve teknoloji ile mütakabiliyet temelinde ayrılmaz bir ilişkisi vardır (Özdemir Ş., 2014).

Çizelge 3.1 : Tarih Boyunca Genel Amaçlı Teknolojiler

Genel Amaçlı Teknolojiler	Tarihsel Dönem
Bitkilerin Evcilleştirilmesi	M.Ö 9000 - 8000
Hayvanların Evcilleştirilmesi	M.Ö 8500 - 7500
Metalin Eritilmesi	M.Ö 8000 - 7000
Tekerliğin İcadı	M.Ö 4000 - 3000
Yazının Bulunması	M.Ö 3400 - 3200
Demir	M.Ö 1200
Mekanik Makara	M.Ö 500
Su Çarkı	6. Yüzyıl - 10.Yüzyıl
Saban	8. Yüzyıl
Yelkenli Gemi	15. Yüzyıl
Buhar Makinesi	18. Yüzyıl Sonu - 19.Yüzyıl Başı
Demiryolu	19. Yüzyıl Ortası
Buharlı Gemi	19. Yüzyıl Ortası
İçten Yanmalı Motor	19. Yüzyıl Sonu
Çelik	19. Yüzyıl Sonu
Elektrik	19. Yüzyıl Sonu
Motorlu Taşıt	20. Yüzyıl Başı
Bilgisayar ve Yarı İletkenler	20. Yüzyıl Ortası
İnternet	20. Yüzyıl Sonu

Kaynak: Peter Marsh, The new industrial revolution: Consumers, globalization and the end of mass production, 2013, s. 221'den aktaran Mustafa Remzi Sercan, 2019, s. 5.

Birinci Sanayi Devrimi 18. yüzyılda İngiltere'de başlamış ve tüm mikro ve makro ölçekler tamamen dönüştürülmüştür. 1764-1782 James Watt'ın seri üretim için buhar motorlarını geliştirmesi, tarihin bir çağını başlatmıştır. Öncesinde insan ya da hayvan gücü kullanılarak ve küçük atölyelerde basit aletler kullanılarak yapılan üretim; fabrikalarda endüstri el işçiliğinden makine ve buhar kullanımına geçmiştir. 18. yüzyılın ikinci yarısında geliştirilen daha sofistike üretim araçları, buhar makinesinin de etkisiyle üretime katkı sağlamıştır (Özdemir Ş., 2014).

Birinci sanayi devrimi, sadece ekonomik alanda gerçekleşmemiştir. Ayrıca bu önemli gelişme sosyal değişim ile bağlantılı olarak iktisat, sosyoloji, psikoloji, işletme birçok bilim dalının doğmasına, düşünsel ve felsefi alt yapısının da doğmasını sağlamıştır. Üretimin getirdiği yaşam biçimi toplumun sosyolojik yapısında köklü değişim ve dönüşümlere yol açtı. Geniş aile tipinden çekirdek aileye dönüştü. Fabrikada uygulanan düzen insan yaşamının tüm alanlarını etkiledi. Eğitim kurumlarının düzeni aile şirketlerinin büyük firmalara dönüşmesine, küçük atölyelerin fabrikalar ile el değiştirmesine bireyleri daha küçük aile birimlerinden daha rasyonel ve benmerkezci bir düşünce yapısına itmiştir.

Birinci sanayi devriminin kentlerde yarattığı dönüşüm sanayi bölgeleri etrafında kurulan yerlerde insan hareketliliğinin artmasına yol açtı ve dinamizm ele alındığında büyük nüfus artışları sonucunda kırsalda yaşayan, tarım ve hayvancılık yapan nüfusun şehirlere göç etmeye başlamıştır. Kentlerde meydana gelen yığılma sonucunda ise yaşam ortamı giderek daha zor ve kötü bir hal almış nüfusun istihdam edilmesi ve işsizlik sorununu beraberinde getirmiş ancak bunun yanı sıra fiyatlarda düşüş ve ulaşım koşullarında iyileşmenin meydana geldiği de gözlenebilmiştir. Ayrıca sanayi bölgelerinde ortaya çıkan gettolaşma olgusu modern kentin yapısının oluştuğu bu dönemde rastlamak mümkün hale gelmeye başlamıştır (Enlil, tarih yok).

Yaşanan bu tarihsel dönüşüm, meslekleri, işgücünü ve çalışma yaşamını önemli bir değişime uğratmıştır. Ticaret ve girişimcilik aile yapısından ayrılmış, sermayenin artış gösterdiği, kar elde etmeye dayalı düşünce sistemi ortaya çıkmıştır. Böylelikle sanayi üretimi nedeniyle işçi sınıfı ortaya çıkmıştır. Sanayileşme ile birlikte işçi işveren gibi kavramlar ortaya çıkarak işçi örgütlenmelerinin temeli atılmıştır böylece emek yoğun üretimin yerini sermaye yoğun üretimi almıştır (Mepa News, 2015).

Birinci sanayi devrimi süresince yaşanan gelişmelerin artan teknoloji ve sermaye birikimi ile kitlesel üretime doğru gidilmesi ve bununla birlikte elektriğin icadı 19. yüzyıl ile birlikte İkinci Sanayi Devrimi olarak anılacak dönemi başlatmıştır. Bu dönem çoğu tarihçi tarafından insanlık tarihinin en çok değişen yüzyılı olarak tasvir edilmiştir. Bu değişimin her alanda kendini gösterdiği ve tam olarak gelişen teknolojilerin modern üretime geçişi, ivmelenen teknolojik gelişime uyumu olduğu belirtilmiştir (Bozkurt, 2014: 7).

Sanayi devrimi ile birlikte sanayi kesiminde çalışan işçilerin aldıkları maaşları yükselirken tarım sektöründe çalışan kesimin ücretlerindeki düşmesi işgücünün tarımdan sanayiye kaymasına neden olmuştur (Erdem, 2005: 544). Tarım devrimi ve sanayi devrimleri toplumların ekonomik durumunu ve uzun dönem gelişmesini temelden değiştiren olgulardır (Erdem, 2014: 4). Tarım devrimi dünyasındaki insan nüfusunun çok büyük bir kısmını, zaman içinde avcılık-toplayıcılıktan koparıp tarımcı ve hayvan yetiştiricisi topluluklar haline getirirken sanayi devrimleri, çeşitli toplumlardaki tarımcı nüfusun büyük bir kısmını tarımdan ve hayvancılıktan koparıp sanayi ve hizmetler sektörlerinde üretim yapar hale getirmiştir (Erdem, 2014: 4).

Sanayi devrimi ile birlikte üretimde büyük oranda artış meydana gelmiştir. Nüfus artışı ile daha fazla tüketici ve bunun devamında daha fazla satıcı, daha büyük sermayeye sahip ve daha çok işçi istihdam eden büyük firmalar ortaya çıkmıştır (McNEIL, 1994'ten aktaran Küçükkalay, 1997: 53). Enerji kaynağı olarak buharın fabrika aydınlatmaları için kullanımı üretimin devamlılığını sağlanmasına ve vardiyalı olarak çalışacak birçok işçiye gereksinimi artırmıştır. İşçiye duyulan ihtiyaç kadınların ve çocukların işgücüne katılmasını sağlamıştır (Deane, 2000: 128). Çocukların fiziki yapıları ve dar alanlarda hareket etme kabiliyetleri nedeniyle istihdamda daha düşük ücretle çalıştırılmıştır. Üretici sahipleri daha fazla kar elde etme isteğiyle, cinsiyet farkı ve yaş farkı gözetmeksizin ve az ücretle ağır koşullarda çalıştırmışlardır (Talas, 1997: 60).

3.3.2 Sanayi 2.0 (19. Yüzyıl sanayisi)

18. yüzyılın ikinci yarısında meydana gelen gelişmelerle birlikte teknolojik gelişmelerdeki artış, İkinci Sanayi Devrimi adı verilen dönemin başlamasına sebep olmuştur. İkinci sanayi devrimi tarih aralığı 1860 ile 1914 yılları arasında ele alınsa da farklı kaynaklarda 1970 yılına kadar sürdüğü belirtilmektedir. İkinci sanayi devrimi olarak adlandırılan bu süreci bir önceki birinci sanayi devriminden ayıran özelliği iletişim teknolojilerinin ortaya çıkması ile üretim sürecinde yaşanan büyük dönüşümdür. İkinci sanayi devriminde, teknolojiye büyük gelişmeler yaşanmış ve Avrupa'dan Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'ya kadar sıçrayan bir seyir izlemiştir. İkinci sanayi devriminin en belirgin özelliği elektriğin icadı ile başlayan elektrik yaygın kullanımı ve çelik üretiminin gelişimi bu dönemde aynı zamanda

iletişim adına önemli adımlar atılması ile telefon, radyo gibi icatlar ileride yaşanacak küreselleşme sürecinin ilk adımları atılmıştır (Günay, 2002: 14).

Sanayi 1.0 olarak adlandırılan üretim çağının enerji üretim yöntemi buhar makinesiydi. Bilimsel gelişmeler sonucu elektriğin kullanılabilir hale gelmesiyle buhar gücünün yerini elektrik enerjisi aldı. Elektrik gücüyle çalışan ilk üretim hattı ABD’de (Cincinnati) mezbahalarda kuruldu. Elektrik enerjisinin diğer imalat sanayi dallarında kullanılması sonucu Sanayi 2.0 çağına girilmiş oldu. Elektrik sayesinde kitlesel üretim hem yaygınlaştı hem de ölçek olarak büyüdü (Eğilmez, 2018: 132).

Ford Motor Fabrikalarında kurulan seri üretim hatlarıyla otomobil üretiminde uyguladığı bu sistem, üretim ölçeğinin büyütülmesini ve dolayısıyla maliyetlerin düşmesini ve fiyatların ucuzlamasını sağladı (Eğilmez, 2018: 132). Bu yöntem sayesinde ölçek ekonomilerinden faydalanılmış, yani çalışan sayısı arttıkça birim çalışan ve sermaye maliyeti düşmüştür. Bu maliyet düşüşü de karlılığın artmasına, otomobil fiyatlarının düşmesine neden olmuştur.

Bir ülkenin verimliliğini belirleyen kurumlar, politikalar ve stratejiler, kaynaklar ve üretim faktörleri ülkenin rekabetçiliğini belirler. İkinci Sanayi Devrimi’nin simgesi ise Ford’un T tipi otomobilleridir. Isı enerjisinin harekete çevrilmesi Birinci Sanayi Devrimi’ni, elektriğin üretimde kullanımı ise İkinci Sanayi Devrimi’ni başlatmıştır. İkinci sanayi devrimi bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı, bu gelişmelerden beslenen üretim biçimlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

İkinci sanayi devrimi çalışma hayatına daha karmaşık bir yapı haline gelen yeni bir boyut kazandırmıştır. İkinci sanayi devrimiyle birlikte üretimde yaşanan büyük artış, satın alım hacminin yükselmesi ekonomide bir kargaşa ortamının yaşanmasına ve bunun sonucunda daha önce gündeme gelmemiş olan işsizlik kavramıyla tanışılmasına sebep olmuştur. Bu süre zarfında iş bölümünün daha da belirgin bir hal almasıyla iş merkezleri oluşarak işgücünün bu çevrelere yerleşmesiyle orta sınıf oluşmuştur. Bu dönem ayrıca, tarımda yer alan işgücünün önemli ölçüde azalarak sanayiye kaymasına neden olmuştur (Mokyr, 1998: 1-2).

Sanayide yaşanan büyüme, bu döneme ilişkin varlıklı bir girişimci sınıf yaratmasına sebebiyet vermiştir. Başta Amerika olmak üzere çiftliklerden ve küçük kasabalardan gelen göçmen işçiler ekonomik olarak varlıklı girişimcilerin ve orta sınıfın oluşumunu desteklemiştir. Daha önce tarımcılık yapan bu kişilerin sanayi işçisi

olarak çalışması ise zorlu adaptasyon sürecine girmesine ve fabrikalarda ya da madenlerde çalışan çocuk işçi sorununa yol açmıştır. Fabrikalarda çalışan işçilerin uzun saatler boyunca çalışmaları ve belli bir üretim hattında gün boyu aynı işi yapıyor olmaları özgürlüklerinin sorgulanmasına ve çalışanların “insan robotlara” dönüşme kaygılarına yol açmıştır (Niiler, 2019). İkinci sanayi devrimi ile toplum, tarım toplumundan sanayi toplumuna geçerek modern bir sanayi ekonomi yaratılmıştır. İşçilerin düşük ücretli ve uzun süreli tehlikeli koşullarda çalışması, çalışanlar açısından sağlığını önemli ölçüde tehlikeye atması işçi örgütlenmelerinin önünü açmıştır (Mohajan, 2020: 1-14).

Sanayinin gelişmesiyle imalattaki çalışma ortamı ve farklı meslek dallarının çoğalması, çalışanların yalnızca tek işte uzmanlaşma ihtiyacını doğurmuştur. Bununla beraber çalışanlar, dönemsel eğitimlerle işteki sorumluluklarına adapte olmuştur. Fordist üretim sistemi yönetimiyle, işin örgütlenmesi ve çalışanların uzmanlaşması sağlanmıştır (Yılmaz ve Aktaş, 2018: 51). Üretimin her aşamasında yer alan işgücünün yeri, iş bölümü ile sınırlanmaya başlamıştır. İşçiler fabrikalarda bir ürünün bütün aşamasına hakimken, seri üretim bandı ile artık sadece işin tek bir bölümü üzerine uzmanlaşmıştır. Fordist üretimle birlikte niteliksiz işgücüne olan talebin artması tecrübeli ve tecrübesiz işçi arasındaki farkı azaltmıştır (Öztuna, 2017: 30).

3.3.3 Sanayi 3.0 (1914-2010 Yılları arası)

Otomasyonun çalışma hayatına girmesi ile işin geleneksel yöntemlerle yönetilmesi, her aşamanın yeniden gözden geçirilmesine sebep olmuş ve hiyerarşilerin azalması bu dönemde ortaya çıkmıştır. Çalışanların sorumluluğu artarak işveren ile çalışan arasındaki işbirliği önem kazanmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin sistemlere yerleşmesi işçilerin eğitimleri ve gelişimleri önem kazanmıştır. Son olarak, artan küreselleşme ile işgücü faaliyetlerinin ve yüksek yetenekli işgücü talebinin gelişmiş ülkelerde görünür biçimde arttığı görülmüştür (Musso, 2013: 300-325).

Üçüncü Sanayi Devrimi'nin en önemli icatları arasında transistör ve CNC sayılabilir. Kapatıldığında elektron akışını engelleyen bir anahtarı olan transistör, ardından gelen entegre devre keşfiyle birlikte, elektronğin her alanında kullanılmaya başlanmış ve üçüncü sanayi devriminin ilk ve büyük adımı olmuştur. Transistörün üretilmesinden sonra dünyanın ilk ticari bilgisayarı LEO I 1951 yılında kullanılmaya ve satılmaya

başlanmıştır. LEO I'in ardından, 1952 yılında IBM, ilk ticari ve bilimsel bilgisayarı olan IBM 701'i piyasaya sürmüştür. Transistörler ve bilgisayarların kullanımı yaygınlaşırken, 1952 yılında dijital tasarımda da bir devrim gerçekleşmiş ve ilk CNC (Computer Numerical Controller - Bilgisayar Sayımlı Yönetim) makineleri üretilmeye başlanmıştır. Bu makineler, yazılım ile makine ve cihazların birlikte çalışmasını mümkün kılmış ve üçüncü sanayi devriminin doğmasına büyük katkı sağlamıştır (Özdoğan, 2017: 25-27).

Dijital devrimle birlikte üretimde otomasyon sağlanmış, üretimde insan gücüne olan ihtiyaç azalmış ve bu sayede iş gücü için masraf edilen prim ödemeleri, ücretli izinler, tatiller ve ikramiye gibi ek ödemeler ortadan kalkmıştır. Ayrıca, bir firmada, tüm yıl boyunca işçi çalıştırmak mümkün olmamaktadır. Çünkü bazı günlerde tatil ya da bakım amacıyla işlere ara verilmektedir. Ancak, otomasyon sistemleri ile donatılmış olan fabrikalarda üretim kesintisiz olarak devam edebilmektedir. Üretimde otomasyon ile yüksek kaliteli üretim de sağlanmaktadır (Sercan, 2019: 20)

Üçüncü sanayi devrimindeki işgücü, farklı bir toplum tipi olarak görülmektedir. Bu farklı toplum tipi "üçüncü dalga" ya da "enformasyon toplumu" olarak nitelenmektedir. Üçüncü sanayi devrimindeki işgücüne ise "enformasyon işçisi" denilmektedir (Erdem, 2005: 544). Bu dönem diğer sanayi devrimindeki üretimde yer alan işgücünden farklıdır. İşçinin faaliyet alanları geniş tutularak vasıflı işgücüne olan talep artmıştır. İşçinin ürün üretimindeki standarttan uzaklaştırılarak işlerin yaratıcı ve uygulayıcı olabilecek konuma gelmesi ile dikey örgütlenme terk edilmiştir (Bozkurt, 2014: 186-190).

Dijital devrimle birlikte üretimde otomasyon sağlanmış, üretimde insan gücüne olan ihtiyaç azalmış ve bu sayede iş gücü için masraf edilen prim ödemeleri, ücretli izinler, tatiller ve ikramiye gibi ek ödemeler ortadan kalkmıştır. Çalışanın nitelik ve otonomunda yükseliş yaşanacağına kesin gözüyle bakılmamaktadır (Kumar, 2013: 37). ABD'de mavi yakalılar 1951 yılında bütün istihdamın yüzde 50'sini oluştururken, daha sonraki yıllarda bu oran yüzde 20'lere düşmüş ve 1956 yılında ise ilk kez beyaz yakalıların sayısı mavi yakalıları geçmiştir. Bilim insanı, teknisyen, öğretmen vb. teknik ve profesyonel meslek sayısı yükselmeye başlamıştır (Aktan ve Tunç, 1998: 7). Sonuç olarak işçiler bireysel ve toplu haklar kazanmıştır. Toplu haklar arasında sendikacılık, grev gibi haklar yer alırken bireysel haklar kapsamında

ise çeşitli sigortalar, ücretli izinler ve iş zamanı çizelgesinin belirlenmesi gibi haklar mevcuttur (Erdem, 2005: 545).

3.3.4 Sanayi 4.0 (Dijital dönüşüm)

Günümüzde teknolojinin gelişmesi kas gücüne olan ihtiyacı belli ölçüde azaltmış ve çalışma hayatının ihtiyaçlarını köklü bir değişikliğe uğratmıştır. Üçüncü sanayi devriminden sonra bilgisayarlı sistemlerin kullanımındaki artışın ardından Sanayi 4.0, daha dijitalleştirilmiş sistemler oluşturma ve akıllı sistemler üzerinden ağa erişim sağlama teknolojilerinin bir sonucudur. Sanayi 4.0'ın ayırt edici teknolojisi olarak siber fiziksel sistemlere dayalı üretime geçiş gösterilmiştir.

Dördüncü Sanayi Devrimi tanımlaması ilk olarak 2011 yılında günümüz dünyasının üretim devlerinden biri olan Almanya'da yapılan Hannover Fuarı'nda kullanılmış ve dünyaya yayılmaya başlamıştır (Ege, 2014: 1). Mekanik imalat (buhar gücü, seri üretim bantları vs.) elektrik gücü, dijital Devrim'den sonra ortaya çıkan Sanayi 4.0 otonom akıllı makineler boyutuyla kendini farklılaştırmaktadır.





Almanya'da bulunan Eğitim ve Araştırma Bakanlığı, geleceğe yönelik kalkınma politikalarını destekler nitelikteki projelerini “Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020'nin Geleceği” başlığı altında ortaya koymuş; bu projeleri, sürdürülebilirlik, akıllı teknolojiler, yenilenebilir enerji kaynakları ve Sanayi 4.0 kavramları temelinde desteklemiştir (Pamuk ve Soysal, 2018: 4).

Günümüzdeki teknolojik ve ekonomik değişimlerin yalnızca üçüncü sanayi devriminin uzantısı değil, dördüncü ve belirgin bir kırılmayı temsil etmesinin üç nedeni var: hız, kapsam ve sistemler etkisi. Günümüzdeki icatların hızının tarihsel bir benzeri yoktur. Önceki sanayi devrimleri ile karşılaştırıldığında, dördüncüsü, doğrusal bir hızda değil, üstel bir şekilde gelişmektedir. Dahası, her ülkedeki hemen hemen her sektörü değiştirmektedir. Bu değişikliklerin genişliği ve derinliği, tüm üretim ve yönetim sistemlerinin dönüşümünün bir göstergesidir (Schwab, 2016: 6).

Dördüncü sanayi devrimi kendisinden önceki üç sanayi devriminden farklı olarak, öncekilerin sanayi devriminin devamı değildir. Söz konusu bu sürecin bir kesintisi olarak görülebilir. Daha önce doğrusal bir biçimde ve bilgi birikiminin artarak süregelmesinin sonucu olarak yaşanan değişimler dördüncü sanayi devriminin ile

birlikte özellikle gelişmiş ülke ekonomilerinde kendinden öncekilerin sebep olduğu etkinin son on yılda yaşanmasına sebep olmuştur.

Çizelge 3.2 : Sanayi 4.0'ın Genel Görünümü

1. Sanayi Devrim Su / Buhar	2. Sanayi Devrim Elektrik	3. Sanayi Devrim Otomasyon	4. Sanayi Devrim Siber Fiziksel Sistemler
			
Ekipmanın değiştirilmesi Kurulu baz yüzdesi			
100 Değiştirilmesi tam tezgah gerekli	~10-20 Takım ekipmanı tutulabildiğinden çok az değiştirme, sadece konveyör bandı gerekli	~80-90 Takım ekipmanı makinelerle değiştirildiği için yüksek düzeyde değiştirme	~40-50 Mevcut makineler bağlanır, yalnızca ekipmanın kısmen değiştirilmesi

Kaynak: Statistisches Bundesamt; Deutsche Bundesbank; Prognos; Thomas Nipperdey; McKinsey ve Company, 2017'den aktaran WEF, 2019, s. 16.

Sanayi 4.0 ile rekabet, hız ve katma değer üretilmesi konularında çalışma hayatını yeni zorluklar beklemektedir. Sanayi 4.0 ile dijitalleşme, bilgi ve iletişim teknolojilerinde dört tane yeni kavramın ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu dönüşümün en önemli aşaması olan kavramlar “Siber Fiziksel Sistemler (CPS), Bulut Teknolojisi (Cloud Systems), Akıllı Fabrikalar (Smart Factories), Büyük Veri (Big Data)’dir”. Bu kavramlar, işgücüne duyulan ihtiyacı belli bir ölçüde azaltacak olsa da asıl önemli etkileri, bu teknolojileri kullanmayı başarabilen; yüksek yetenekli işgücüne duyulacak olan ihtiyacı arttırmaları yönünde gerçekleşecektir. Dijitalleşmenin işgücü piyasasına girmesi ile ortaya çıkan yeni mesleklerin teknolojiyi öğrenmesi işgücüne olan talebi arttıracaktır.

Çizelge 3.3 : Sanayi 4.0 Teknolojileri

Kavram	Tanımı	Örnekler
Mobil internet	Telefonların, bilgisayarların ve tabletlerin kablosuz internet bağlantısı	Alışveriş uygulamaları, bankacılık işlemleri
Büyük Veri	Firmaların karar alma sürecinde belirleyici olan büyük ve karmaşık veri tabanları	Büyük data analizi, algoritmalar ve yazılım programları
Otonom Robotlar	İnsanlar tarafından çözülemeyen kompleks problemlerin çözümü	KukaaIwa belli başlı komutları gerçekleştirmek için gereken öğrenme kabiliyetine sahip
Simülasyon	Süreçleri optimize eden matematiksel modellemeler	Sektörlere göre yazılım problemleri
Yatay ve dikey sistem entegrasyonu	Fabrikaların içine entegre sistemler	Akıllı fabrikalar, bulut sistemleri
Nesnelerin İnterneti	Fiziksel öznelerle sistemler arasında bağlantı kurulması	Akıllı ağlar
Bulut Bilişim	Çoklu kullanıcılar tarafından paylaşılan platformlar	Google Drive, BlueCloud, Windows Azur
Katmanlı İmalat	Üç boyutlu yazıcılar, kitleseel tasarım	3D yazıcıların akıllı telefon üretmesi
Artırılmış gerçeklik	Görevlerin yerine getirilmesinde insan makine etkileşimi	Google gözlük
Bilgi güvenliği	İşletmeler yönelik siber saldırılar	Saldırılardan korunmaya yönelik ulusal savunma ağları
Gelişmiş malzemeler	Dayanıklılık, esneklik ve işlevsellik açısından gelişmiş materyalleri	Yarı iletkenler, İlaç sanayisi,

Kaynak: Erboz (2018) ve MGI (2013).

Sanayi 4.0 tamamen bir siber devrimdir ve üç sanayi devrimi boyunca ürettiğimiz tüm fiziksel sistemlerin akıllı hale dönüşmesidir. Akıldan kastedilen, düşünebilen kendini yönetebilen ve karar verebilen bir zekadır.

Rüssmann ve arkadaşları (2015), Sanayi 4.0 kavramıyla ilgili dokuz teknoloji sıralamışlardır: büyük veri, otonom robotlar, simülasyon, yatay ve dikey entegrasyon, nesnelerin İnterneti, bulut bilişim, katmanlı üretim, artırılmış gerçeklik

ve siber güvenlik. Yeni ekonomi çağında işletmeler yeni stratejiler oluşturmak için Sanayi 4.0 tarafından getirilen boyutlar ve yeni iş modellerinin farkında olmalıdır.

Sanayi 4.0'ın temel unsurları mobil internet, büyük veri, otonom robotlar, simülasyon, dikey ve yatay sistem entegrasyonları, nesnelerin interneti, bulut bilişim, katmanlı imalat, artırılmış gerçeklik, siber güvenlik, gelişmiş malzemelerdir.

- **Mobil internet:** Mobil internet mobil bilgisayar cihazlarının, yüksek hızlı kablosuz bağlantının ve uygulamaların bir bileşimi olarak tanımlanmaktadır (MGI, 2013: 30). Günümüzde akıllı telefonlar ve tabletler mobil internete erişmek için kullanılan cihazlardır, ancak sürekli olarak yeni cihazlar ortaya çıkmaktadır. Ortalama bir akıllı telefonun işlem gücü, son beş yılda yüzde 25 artmıştır ve en son işlemciler ustaca kaynak gerektiren yoğun uygulamaların üstesinden gelip canlı grafikler üretebilmektedir (MGI, 2013: 30).

Mobil internet Sanayi 4.0 Çağında geliştirilmiş olmasına rağmen Sanayi 4.0 teknolojilerinin temelini oluşturmaktadır. Mobil ağa ilk erişim 1996'da, Sonera ve Radiolinja şebekeleri üzerinden Nokia 9000 Communicator telefonunda Finlandiya'da ticari hizmet olarak sunuldu. Bu gerçek internete erişim oldu. Mobil tabanlı tarayıcı tabanlı bir web servisinin ilk ticari kullanımı 1999 yılında NTT DoCoMo'nun tanıtımıyla başladı. İlk kullanıldığında yüksek kullanıcı fiyatlarına sahip olan mobil internet hizmetleri zaman içinde kalitesi artmasına rağmen fiyatları düşmüştür. Bu gelişme internetin imalat ve ticarete kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Mobil internet büyük veri, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi Sanayi 4.0 bileşenlerinin altyapısını oluşturan teknolojik gelişmedir. Özel olarak mobil internet, genel olarak internetin yaygın kullanımı ekonomik tarihte çelik imalat teknolojisinin gelişmesi, matbaanın kullanılması ve elektrik dinamosunun icadı kadar radikal ve yaygın bir değişimi beraberinde getirebilir.

- **Büyük veri:** Büyük veri kavramı, bir şirketin stratejisiyle ilgili örgütsel karar vermesini etkileyen geniş, çeşitli ve karmaşık veri kümeleri için geçerlidir. Bu nedenle, veri seviyesindeki artış ve teknolojik yeteneklerdeki gelişmeler, verimlilik, yenilikçilik ve rekabeti artırarak firmaların rekabet avantajını hızlandırmaktadır. Karar vericiler, organizasyon seviyesindeki zorlukları izlemek, ölçmek ve daha iyi bir şekilde yönetmek için büyük veriden

faaydalanabilirler. Büyük verinin erevesi, bir araç olarak veri (mevcut değer zinciriyle geleneksel değer zinciri sorunlarını çözme), bir sanayi olarak veri (yeni girişimler ve büyük verilerin işlenmesi için yazılım sistemleri geliştirme) ve bir strateji olarak veri (veri kaynakları oluşturma yeni yenilikçi iş modelleri geliştirmek) olarak tanımlanabilir.

Büyük veri, bilişim dünyasında yeni bir olgudur. Sağlıkta, ekonomide, hayatın birçok alanında tutulan bilgilerin çok boyutlu bir şekilde saklanması ve işlenmesini ifade eder. Veri tabanlarının büyük veri adını salmasının sebebi veri kümesinin konvansiyonel veri işleme yöntemleri ile kaydedilemez ve işlenemez olmasıdır.

Çizelge 3.4: Geleneksel Veri Büyük Veri Karşılaştırması

Özellik	Geleneksel Veri	Büyük Veri
Verinin Standartlaştırılması	Statik, yavaş değişen ve bir tek veri koşulu için değişen	Hızlı değişen, toplanması ve analizi için sadece bir veri modelinin kullanılmadığı
Verinin fiziki merkeziliği	Ulaşılabilir ve yönetilebilir olarak tanımlanan	Ağın performansını etkileyen yüksek hacim, yüksek hız ve çok çeşitli veriyle tanımlanan
Veri koruma ve saklama	Tanecik düzeyde	Tane düzeyinde saklanamayan ve çoğunlukla geleneksel depolama kapasitelerini ortadan kaldıran

Kaynak: Sercan, 2019, s. 51.

Çizelge 3.4'te büyük verinin geleneksel veriden farkları gösterilmiştir. Geleneksel veri statik bir özelliğe sahipken büyük veri dinamiktir ve hızlı değişimler gözlenebilir. Büyük veri fiziki anlamda yüksek hacimli, yüksek hızlı ve çeşitlidir. Geleneksel veri tanecik düzeyinde saklanırken, büyük veri geleneksel depolama kapasitelerinin ötesinde belleklerde tutulabilir.

Büyük verileri yönetme yeteneği, işletmelere operasyon, pazarlama, müşteri deneyimi ve daha pek çok konuda fayda sağlayabilecek rekabet avantajları getirir. Daha geniş teknolojik değişimler şirketleri, yeteneklerini ve altyapı geliştirmelerini artırarak ana iş uygulamalarını yönetmeye teşvik edecektir. Bu nedenle, büyük veri engin, karmaşık ve kapsamlı yönleriyle zorlamaktadır.

Büyük veri kavramı, volume (hacim), velocity (hız), variety (çeşitlilik) ve value (değer)'den oluşan '4V modeli' ile açıklanmaktadır. Veri depolamanın birim maliyetindeki azalma tutulan verinin hacmini büyük ölçüde artırmıştır. Bireylerin ve firmaların sakladığı veriler ve internet dünyasında saklanan verilerin büyüklüğü her geçen gün artmaktadır. Değişen şartlara uyum sağlamak için bireylerin, işletmelerin, kamu kurumlarının veri arşivleme, işleme, entegrasyon, saklama gibi teknolojilerini, bu büyüklükteki veri hacmine göre kurgulaması gerekmektedir.

- **Otonom robotlar:** Robotlar, imalat sanayisinde, bir insan tarafından kolayca çözülemeyen karmaşık görevleri çözmek için kullanılır. Fabrikalarda daha fazla edüstriyel robot kullanımı Sanayi 4.0 yenilikleri ile hızlanmaktadır. Robotlar üretim, lojistik, dağıtım faaliyetleri gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir ve insan robot iş birliği sayesinde insanlar tarafından uzaktan kontrol edilebilirler.
- **Simülasyon:** Mühendislik aşamasında, ürün, malzeme ve üretim süreçlerinin 3-D simülasyonları halihazırda kullanılmaktadır, ancak gelecekte, simülasyonlar tesis operasyonlarında da daha yaygın olarak kullanılacaktır. Bu simülasyonlar, fiziksel dünyayı makineleri, ürünleri ve insanları içerebilecek sanal bir modelde yansıtmak için gerçek zamanlı verilerden yararlanacaktır. Bu, operatörlerin fiziksel değişmeden önce sanal dünyada sıradaki bir sonraki ürün için makine ayarlarını test etmelerini ve optimize etmelerini, böylece makine kurulum zamanlarını azaltma ve kaliteyi artırmalarını sağlar (Rüssman ve arkadaşları, 2015: 3).
- Simülasyon araçları, sürdürülebilir üretim ortamını yaratarak üretimle ilgili faaliyetlerde destekleyici bir rol oynamaktadır. Üretim sisteminin tasarımını yapan dijital araçlar, kendi kendini yapılandırma yeteneğine sahiptir; bu nedenle etkili bir üretim bölümü yönetimi alanı sağlarlar (Erboz, 2018: 5).
- **Dikey ve yatay sistem entegrasyonları:** Sistem entegrasyonda birçok istem bir araya gelip tek bir sistem gibi çalışabilir. Günümüzün bilgi iletişim istemlerinin çoğu tam olarak entegre değildir. Şirketler, tedarikçiler ve müşteriler nadiren birbirine bağlanır. Mühendislik, üretim ve hizmet gibi departmanlar da entegre değildir. İşletmeden atölye seviyesine kadar olan fonksiyonlar tamamen entegre değildir. Tesislerden otomasyona giden ürünlerden bile mühendislik bile olsa tam entegrasyondan yoksundur. Ancak,

Sanayi 4.0 ile şirketler, departmanlar, fonksiyonlar ve kabiliyetler, şirketler arası, evrensel veri entegrasyon ağları geliştikçe ve gerçekten otomatik değer zincirleri oluşturdukça, çok daha bütünsel hale gelecektir (Rüssmann ve arkadaşları, 2015: 3).

- **Nesnelerin interneti:** Nesnelerin interneti, bulut tabanlı sistemlere dayanarak hesaplamalar, analizler ve benzeri durumlar için çözümler üreten bir sonraki teknolojik devrimi ifade eder. Nesnelerin asıl işlevi, fiziksel nesnelere veri toplayarak internete bağlanmaktır. Veri, bilgisayar veya daha üst seviye cihazlarda toplanan bilgiler verilen görevler hakkında karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Nesnelerin interneti kullanımıyla, ticari faaliyetler rekabet avantajı sağlamanın yanı sıra daha esnek ve entegre hale gelmektedir. Bu nedenle, firmaların nesnelerin interneti kabiliyetleri operasyonel esneklik ve etkili karar verme ile ilişkili olan gelecek planlarında önemli bir belirleyici olacaktır (Rahman ve Rahmani, 2016: 701-704).

Çizelge 3.5: Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin 2025 Yılındaki Ekonomik

Potansiyeli

Değerin Ortaya Çıkabileceği Dokuz Bağlam	Düşük Tahmin (Trilyon Dolar)	Yüksek Tahmin (Trilyon Dolar)
Fabrikalar	1,2	3,7
Kentler	0,9	1,7
Kamu güvenliği, kamu sağlığı		
İnsan	0,2	1,6
Hastalıkları izlemek, gözlemek		
Perakende	0,4	1,2
Otomatik kasa geçişi, yerleştirme iyileştirmesi		
Açık havada	0,6	0,9
Lojistik rotalandırma, otonom sürücüler		
İşyerleri	0,2	0,9
Faaliyet yönetimi, Ekipman bakımı		
Araçlar	0,2	0,7
Koşula dayalı bakım, İndirgenmiş sigorta		
Evler	0,2	0,3
Enerji yönetimi, emniyet ve güvenlik		
Ofisler	0,1	0,2
Eğitim için artırılmış gerçeklik		

Kaynak: Schwab, 2018, s. 48.

- **Bulut bilişim:** İnternet kullanımının yaygınlaşması ile veri büyüklüğü ve çeşitliliği artmış bunun sonucu olarak yeni bilişim altyapıları geliştirilmiştir. Bulut bilişim, en basit haliyle bilişim sistemlerine ilişkin hizmetlerin, üçüncü taraflardan sağlanması şeklinde tanımlanmaktadır. Bu hizmet sistemi, uygulamaların internet ortamında bulunan bir uzak sunucu üzerinden çalıştırılmasını ya da kullanıcıya ait verilerin uzak sunucu üzerinde her an erişilebilir şekilde bulundurulmasını sağlamaktadır (Özsoylu, 2017: 41-64). Bulut bilişim, internet tabanlı bir bilgi işlem yaklaşımı olup, internet ağına bağlanan bilgisayarların ve yazılımların işlerini, bu büyük ağ üzerinde paylaşarak yapılmasını sağlamaktadır. Bulut bilişim, aynı zamanda, verileri depolama görevi de görmektedir (Sercan, 2019: 52).

- **Katmanlı imalat:** Mevcut üretim biçimlerinde, otomasyon teknolojisi her yeredir ve çalışanların çok daha esnek olmaları beklenmektedir. Çoğu çalışan, bilgisayarlı-sayısal kontrol (CNC) işleme merkezlerini ve atölye üzerindeki diğer endüstriyel otomasyon araçlarını kullanıyor ya da ürünleri aletlerle birleştiriyorlar (Gehr ve arkadaşları, 2015: 6).

Katmanlı imalat, 3B model verilerinden parça üretme işlemi olarak kabul edilir. İşleme, frezeleme gibi proses faaliyetleri üzerine katlanır (toz yatağı, tel besleme sistemleri, toz beslemeli), yani küçük parti ürünlerin daha az hammadde ile üretilebileceği anlamına gelir. Bu teknolojide, görevler Just in Time'ı mümkün kılıyor. Çok yönlülük, hız ve uyarlanabilirliğin başarılı olması nedeniyle üretim sistemi just in time uygulamalarını imkân vermektedir.

- **Artırılmış gerçeklik:** Artırılmış gerçeklik sanal dünya ile kullanıcıları arasında uyumu sağlayan etkileşimli teknoloji olarak tanımlanırken, sanal dünya gerçek çevrenin bir parçası olarak kullanılır.

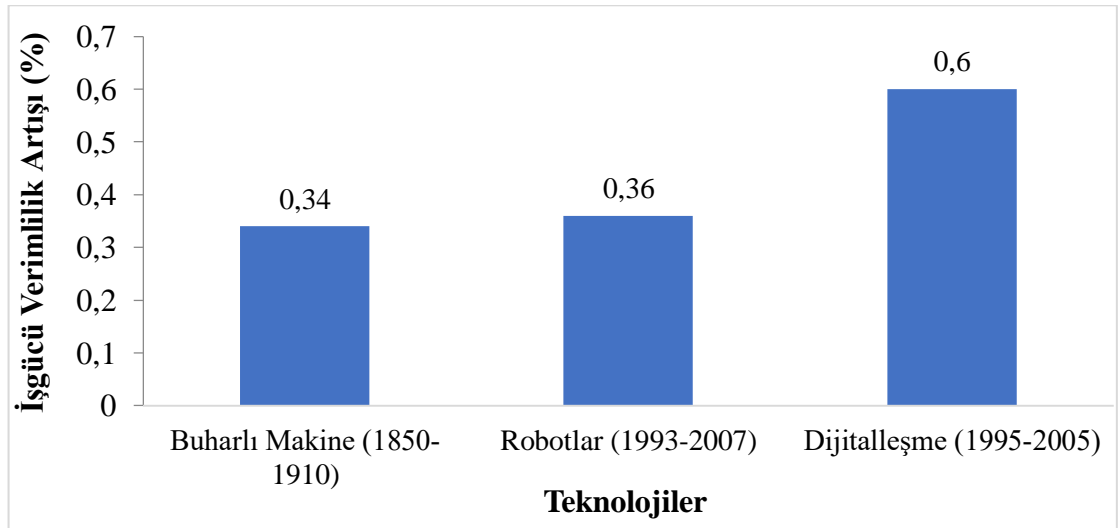
- **Siber güvenlik:** Birçok şirket halen dış bağlantısı olmayan veya kapalı olan yönetim ve üretim sistemlerine güveniyor. Sanayi 4.0 ile gelen artan bağlantı ve standart iletişim protokollerinin kullanımı ile kritik sanayi sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerinden koruma ihtiyacı büyük ölçüde artmaktadır. Sonuç olarak, güvenli ve güvenilir iletişim ile birlikte gelişmiş kimlik ve makinelerin ve kullanıcıların erişim yönetimi çok önemlidir (Rüssman ve arkadaşları, 2015: 4).

- **Gelişmiş malzemeler:** Nanomalzemeler, nano ölçekli (100 nanometreden az veya yaklaşık moleküler ölçek) mümkün olur. Nano ölçekte, sıradan maddeler ve karbon nanoparçacıklarında, şaşırtıcı derecede büyük oldukları ve yeni ilaç türleri, süper kaygan kaplamalar ve daha güçlü kompozitler oluşumunu arttırdıkları bulunmuştur. Çıplak gözle görünmez, güneşten koruyucular, bakteri öldüren çoraplar ve kompozit bisiklet çerçeveleri nanoteknolojik yeniliklere örnek olarak verilebilir.

MGI (2013) raporu gelişmiş malzemeleri geleceğin 12 radikal teknolojisinden birisi olarak göstermiştir. Yarı iletkenler, kullanıcı elektroniği ve kimyasallar gibi sanayilerde, nanomalzemeler araştırılmakta, geliştirilmekte ve bazı ürünler üretmek için kullanılmaktadır.

3.3.4.1 Dünyada Sanayi 4.0

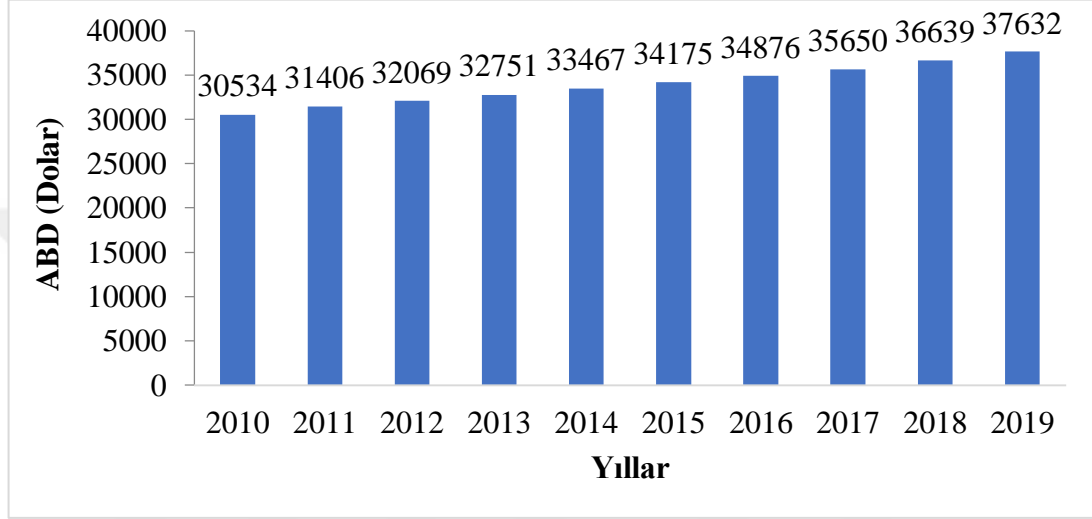
Üretim sürecinde robot kullanımına ilişkin olarak OECD (2015: 44) tarafından yapılan bir çalışmada, teknolojik dönüşümleri kendi süreçlerine adapte eden firmaların etmeyenlere göre daha fazla verimlilik sağladığı ortaya konulmuştur. Graetz ve Michael (2018) tarafından 17 ülke ve 14 sanayide endüstriyel robot kullanımına ilişkin yapılan analiz de ise, robot kullanımının emek verimliliğini ve GSYİH büyümesini sırasıyla yüzde 0.36 ve yüzde 0.37 arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 3.1: Teknolojilerin İşgücü Verimlilik Artışına Katkıları (%)

Kaynak: Muro ve Andes, 2015.

Teknolojik dönüşümler, her ne kadar ilerleyen teknoloji insan emeğini ikame ediyor olsa da, işgücünün verimliliğini artırır. Sanayi devrimleri ile sağlanan otomasyon kullanımındaki artış iş gücünün verimliliğini de arttırmıştır. Şekil 3.1 'de görüleceği üzere Sanayi 4.0'ın getirdiği dijitalleşme ve robotlaşmanın ekonomiye olan katkısı buharlı makinelerin kullanılmasına durumunda elde edilen verimlilik artışından çok daha yüksektir. Bu bağlamda teknolojik ilerlemelerin ve çeşitli trendlerin üretim sürecine dahil edilmesi verimliliği arttırmaktadır.



Şekil 3.2: İşçi Başına Düşen Çıktı (ABD Dolar)

Kaynak: ILOstat, 2019.

Robotların, otomasyon sistemlerinin ve dijital teknolojilerin kullanılmasının verimlilik üzerinde olumlu bir etkisi olmuştur. Buna göre çalışan işçi başına düşen çıktı miktarı dünya genelinde artmıştır (Şekil 3.2).

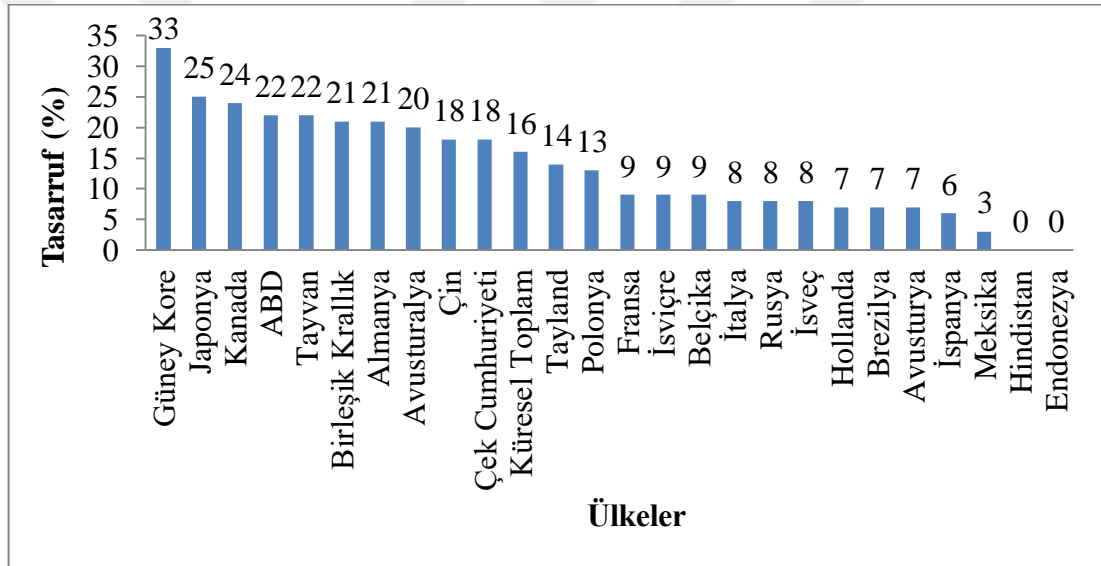
2010-2019 yıllarına ilişkin olarak dünya genelinde işçi başına düşen çıktı 30 bin ABD dolarından 37 bin ABD dolarına yükselmiştir. İşçi başına düşen çıktının değerindeki söz konusu artış, iş gücü verimliliğindeki artışın bir sonucudur.

Robot yoğunluğundaki her bir birimlik artışa karşılık iş gücü verimliliğinde yüzde 0.07 ile yüzde 0.08 düzeylerinde bir artış olmasına sebep olmuştur (Acemoğlu ve Restrepo, 2017: 10). İşgücündeki verimlilik artışı sadece robotlarla sağlanmamaktadır. Temelde teknolojik gelişmeleri takip eden ülkeler ve şirketler verimlilikten faydalanacaklardır.

Sanayi 4.0'ın en önemli bileşenlerinden biri robotlardır. Robotları üretim süreci içerisinde kullanmak önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlayacaktır. Şekil 3.3 robotların üretim maliyetini azaltacağı öngörüsünü kanıtlar niteliktedir. Şekil 3.3,

ülke bazında 2025 yılında robot yatırımları sonucunda işgücü maliyetlerindeki tahmini azalmayı ifade etmektedir. Buna göre 2025 yılında işgücü maliyetlerindeki ortalama azalma yüzde 16 olarak tahmin edilmektedir.

İşgücü maliyetleri açısından en çarpıcı iyileşmenin Güney Kore'de yaşanacağı beklenmektedir. Güney Kore'deki üretkenliğe dayalı işgücü maliyetlerinin, 2025 yılında yüzde 33 daha düşük olacağı beklenmektedir. Japonya, Kanada, ABD, Tayvan, İngiltere ve Almanya'da, işgücü maliyetlerindeki düşüşün en az yüzde 20 olması beklenmektedir. Şayet ilgili ülkeler robot yatırımlarında agresif davranırlarsa emek maliyetlerindeki ortalama tasarruflar yüzde 30, yatırımlarda daha ılımlı olması durumunda ise emek maliyetlerindeki ortalama tasarrufun yüzde 8 civarında gerçekleşeceği düşünülmektedir (BCG, 2015).



Şekil 3.3: 2025 Yılında Tahmini İşgücü Maliyetlerinde Azalma (%)

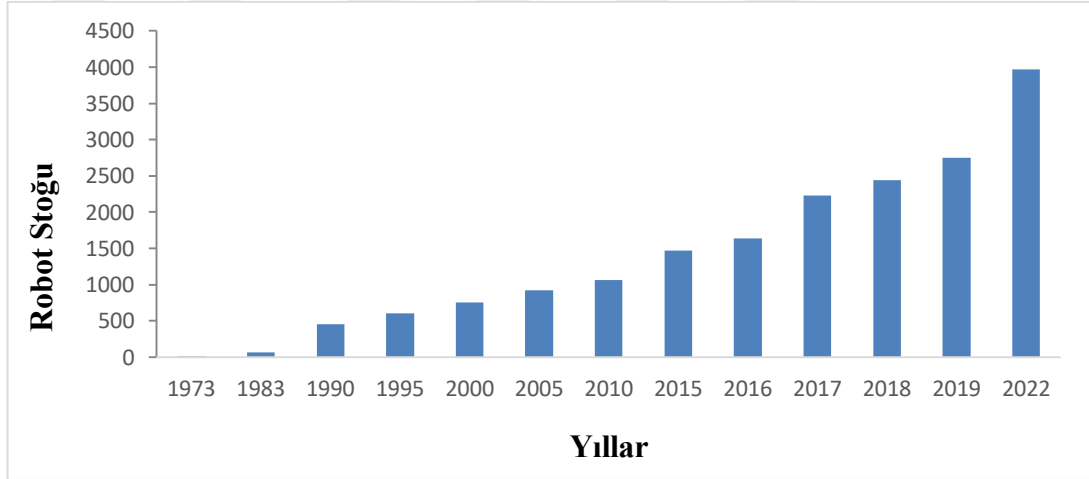
Kaynak: BCG, 2015, s. 21.

Uluslararası Robotik Federasyonu 2019 Raporu'na göre Dünya'da 10 bin kişi başına düşen robot yoğunluğu 2016 yılında 74, 2017 yılında 87 iken 2018 yılında 99'a yükselmiştir (IFR, 2019: 13-14).

Dünyada robotlar ne çok otomotiv sektöründe kullanılmaktadır. Elektrik/elektronik ikinci ve metal teknolojisi üçüncü sırada en çok robot kullanan sektörlerdir. Kimya sektörü dördüncü ve gıda sektörü beşinci en çok robotlu üretim yapan sektördür. Otomotiv, elektrik/elektronik olarak üç sektör toplam robot talebinin yüzde 70'ni oluşturmaktadır. Tüm robot talebinin yüzde 40'ı Çin'den gelmektedir.

Akın (2017) çalışmasında yüksek robot yoğunluğuna sahip ülkeler için üç tespitte bulunmuştur. Birincisi küresel ihracat içindeki payı yüksek olan ekonomiler yüksek endüstriyel robot yoğunluğuna sahiptir. İkinci tespit ise ihracat artışı hedefleyen ülkelerin yüksek sayıda endüstriyel robot kurulumu yapmasıdır. Üçüncü tespit ise endüstriyel robot kullanımının reel ücret düzeyinden bağımsız olarak dünyanın bütün ekonomilerinde robot kurulumu ve yoğunluğu artmaktadır (Akın, 2017: 66).

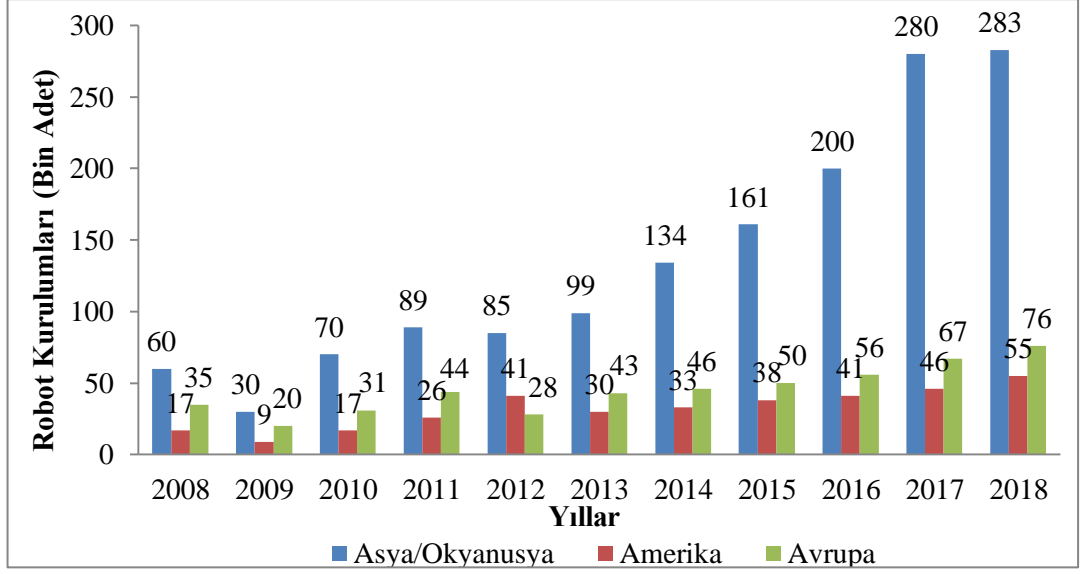
Eşiyok (2020) Türkiye'nin Sanayi 4.0 çağına uyumu ile ilgili çalışmasında otomasyonun yedek işsizler ordusu yaratacağını ileri sürmektedir. Sanayi 4.0 uygulamalarının bir yaratıcı yıkım süreci oluşturacağını, bir başka ile ekonomik yapıyı kökten değiştireceği görüşünü savunuyor. Robotik teknolojisi yapay zekâ ile birleştiğinde işsiz fabrikalara doğru bir dönüşüm söz konusu olacaktır. Bu eğilimin mevcut kapitalist sistemi tehdit etmektedir (Eşiyok, 2020: 80).



Şekil 3.4: Küresel Robot Stoğu

Kaynak: IFR, 2019.

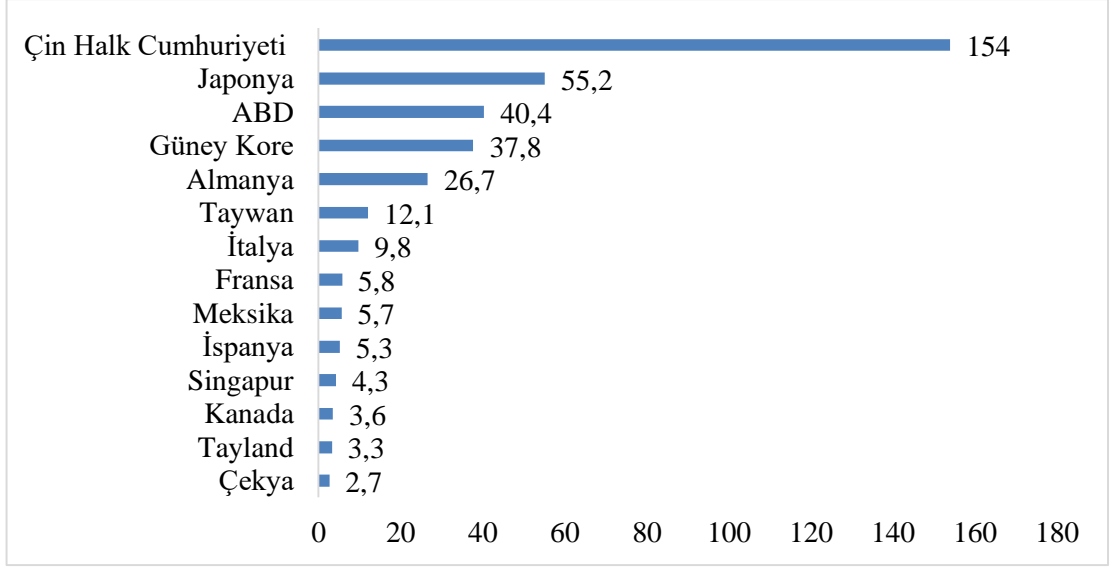
Dünya'da imalat sanayisinde kullanılan robot sayısı 1990'lı yıllardan itibaren hızla artış göstermektedir. 2018 yılında 2 milyon 440 bin olan robot sayısı 2019 yılında 2 milyon 747 bine, 2022 yılında ise yaklaşık 4 milyona yükseleceği tahmin edilmektedir. 2019 yılı tahmini robot sayısı 2015 yılı robot sayısını ikiye katlayacaktır (Şekil 3.4).



Şekil 3.5: Bölgelere Göre Yıllık Robot Kurulumları (Bin Adet)

Kaynak: IFR, 2019, s. 14.

Şekil 3.5’de bölgelere göre yıllık sanayi ve hizmet robot kurulumları gösterilmektedir. Asya ve Okyanusya grubunda 2008 yılında robot kurulumu adedi 60 bin iken 2018 yılında 283 bine yükselmiştir. Bu yaklaşık 4,5 katlık bir artışa karşılık gelmektedir. Kuzey ve Güney Amerika ekonomilerinde toplam robot kurulumu 17 bin iken, 2018 yılında 55 bine yükselmiştir. Bu dönemde 3 kattan fazla bir artış gözlenmiştir. 2010 yılında Avrupa’da robot kurulumları 31 bin seviyesinde iken, 2018 yılında yaklaşık iki buçuk kat artışla 76 bine ulaşmıştır. Robot kurulumlarında 2008 Küresel Finansal Krizinin etkisi ile 2009 yılında tüm ülke gruplarında bir azalma gözlenmiştir. Bu durum ekonomik daralma sonucu yatırımların azalmasının bir sonucudur.



Şekil 3.6: Ülkelere Göre Robot Kurulumu (Bin Adet, 2018)

Kaynak: IFR, 2019, s. 13.

Küresel ölçekte bölgelere göre kurulumu yapılan robot sayıları Şekil.3.6'da gösterilmektedir. 2018 yılında toplam robot kurulumu 422.271 sayısına ulaşmıştır ve bu robotların piyasa değeri 16,5 milyar dolara ulaşmıştır. Faaliyette olan robot sayısı ise 2.439.543 olarak gözlenmiştir (IFR, 2019: 13).

Dünyadaki robot talebinin çoğunluğu beş büyük ekonomiden gelmektedir: Çin Halk Cumhuriyeti, Japonya, Güney Kore ve Almanya. Bu ülkeler dünya robot piyasasının yüzde 74'nü oluşturmaktadır (IFR, 2019: 14).

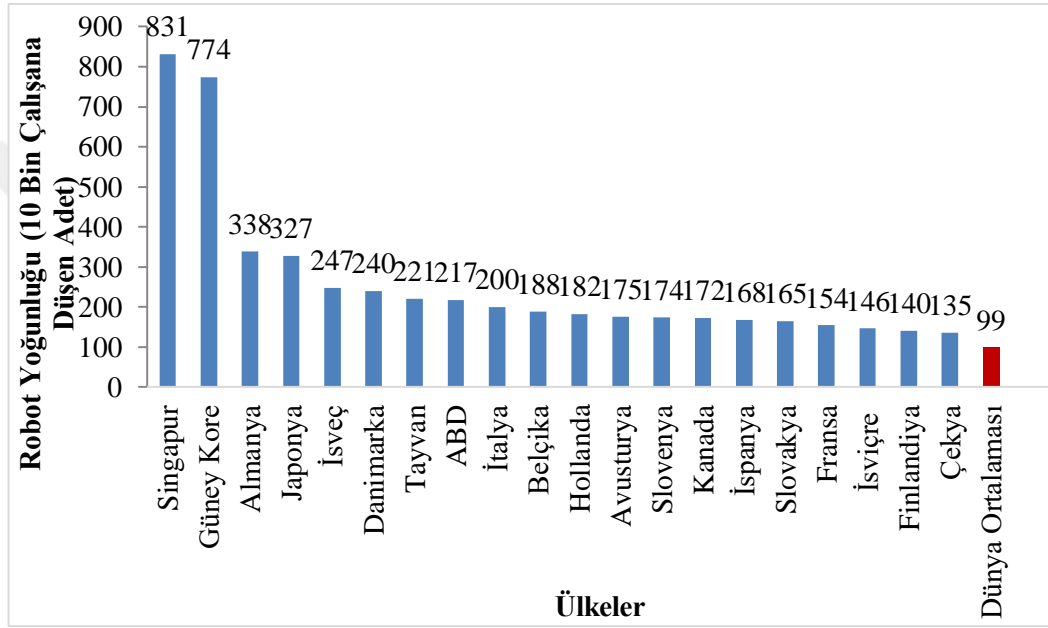
Çin, 2013'ten beri dünyanın en büyük endüstriyel robot pazarı olmuştur ve 2017 ve 2018 yıllarında toplam kurulumların yüzde 36'sını oluşturmuştur. 2018'de 154.032 adet kuruldu. Bu 2017'ye göre yüzde 1 daha az (156.176 adet), ancak yine de Avrupa ve Amerika'da kurulan robot sayısından (130.772 adet) daha fazladır.

2018'de Japonya'daki robot kurulumları yüzde 21 artışla 55.240 adede (yeni bir zirve) yükseldi. Sanayi üretiminde yüksek otomasyon seviyesine sahip bir ülke için 2013 yılından bu yana yıllık ortalama yüzde 17 büyüme oranı dikkat çekicidir.

Arka arkaya sekizinci yıl boyunca, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki robot kurulumları yeni bir zirveye ulaştı (40.373 adet). 2010 yılından bu yana, ülkenin tüm imalat sanayilerindeki üretim süreçlerinin otomasyonu devam eden eğilim olmuştur. Yıllık kurulumlarla ilgili olarak, Amerika Birleşik Devletleri 2018'de Güney Kore'nin yerini alarak üçüncü sıraya geldi.

Güney Kore Cumhuriyeti'nde, 2016 yılında yıllık robot kurulumları 41.373 adet üst seviyesine ulaştığından beri düşüyor. 2018 yılında yüzde 5 azalmayla 37.807 adet kuruldu. Bu ülke için kurulum rakamları, 2018'de zor bir yıl geçiren elektronik endüstrisine büyük ölçüde bağlıdır. Bununla birlikte, kurulumlar 2013'ten beri yıllık ortalama yüzde 12 artmıştır.

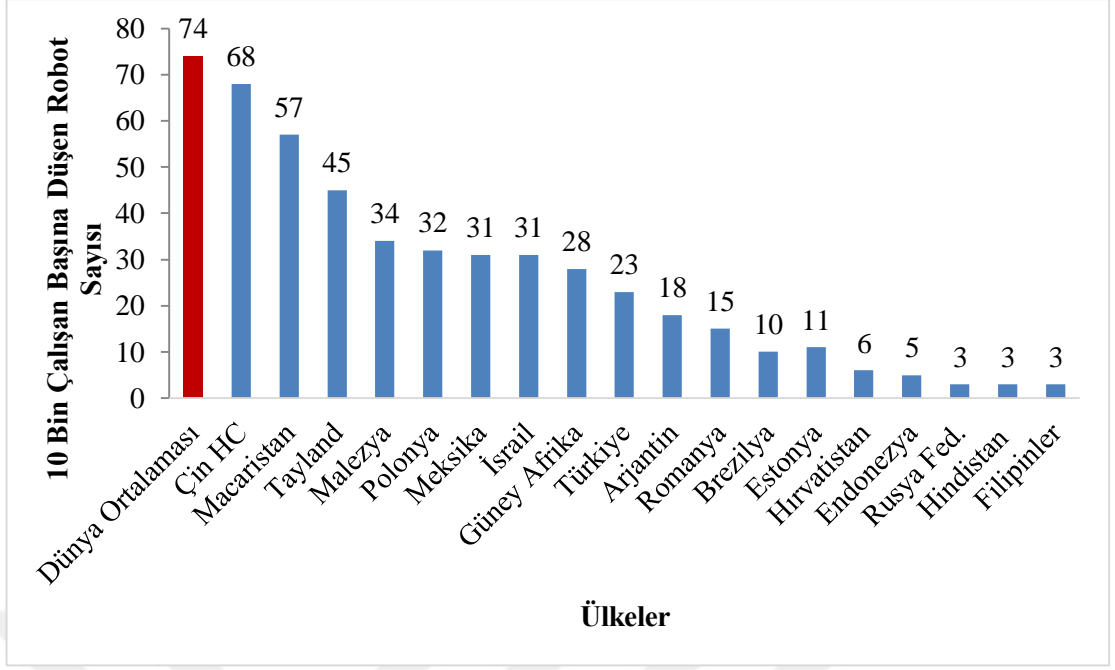
Almanya dünyanın beşinci büyük robot pazarıdır. 2018'de kurulan robot sayısı yüzde 26 artarak 26.723 adetlik yeni bir zirveye ulaştı. Bu ülkedeki kurulum rakamları esas olarak otomotiv endüstrisi tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.7: Gelişmiş Ülkelerde Robot Yoğunluğu (10 Bin Çalışana Düşen Robot Sayısı, 2018)

Kaynak: IFR, 2019.

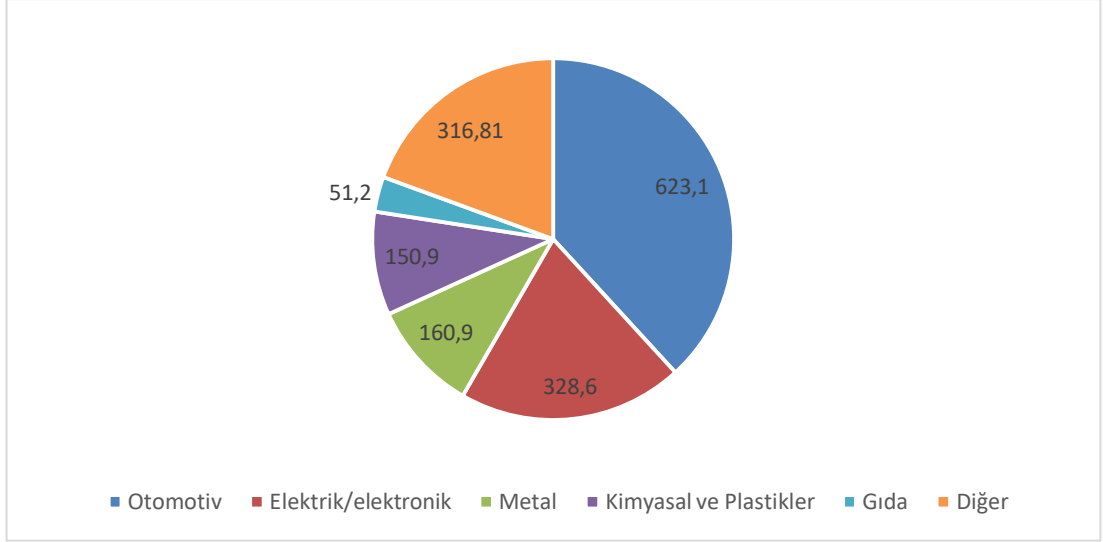
Robot yoğunluğuna göre ülkelerin sıralaması Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Singapur ve Güney Kore 10 bin çalışan başına düşen robot sayısında diğer ülkelerden farklılık göstermektedir. On bin çalışana karşılık gelen robot sayısı Singapur'da 831, Güney Kore'de 774 iken bu ülkeleri takip eden Almanya'da 338'dir. Dördüncü sırada Japonya, beşinci sırada İsveç gelmektedir. Şekil 3.7'de verilen tüm ülkeler 2018 yılı Dünya ortalaması olan 99 robotun üzerindedir.



Şekil 3.8: Gelişmekte Olan Ülkelerde Robot Yoğunluğu (10 Bin Çalışan Başına Düşen Robot Sayısı, 2016)

Kaynak: IFR, 2019.

Dünya ortalamasının 74 olduğu 2016 yılında gelişmekte olan ülkelerin robot yoğunluğu Şekil 3.8’de gösterilmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti 10 bin çalışan başına düşen 68 robot ile diğer ülkelerden ayrılmaktadır. Çin Halk Cumhuriyeti’ni Macaristan 57 robot yoğunluğu ile Tayland ise 45 robot yoğunluğu ile takip etmektedir. Türkiye 23 robot yoğunluğu ile Malezya, Polonya ve G. Afrika gibi yükselen ekonomilerin gerisinde kalmıştır. Yüksek nüfusa ve yüksek bir işgücüne sahip Endonezya’da 10 bin kişi başına 5, Hindistan’da ve Filipinler’de ise 3 robot düşmektedir. Rusya Federasyonu’nun robot yoğunluğu 3 ile kendisine benzeyen ülkelerin oldukça gerisindedir.



Şekil 3.9: Sektörlere Göre Robot Stoğu (Bin Adet, 2015)

Kaynak: IFR, 2019, s. 15.

Otomotiv endüstrisi, endüstriyel robotların en önemli müşterisidir. Şekil 3.9’da verilen grafiğe göre 2015 yılı itibariyle 623,1 bin robot otomotiv sektöründe yer almaktadır. Tüm endüstriyel robot kurulumlarının neredeyse yüzde 30’u bu sektörde gerçekleşmektedir. IFR 2020 Raporu’na göre kurulumlarda yüzde 21 artışla 123.439 adede yükselen seviye bir 2017’den sonra 2018’de korundu. Aslında yüzde 2’lik hafif bir artış 125.581 robot kurulumunun yeni bir tepe seviyesini belirledi. 2013’ten 2018’e kadar, otomotiv endüstrisindeki yıllık kurulumlar her yıl ortalama yüzde 13 arttı).

2008/2009 yıllarındaki ekonomik krizden sonra otomobil üreticileri fabrikaları yeniden yapılandırmaya başladı. 2010’dan beri yeni üretime yatırımlar gelişmekte olan pazarlardaki kapasiteler ve büyük otomobil üreticisi ülkelerde üretim modernizasyonuna yapılan yatırımlar robot talebini artırmıştır. Tüm büyük otomobil pazarlarında yeni malzemeler kullanmak, enerji verimli tahrik sistemleri geliştirmek ve yüksek rekabet mevcut aşırı kapasitelere rağmen yatırım talebini artırdı. Otomotiv parçaları tedarikçileri, 2009 yılındaki ekonomik krizden sonra otomobil endüstrisinin yeniden yapılandırılmasından büyük ölçüde etkilenmiştir. Motorlu taşıt tedarikçileri sonra kendi yatırım planlarını gerçekleştirmeye başladıktan sonra bu konuya uymaları gerekiyordu. Bu nedenle, otomotiv parçası tedarikçilerine robot arzı sadece 2011’de ivme kazanmıştır. 2018 yılındaki raporlamadaki iyileştirmeler nedeniyle, daha önce IFR endüstri sınıfına atanan birimlerin çoğu olarak sınıflandırılmamış “Parçalar ve aksesuarlar” belirtilmiştir.

Elektrik/elektronik endüstrisindeki robot kurulumları (bilgisayar ve ekipman, radyo, TV ve iletişim cihazları, tıbbi ekipman, hassas ve optik aletler dahil) 2013 yılından bu yana her yıl ortalama yüzde 24 artmaktadır.

2017 yılında toplam robot kurulumlarının yüzde 31'ini oluşturdular ve otomotiv endüstrisinin yerini en önemli müşteri endüstrisi olarak değiştirmek üzereydiler. Bununla birlikte, 2018'de elektronik cihazlara ve bileşenlere yönelik küresel talep önemli ölçüde azaldı. Bu endüstrinin müşterileri büyük olasılıkla Asya-Çin ticaret krizinden en çok etkilenen gruptur. Söz konusu ülkeler elektronik ürün ve bileşen üretiminde lider konumdadır. Bu sektördeki robot kurulumları, 2017 yılında 121.955 adet olan tepe seviyelerinden yüzde 14 düşerek 2018'de 105.153 adede gerilemiştir.

2018 yılında, imalat sanayiindeki ortalama robot yoğunluğu 10.000 çalışan başına 99 robot olmuştur. Bu küresel ortalamanın yalnızca ilgili operasyonel stoğa sahip ülkeleri içermektedir. Bu nedenle, düşük robot yoğunluğuna sahip ülkeler sistematik olarak dışlandıği için ortalamalar yüksek tahmin edilmektedir. Avrupa, ortalama 114 birim değere sahip robot yoğunluğunun en yüksek olduğu bölgedir. Amerika kıtasında değeri 99 birim, Asya/Avustralya'da 91 birimdir. Son yıllarda yüksek hacimli robot kurulumları ile hareket eden Asya, en yüksek robot yoğunluğu büyüme oranına sahip ve Amerika'yı yakalamak üzeredir. 2013 ve 2018 arasında, Asya'da yıllık ortalama robot yoğunluğu büyüme oranı yüzde 16, Amerika'da yüzde 9 ve Avrupa'da yüzde 6 idi.

ABD'de 2010 ve 2015 yılları arasındaki dönemde otomotiv sektöründe 80 bin robot kurulurken, 230 bin istihdam yaratılmıştır. Aynı dönemde Avrupa ülkelerinde otomotiv sektöründe 13 bin robot kurulurken, 93 bin kişilik yeni istihdam yaratılmıştır (IFR, 2017: 3).

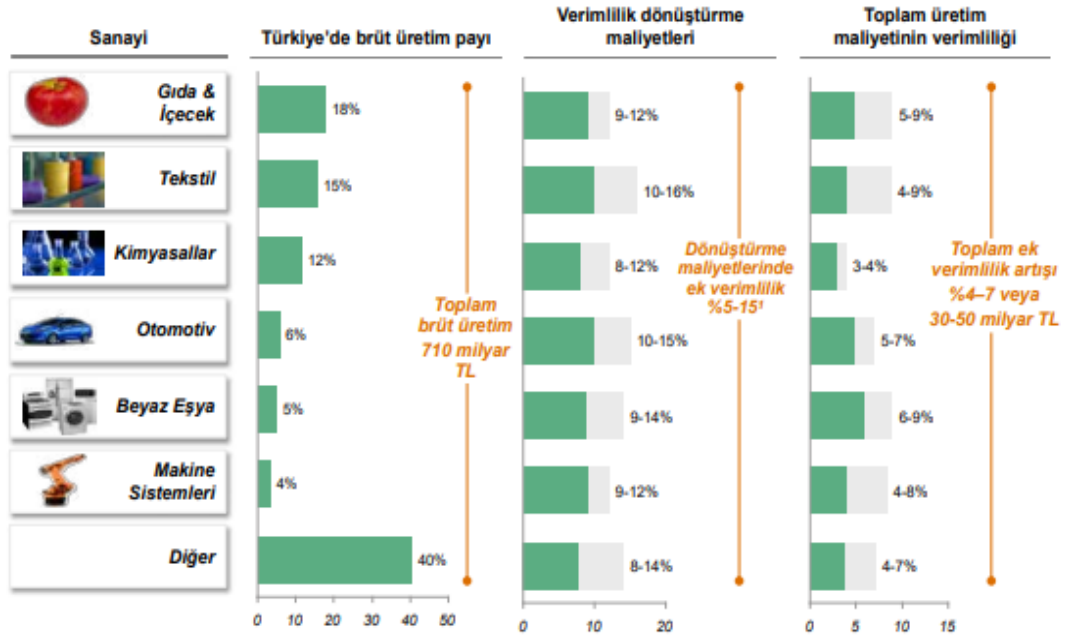
Robot kurulumu ve robot yoğunluğu gözlemlerinde öne çıkan ülkeler Akın'ın (2017) çalışmasındaki tespitlerini doğrular niteliktedir. Yoğun ihracat yapan ve imalat sanayisi payı yüksek ülkeler daha fazla robot kurulumuna ve robot yoğunluğuna sahiptir.

3.3.4.2 Türkiye'de sanayi 4.0

Türkiye'de Sanayi 4.0 süreçlerinin uygulamaya geçirilmesi ile dört önemli alanda ilerleme kaydedilmesi beklenmektedir (TÜSİAD, BCG, 2016: 14). Bu alanlardan ilki

verimliliğidir. Buna göre Sanayi 4.0 etkin bir şekilde uygulandığı takdirde, ilgili tarihler baz alındığında, üretime ilişkin olarak toplamda 50 milyar TL’lik bir fayda kaydedilmesi durumu söz konusudur. Bu öngörünün temeli, verimlilikteki artışın yüzde 4 ile 7 arasında gerçekleşeceği beklentisine göre oluşturulmuştur.

Sonuç olarak Türkiye’de üreticiler için toplam maliyetlerde yüzde 4 ile 7 arasında, dönüştürme maliyetlerinde ise yüzde 5 ile 15 arasında bir verimlilik artışı sağlamak mümkündür. Şekil 3.10’da pilot sektörler itibarıyla Türkiye için, Sanayi 4.0 dönüşümünün potansiyel verimliliğini göstermektedir.



Şekil 3.10: Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümünün Pilot Sektörler İtibarıyla Potansiyel Faydaları (%)

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016, s. 44.

Türkiye’de Sanayi 4.0 süreçlerinin uygulamaya geçirilmesi ile ekonomik büyüme anlamında da müşteriye özel ürünlere talebin artması, ürünlere zamanında ulaşılabilir, bulabiliyor olma, artan küresel bütünleşme ile küresel değer zincirinden daha çok pay alınması büyümeyi tetikleyen unsurlar olarak ön plana çıkması Sanayi 4.0 çevresinde oluşacak ekonomi yoluyla sanayi üretiminde yıllık yaklaşık yüzde 3’e kadar ulaşabilecek bir artışı tetiklemesi söz konusudur. Bu büyüme Türkiye’de GSYİH’da yüzde 1 ve üzeri bir ek büyümeye ve 150-200 milyar TL düzeyinde gelir artışı anlamına gelecektir.

Yatırım: Sanayi 4.0 teknolojilerinin mal ve hizmet üretim sürecinde yer almalarına ilişkin olarak 10 yıllık süreçte günümüz fiyatları ve ekonomik büyüklüğü baz

alındığında- yılda yaklaşık 10-15 milyar TL (üreticilerin gelirlerinin yaklaşık yüzde 1- 1,5'i) yatırım yapılması gerektiği tahmin edilmektedir.

İstihdam: Büyüme hedeflerinin gerçekleşeceği varsayımı altında, toplam sanayide istihdam edilen iş gücü ihtiyacının artacağı ve daha da önemlisi çok daha nitelikli, eğitim ve gelir düzeyi yüksek bir iş gücü yapısının oluşacağı öngörülmektedir.

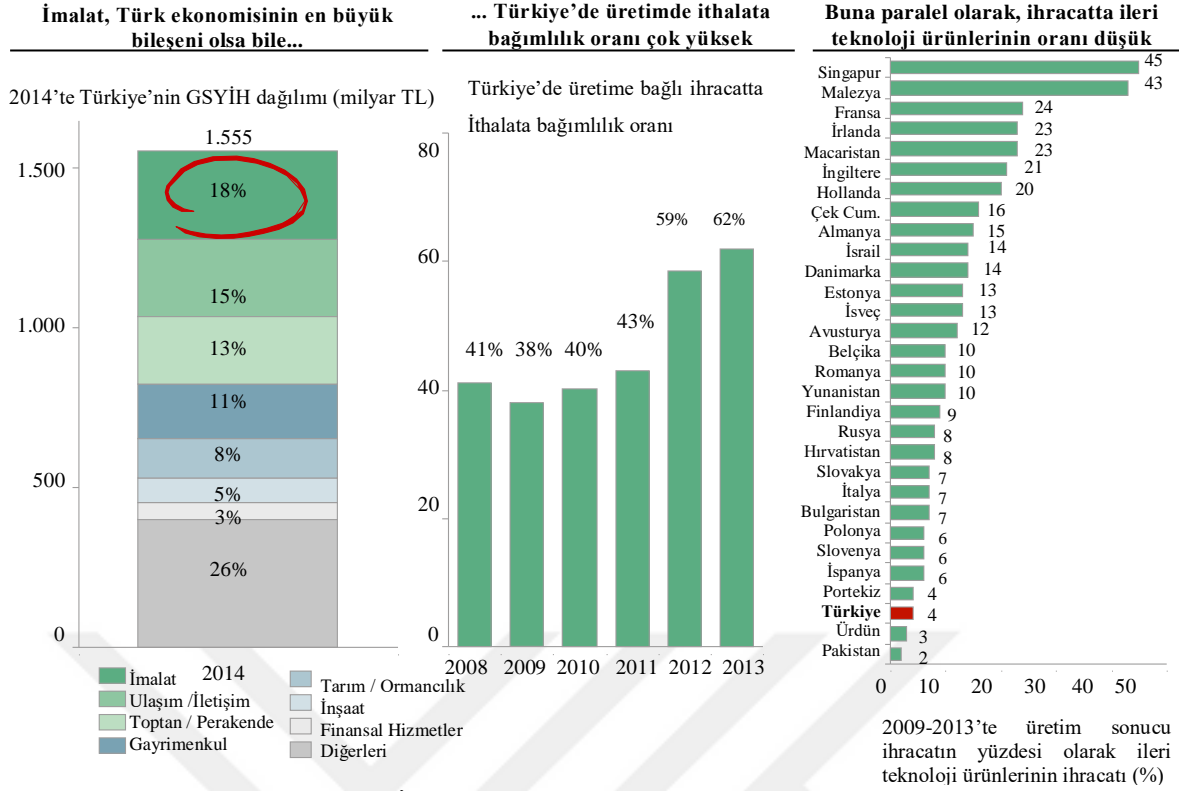
Türkiye, coğrafi konumu sayesinde esnek ve düşük maliyetli üretim yapabilmesini sağlayan nispeten düşük maliyetli işgücünü kullanarak, küresel değer zincirinde rekabetçi şekilde konumlanmıştır. BCG tarafından oluşturulan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'ne göre, ortalama birim maliyeti 98 olan Türkiye, ortalama birim maliyeti 100 olan Amerika ve ortalama birim maliyeti 121 olan Almanya'dan daha düşük maliyetle üretim yapmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin küresel değer zincirinden pay almak ve ihracat platformunu güçlendirmek için sahip olduğu rekabet avantaj boyutunu gözler önüne sermektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Türkiye'nin Küresel Değer Zincirindeki Konumu

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016, s. 33.

Türkiye sahip olduğu rekabet avantajına ve sanayisi önemli bir güç olmasına rağmen, sahip olduğu rekabetçi pozisyonunu korumak ve devam ettirebilmek için sınırlı katma değer üretebilmek gibi bir takım yapısal problemlerle karşı karşıyadır (Şekil 3.12).



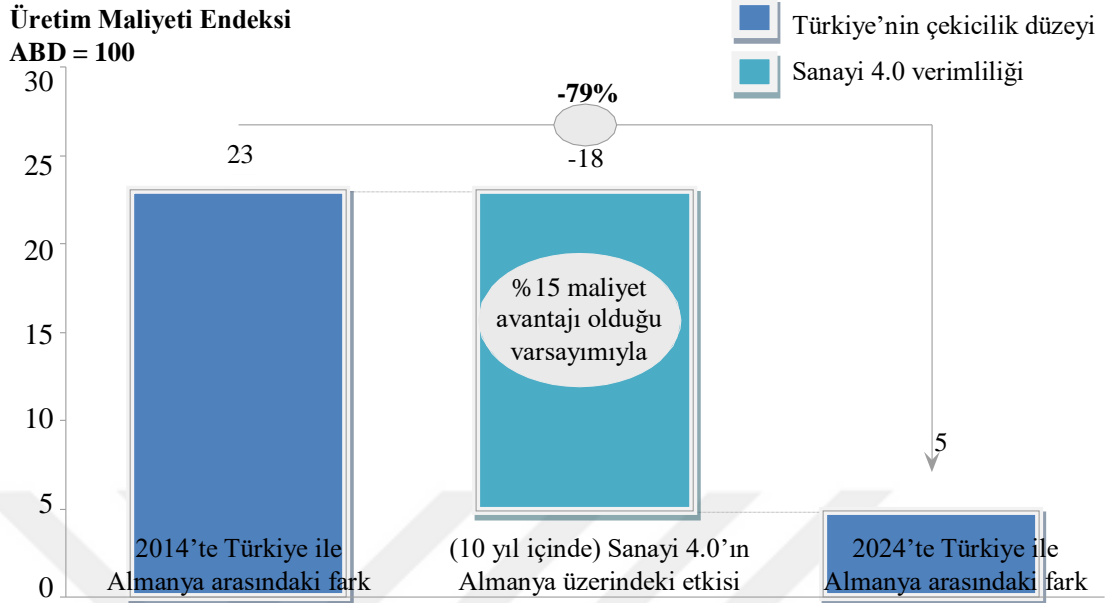
Şekil 3.12: Türkiye İmalat Sanayisinin Küresel Değer Zincirindeki Konumu

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016, s. 34.

Türkiye'nin sahip olduğu katma değer arttıramamak gibi yapısal problemlere ilaveten, Sanayi 4.0 sayesinde diğer ülkelerin otomasyon ve dijital teknolojileri kullanmaları ve bunun sayesinde verimliliklerinde sağlayabilecekleri artışlar, Türkiye'nin kendisine lojistik avantajı sağlayan coğrafi konumu sayesinde elde ettiği düşük maliyetli üretim yapabilmesini dolayısıyla elde ettiği rekabetçiliğini zayıflatacaktır.

Sanayi 4.0 beraberinde getirdiği teknolojilerle, işgücünde yaratacağı değişiklikler ve tetikleyeceği büyük yatırımlarla her alanda çok büyük etkileri olacak bir süreçtir. Bu bağlamda küresel rekabet dengesi açısından Sanayi 4.0'ı benimseyen ülkeler lehinde büyük bir değişim olması kaçınılmazdır. Buna göre, şayet Almanya Sanayi 4.0 uygulamalarında başarılı olursa, maliyetlerini yaklaşık yüzde 20 azaltabilecektir. Türkiye'de mevcut rekabet göstergelerinde bir iyileştirme yapmazsa, Almanya'ya nazaran sahip olduğu rekabet avantajını neredeyse tümünü kaybedecektir (Şekil 3.13).

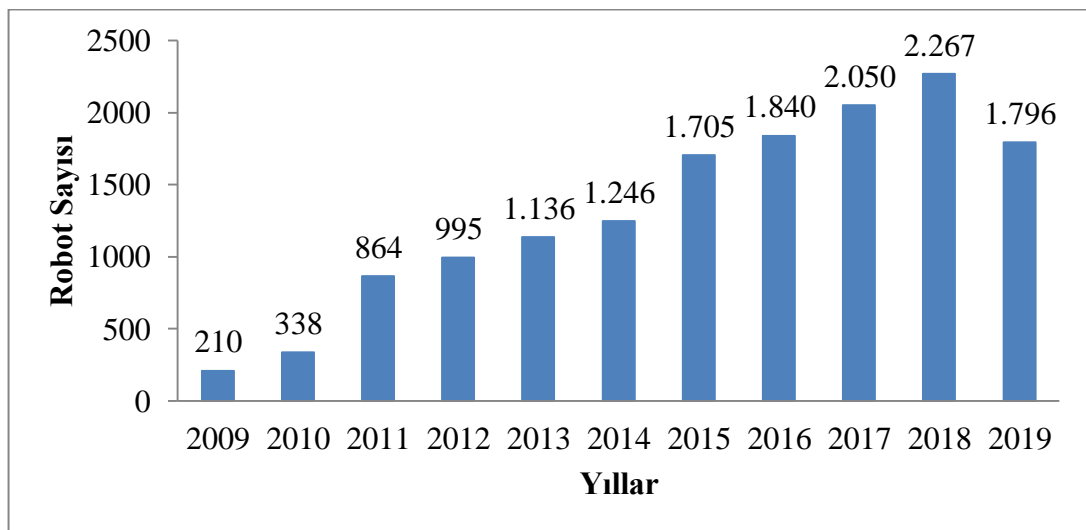
Yüzde 15-25 oranında verimlilik artışı, Türkiye'nin mevcut rekabet avantajını tamamen azaltabilir.



Şekil 3. 13 : Almanya'nın Sanayi 4.0 Dönüşümünün Türkiye'ye Muhtemel Etkisi (%)

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016, s. 36.

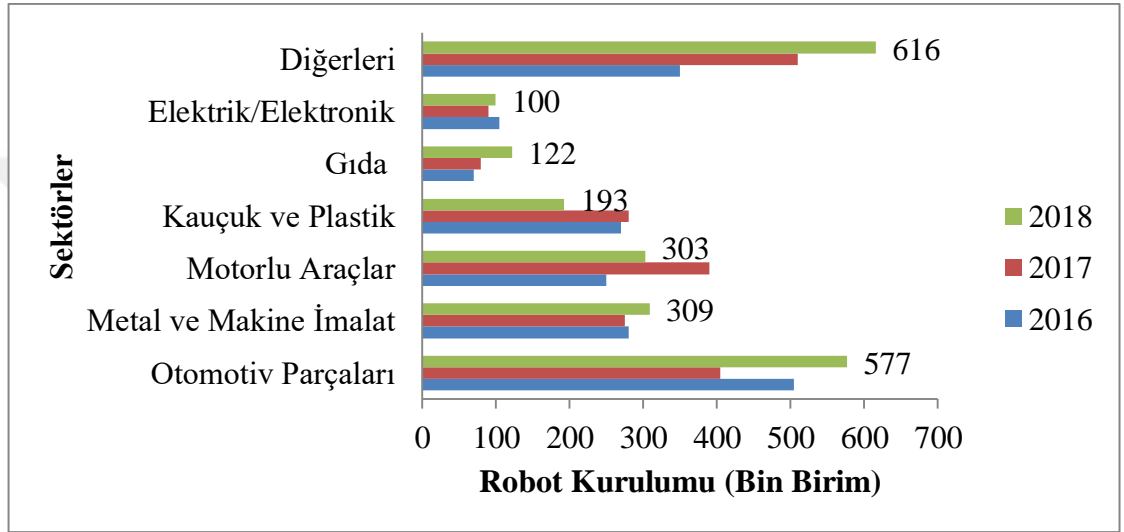
Sanayi 4.0 uygulamalarının diğer ülkelerde uygulanmaya başlanması, Almanya açıklamasında olduğu gibi, Türkiye'nin üzerindeki rekabet baskısını uzun vadede daha da arttıracaktır. Bu bağlamda, Türkiye rekabet sıralamasında kendisine göre daha yukarıda veya daha aşağıda olan ülkelere gelen maliyet baskılarına maruz kalacaktır (Bayraktutan, 2015: 76).



Şekil 3.14: Yıllara Göre Endüstriyel Robot Kurulumları- Türkiye

Kaynak: IFR, World Robotics, 2020.

Türkiye’de yıllara göre robot kurulumları incelendiğine 2018 yılına kadar bir artış eğilimi gözlenmektedir. 2009 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede Türkiye’de endüstriyel robot kurulumu on katına çıkmıştır. 2018 yılındaki robot kurulumları ise 2013 yılındaki robot kurulumlarının iki katı olarak gerçekleşmiştir. Türkiye özelinde Dünya’da gözlenen artış ivmesi gözlenmemekte olsa da endüstride robot kurulumları yıllara göre artış göstermektedir. 2019 yılındaki azalma ise döviz kuru yükselişlerinden kaynaklanan maliyet artışları sonucunda bir önceki yıla göre daha az robot kurulumu gerçekleşmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.15: Türkiye’de Sektör Temelli Sanayi Robotu Kurulumu, 2016-2018, Birim

Kaynak: ENOSAD den aktaran, Tülay Akarsoy Altay, Alper Gerçek, 2020, s. 45.

Türkiye’de en çok robot kurulumu otomotiv yan sanayisinde gözlenmektedir. Bu sektörde 2018 yılında 577 robot kurulumu yapılmıştır. Bu sayı tüm sektörlerin toplamının üçte birini oluşturmaktadır. Robot kurulumlarının üçte biri ise çeşitli imalat sanayisi sektörlerinde gerçekleşmiştir. Otomotiv sektöründen sonra motorlu araçlar ve metal makine imalatı işkollarında gözlenmektedir. Türkiye’de ve Dünya’da robot kurulumları imalat sanayisi sektörlerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 3.15).

4. TEKNOLOJİK GELİŞME VE EMEK PİYASASININ DÖNÜŞÜMÜ

4.1 Teknolojik Dönüşümün Dünyada İşgücü Piyasası Üzerindeki Etkisi

İçinde bulunduğumuz bu dönemde küresel ve ulusal bazda işgücü piyasaları önemli değişikliklere maruz kalmaktadır. Başta teknolojik gelişmeler olmak üzere, küreselleşme, yaşlanan nüfus, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletme çabaları işgücü piyasasını şekillendiren en önemli trendler haline gelmiştir. Sözü edilen değişikliklerin çoğu, karşı çıkanlar olmakla beraber potansiyel olarak oldukça yıkıcı olarak görülmektedir. Ancak, söz konusu bu yıkıcı küresel eğilimlerle ilgili endişeler aslında yeni de değildir. Sanayi devriminden bu yana, teknolojinin neden olduğu teknolojik işsizlikle ilgili tartışmalar oldukça yaygındır. Söz konusu korkulara rağmen, OECD ülkelerinde istihdam son on yıllarda istikrarlı bir şekilde artmıştır. İşgücü piyasaları, başta pek çok kadın olmak üzere daha önce dışlanmış sosyal grupları içerecek şekilde gelişmiştir. Kuşkusuz, diğer taraftan birçok işçi, bir takım sanayilerde yaşanan düşüş ve daralmadan doğal olarak olumsuz şekilde etkilenmiştir (OECD, 2019a: 6).

Söz konusu duruma ilişkin olarak bazı araştırmacılar, teknolojik ilerlemenin hızının ve yoğunluğunun arttığını ve yeni dönüşüm dalgasının çalışanlar için daha önceki dönüşüm ve değişimle karşılaştırılamayacak ölçüde yıkıcı sonuçlar doğurabileceğini iddia etmektedirler (Brynjolfsson ve McAfee, 2011'den aktaran Mokyr, Vickers ve Ziebarth, 2015: 32). Bu tür endişeler giderek yaygınlaşmakta ve bazı ülkelerde nüfusun büyük bir kısmı otomasyonun, dijitalleşmenin işler üzerindeki olumsuz etkilerinden endişe duymaktadır (Pew Araştırma Merkezi, 2018: 5).

Geleceğin ne getireceğini tam olarak bilmek imkansız olsa da, süreç sadece işleri yok etmekle kalmamakta, aynı zamanda işleri yaratmakta ve dönüştürmektedir. Tarihsel olarak, büyük teknolojik devrimlerin istihdam üzerindeki net etkileri olumlu olmuştur ve bu eğilimin önümüzdeki yıllarda radikal bir şekilde değişeceğine dair çok az işaret vardır. Genel yaklaşım, teknolojinin önümüzdeki on yıllarda işin yerini alma hızı konusunda uzmanların hemfikir olmadıkları, sorumlu politika oluşturma,

bir dizi potansiyel gelecek için etkin bir şekilde hazırlanarak işgücü piyasasının dayanıklılığını artırması gerektirir (OECD, 2019a).

Otomasyon nedeniyle istihdam kaybına riskine ilişkin yaklaşımda ve iş kaybı hesaplamalarında dikkat edilmesi gereken önemli bir konu, teknolojik yayılmanın onu hızlandırabilecek veya yavaşlatabilecek bir dizi faktöre bağlı olmasıdır. Yeni teknolojinin iş süreçlerine uygulanması çalışma hayatında kökten değişimleri beraberinde getireceği anlamına gelmez. Gerçekte, mevcut kanıtlar, teknolojinin yayılmasının ülkeler, sanayiler ve firmalar arasında oldukça heterojen olduğunu ortaya koymaktadır. Daha geniş teknoloji yayılımındaki kısıtlamalar, teknolojik ilerlemenin son on yıllarda neden üretkenlik kazanımlarına dönüşmediğini açıklamaya yardımcı olabilir (Chiacchio ve diğerleri, 2018: 2).

4.1.1 Teknolojik dönüşümün üretim üzerindeki etkisi

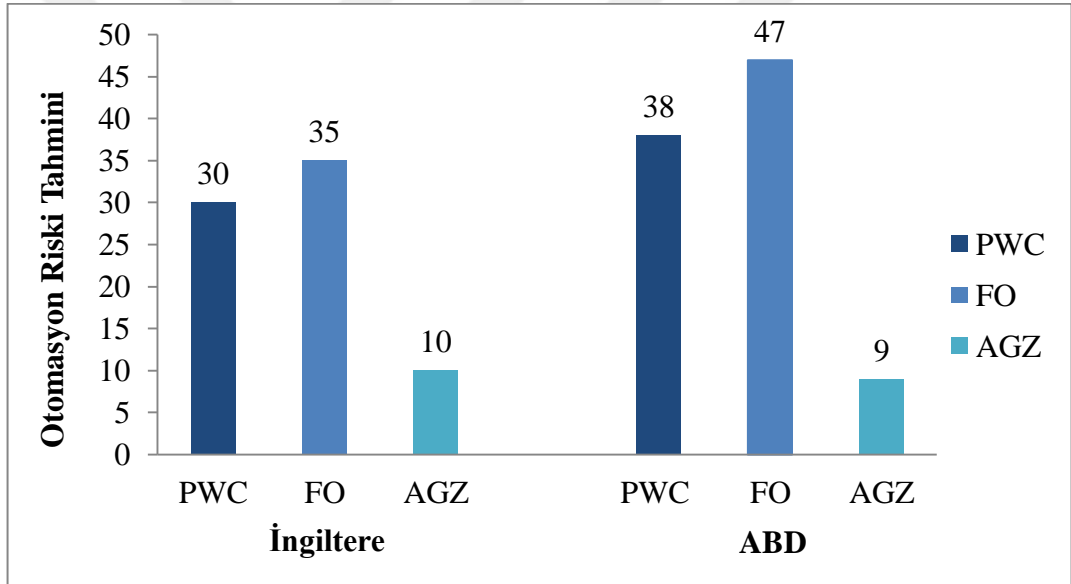
Üretim otomasyon ve dijital teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilmesine ilişkin olarak söz konusu gelişmelerin insan emeğini ikame edip süreçten dışlayacağına dair bazı araştırmacılar, işe ve işyerine nüfuz eden yeni teknolojilerin bir sonucu olarak işlerin hangi mesleklerin, görevlerin ve işlerin otomatikleştirilebileceğini tahmin etmeye çalışmıştır. Bu alanda çokça alıntılanan bir analiz, ABD’de tüm işlerin çok uzun olmayan bir gelecekte neredeyse yarısı bilgisayarlar veya algoritmalar tarafından ikame edilme riski altında olduğunu tahmin eden Frey ve Osborne (2013) tarafından yapılan çalışmadır.

Frey ve Osborne’un çalışmasından elde edilen tahmin sonuçlarına ilişkin getirilen eleştiriler ise, aynı meslekteki tüm işçilerin aynı görevleri yerine getirmediği ve dolayısıyla işlerinin otomatikleştirilmesi konusunda aynı riskle karşı karşıya kalmadıkları için, bir bütün olarak mesleklerin otomatikleştirilmesinin olası olmadığını şeklindedir (Autor ve Handel, 2013: 59). Örneğin, bir işçinin işi, aynı meslekteki başka bir işçinin işinden daha fazla yüz yüze etkileşim veya özerklik içerebilir.

Elde edilen sonuçlar, bilgisayarlaşma olasılıklarına bağlı olarak meslekler arasında yüksek, orta ve düşük riskli ayrımı yapılmakta olup tahmin sonuçlarına göre, ABD toplam istihdamının yaklaşık yüzde 47’sinin önümüzdeki çok uzun olmaya bir zaman diliminde yüksek otomasyon riski altında olduğunu ve mesleğin gerektirdiği eğitim düzeyi ile ortalama ücretlerdeki artış ve işin bir bilgisayar tarafından tamamlanma

olasılığı arasında ters bir ilişki olduğuna inanmaktadır. Arntz, Gregory ve Zierahn (2016) tarafından elde edilen sonuçlar, Frey ve Osborne tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında çok farklı bir sonuç vermiştir. Frey ve Osborne (2013)'de ABD'deki otomasyon potansiyelinin yüzde 47 olarak bulunmuşken, söz konusu otomasyon olasılığı Arntz, Gregory ve Zierahn (2016)'da yüzde 9 olarak hesaplanmıştır. Üstelik hiçbir ülkede olası otomasyon olasılığı yüzde 12'yi geçmemektedir.

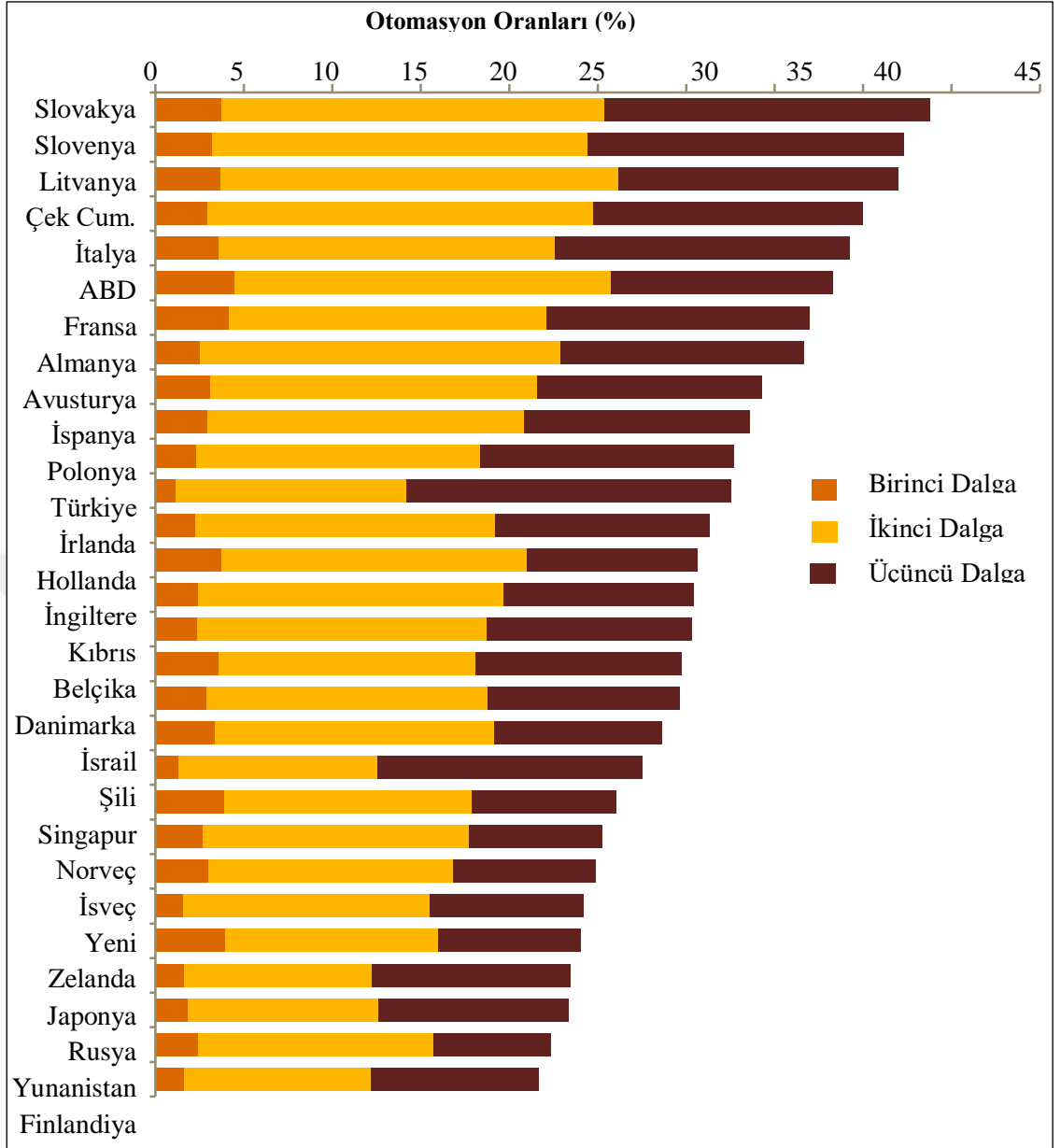
Bu tartışmalara ilişkin bir diğer çalışmada 2017'de PwC tarafından tanıtılmıştır. Arntz, Gregory ve Zierahn (2016)'ın görev tabanlı yaklaşımını da uygulanan çalışma da, ABD'de işlerin yüzde 30'unun yüksek otomasyon riski altında olduğunu göstermektedir. Söz konusu çalışmalarda ABD ve İngiltere için elde edilen sonuçlar Şekil 4.1 gösterilmiştir.



Şekil 4.1: ABD ve İngiltere'deki Otomasyon Riski Tahminleri (%)

Kaynak: Frey ve Osborne (2013), OECD (2016), PwC (2017: 32).

Frey ve Osborne (2013), Arntz, Gregory ve Zierahn (2016) ve PwC (2017) çalışmalarındaki metodolojik farklılıklar bir kenara bırakılırsa, PwC (2018) tarafından üç farklı otomasyon dalgası/dönemi öngörülerek yapılan bir çalışmada; 2020'lerin başlarına kadar sürecek olan birinci aşamada otomasyondan etkilenen işlerin yüzde 2 ile yüzde 3 arasında, 2020'lerin sonlarına kadar sürecek olan ikinci aşamada bu oranın yüzde 20'ye yükseleceği ve üçüncü aşamada ise otomasyondan etkilenen işlerin oranı yüzde 30'a kadar çıkacağı ifade edilmiştir. Bu bağlamda her aşamanın üretim süreçlerine etkisi farklılık göstermektedir.



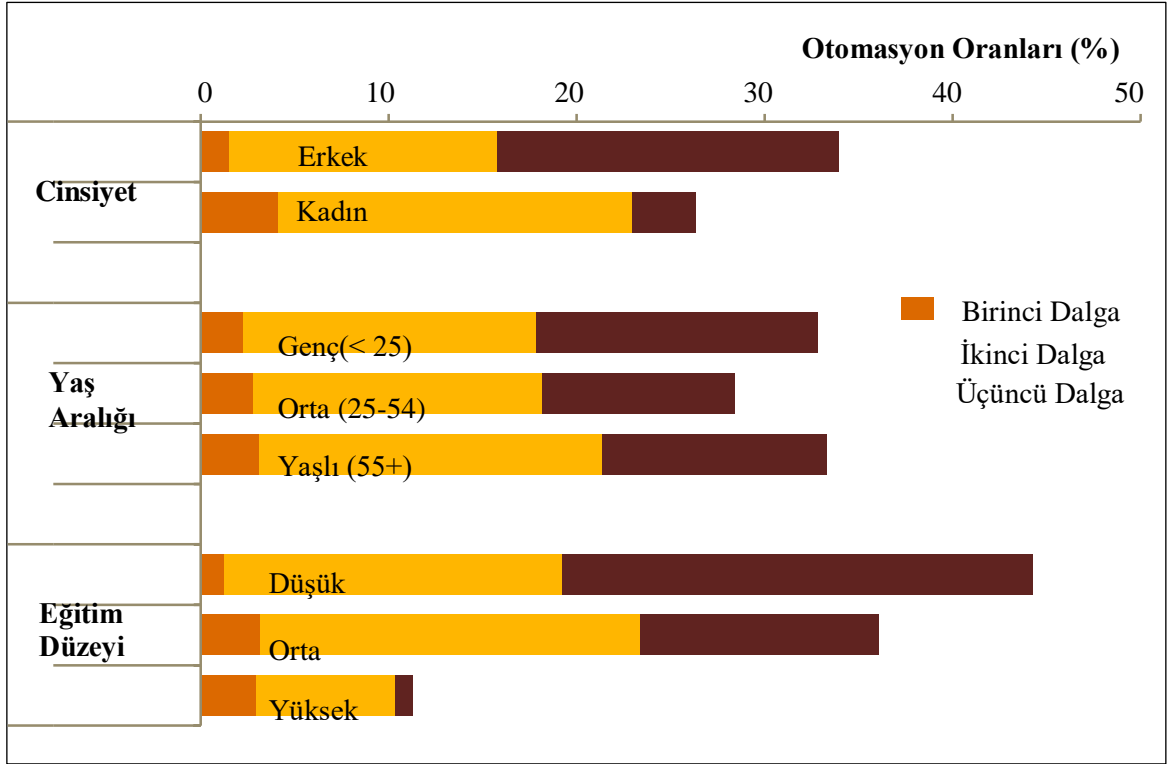
Şekil 4.2: Potansiyel Otomasyon Oranları (%)

Kaynak: PwC, 2018, s. 2.

Şekil 4.2, ele alınan ülkelerde otomasyonun üç aşama sonucunda ne kadar etkili olacağını göstermektedir. Otomasyon dalgasından en çok etkilenen ülke Slovakya, en az etkilenen ülke ise Güney Kore olarak gözükmektedir. Türkiye'nin ilk aşamadan fazla etkilenmeyeceği, fakat ikinci ve nihayetinde üçüncü aşama ile birlikte bütün işlerin 1/3 kadarının otomasyona uğrama ile karşı karşıya kalacağı beklenilmektedir (PwC, 2018).

Sanayi 4.0 ve beraberinde getirdiği teknolojilerin neden olacağı gelişmeleri çeşitli demografik özellikler üzerinden değerlendirilmesi de hangi grubun ne kadar

etkileneceğinin ortaya konulması ve dolayısıyla alınması gereken önlemleri ve uygulamaya konulacak politika belirlemek açısından oldukça önemlidir. Otomasyonun yaş, cinsiyet ve eğitim üzerindeki olası etkileri Şekil 4.3’de görülmektedir.



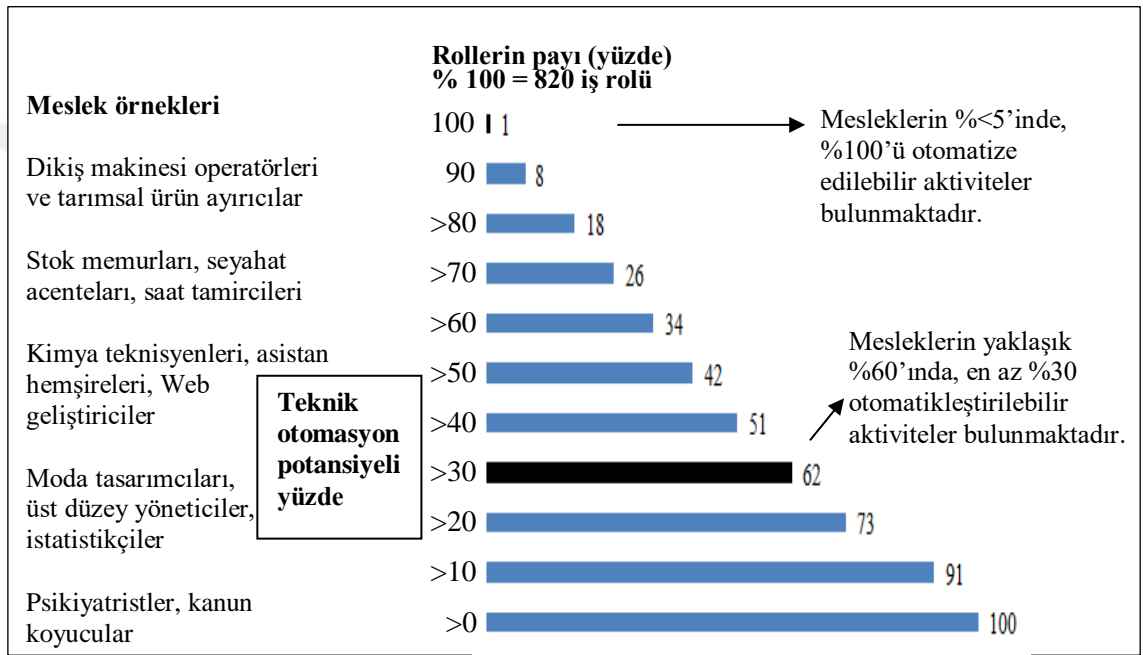
Şekil 4.3: Otomasyona Uğrayacak İşlerin Cinsiyet, Yaş ve Eğitim Profiline Göre Dağılımı (%)

Kaynak: PwC, 2018, s. 4.

Otomasyon dalgaları genel olarak değerlendirildiğinde, otomasyon riski erkek çalışanlar için yüzde 34 ve kadın çalışanlar için ise yüzde 26 olarak tahmin edilmiş olup aradaki farklılığın nedeni erkek ve kadınların çalıştıkları sektörlerin farklı olmasında kaynaklanmaktadır. Yaş grupları açısından ele alındığında ise otomasyon riski, 25 yaşından küçük veya 55 yaşından büyükler için neredeyse aynıken 25-54 yaş aralığı için ise otomasyon doğal olarak riski daha düşüktür. Şekil 4.3’de görüleceği üzere mesleklerin otomasyona uğraması ile en büyük fark, çalışanların eğitim düzeyidir. Ayrıca orta ve düşük eğitim seviyesine sahip olanların işlerinin otomasyona uğrama olasılığı yükseköğretim görenlere göre daha yüksektir (PwC, 2018’den aktaran Kurt ve Bozoklu, 2019: 36).

Otomasyon içinde bulunduğumuz dönemde çok farklı iş faaliyetlerinin yerini almaya başlamıştır. McKinsey Global Institute tarafından, hangi mesleki aktivitelerde

otomasyonunun sağlanabileceği incelenmiştir (Şekil 4.4). Sonuç olarak, mevcut çalışma saatlerinin yüzde 50'sinin otomasyonunun mümkün olduğunu şeklinebilir. Fakat bu sonuç mesleklerin yüzde 50'sinin ortadan kaybolacağı anlamına gelmemektedir. Toplamda mesleklerin sadece yüzde 5'inden daha azında tamamen otomasyon sağlanabilirken ayrıca her 10 meslekten 6'sı yüzde 30 oranında otomatik edilebilir durumdadır. Ayrıca söz konusu sonuçlardan ele edilen önemli bir çıkarsama da asıl değişecek olanın işlerin kompozisyonu olduğudur (McKinsey, 2020: 13).



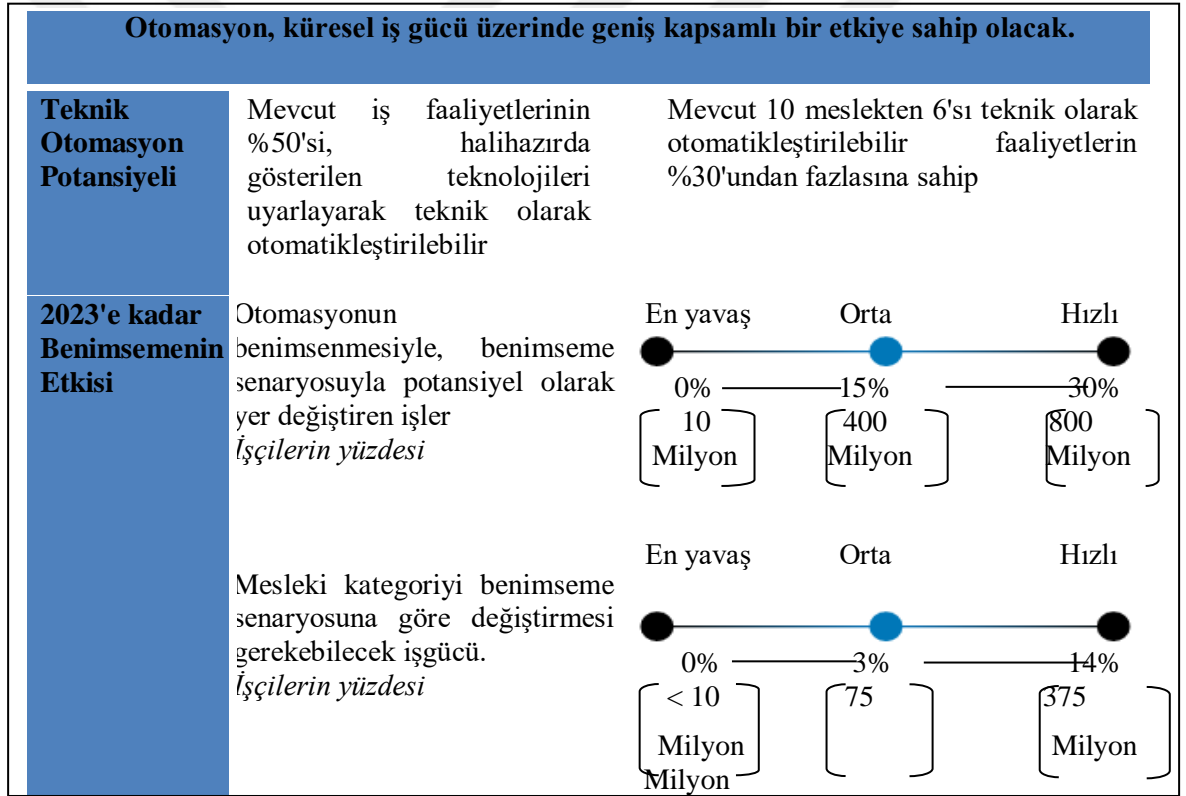
Şekil 4. 4 : Mesleklerin Otomasyonu (%)

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 13.

4.1.2 Teknolojik dönüşümün istihdam üzerindeki etkisi

Teknolojik dönüşümün istihdama olan etkisine ilişkin olarak McKinsey Global Institute tarafından yapılan 46 ülke ve 800'den fazla iş türünü dikkate alan çalışmada, robotların 2030 yılına kadar 400 ile 800 milyon kişiyi işsiz bırakabileceği sonucuna ulaşılmıştır (McKinsey, 2017b: 2). Yine aynı çalışmada Sanayi 4.0'ın iki temel itici gücü olan otomasyon ve yapay zekanın gelişmesi ve yayılmasının bir sonucu olarak 2030 yılına kadar 75 ile 375 milyon (üst senaryoda bunların 100 milyonu yalnızca Çin'de) kişinin mesleki olarak farklılaşmaya zorlanacağını yani küresel işgücünün yüzde 3 ile yüzde 14'ünün yeni beceriler öğrenmesi gerekeceği

tahmin edilmiştir (Şekil 4.5). Bu arada, ABD ve Almanya'daki işgücünün üçte biri ve Japonya'da çalışanların neredeyse yarısının yeni beceriler öğrenmek veya iş değiştirmek zorunda kalacağı çalışmanın dikkat çeken tahminleridir. Ayrıca, kuruluşların yüzde 60'ındaki işlerin en az yüzde 30'u, otomatikleştirilmiş süreçler kullanılarak başarıyla yürütülebilir durumdadır. Ayrıca robotların tüm dünyada değil daha çok zengin ve sanayileşmiş ülkelerde ağırlıklı olarak kullanılacağı düşünüldüğünde yapılan araştırmalarda istihdam kaybının daha çok bu ülkelerde yaşanacağına gözlenmekte, Almanya ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde her üç bireyden birinin otomasyondan etkileneceği ve ABD'de, orta sınıfın özellikle de ofis yöneticileri ve inşaat ekipmanları operatörlerinin mesleklerini robotlara karşı kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir.



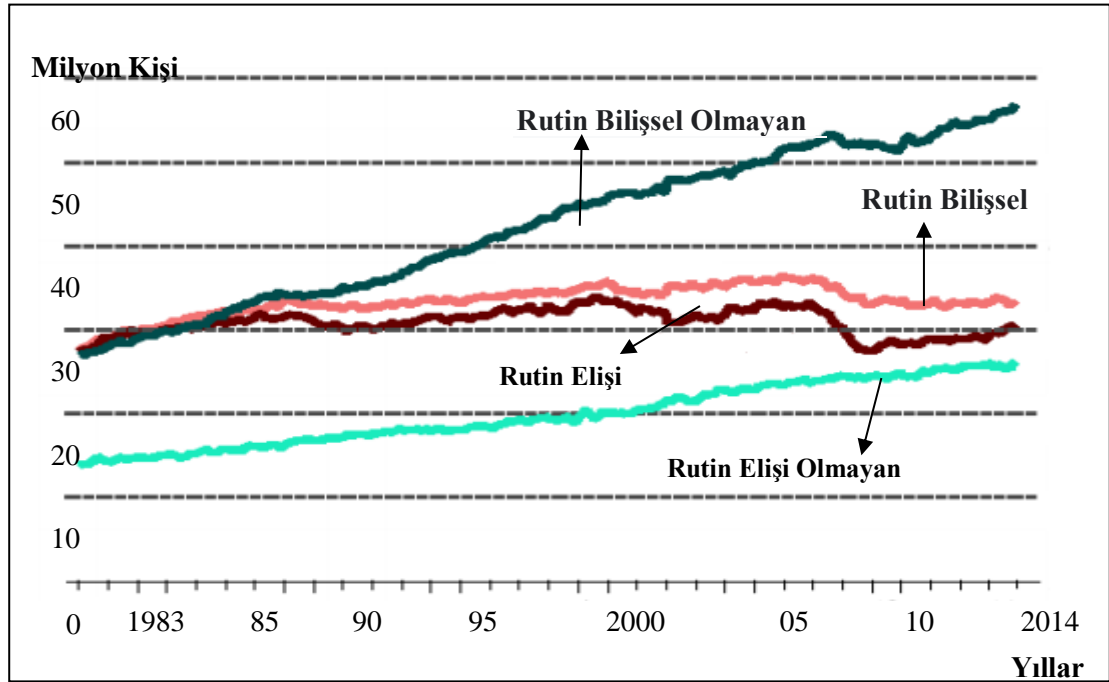
Şekil 4.5: Otomasyonun İstihdam Üzerindeki Etkisi (%)

Kaynak: MGI, 2017b, s. 2.

WEF (2020) tarafından yapılan “2020 İşlerin Geleceği Anketi”nde yer alan sonuçlara göre 2025 yılına kadar 85 milyon işin insanlar ve makineler arasındaki iş bölümündeki bir değişiklik yok olacağı, insanlar arasındaki yeni iş bölümüne daha uygun 97 milyon yeni işin olacağı tahmin edilmiştir. Ekonomi ve iş piyasaları geliştikçe, bakım ekonomisinde teknoloji alanlarında (yapay zeka gibi) ve içerik

oluşturma kariyerlerinde (sosyal medya yönetimi ve içerik yazma gibi) yeni rollerin ortaya çıkacağı tahmin edilmiştir. Ortaya çıkan meslekler, yeşil ekonomi işleri için artan talebi yansıtacaktır. WEF, 2018 İşlerin Geleceği Raporuna göre ise 20 büyük ekonomide 75 milyon işin 2022 yılına kadar değişmesi ya da tamamen yenilenmesinin beklendiği, aynı zamanda teknolojik gelişmeler ve yeni çalışma yöntemlerinin insanların makine ve algoritmalarla çalışmasına imkân verecek yeni ürün ve hizmetlerde geniş çaplı bir büyüme sağlayacağı ve buna bağlı olarak 133 milyon yeni iş kolu yaratabileceği öngörülmektedir.

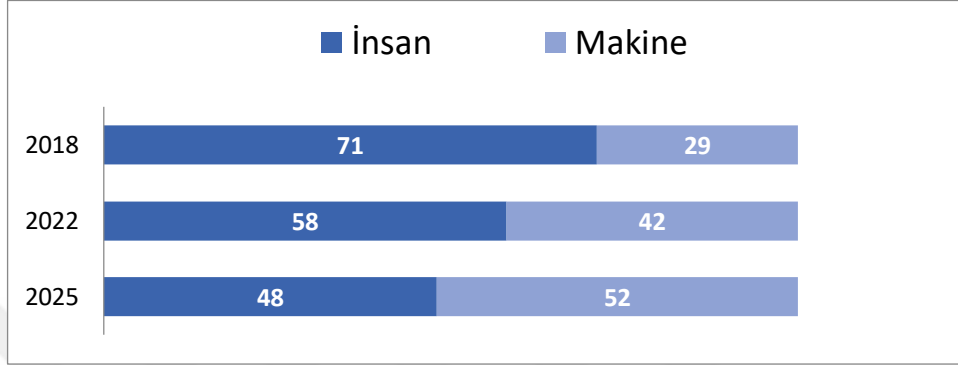
Teknolojik dönüşüm sadece fiziksel süreçlerde değil, bilişsel yetenek gerektiren çeşitli mesleklerde de insan emeğini ikame etmeye başlamıştır. Bu etkinin teknolojik gelişimde öncü olan ABD üzerinden incelenmesi diğer gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülke içinde yol gösterici olmaktadır. Buna göre işler öncelikle fiziksel veya bilişsel olup olmamalarına göre, sonra da rutin olup olmamalarına göre bir ayrıma tabi tutulmaktadır. Rutin bilişsel ve rutin fiziksel işlerde çalışanlar genelde orta gelir grubunu oluştururken, rutin olmayan bilişsel işler ise yüksek gelir grubunu oluşturmaktadır (Autor, Katz, Kearney, 2006: 189). 1980'lerden itibaren işlerin büyük ölçüde otomasyona girdiği ABD'de işin türüne göre istihdam hareketliliği Şekil 4.6'da görüldüğü gibidir.



Şekil 4.6: İşin Türüne Göre İstihdam (ABD, Milyon Kişi)

Kaynak: The Economist, 2016: 6.

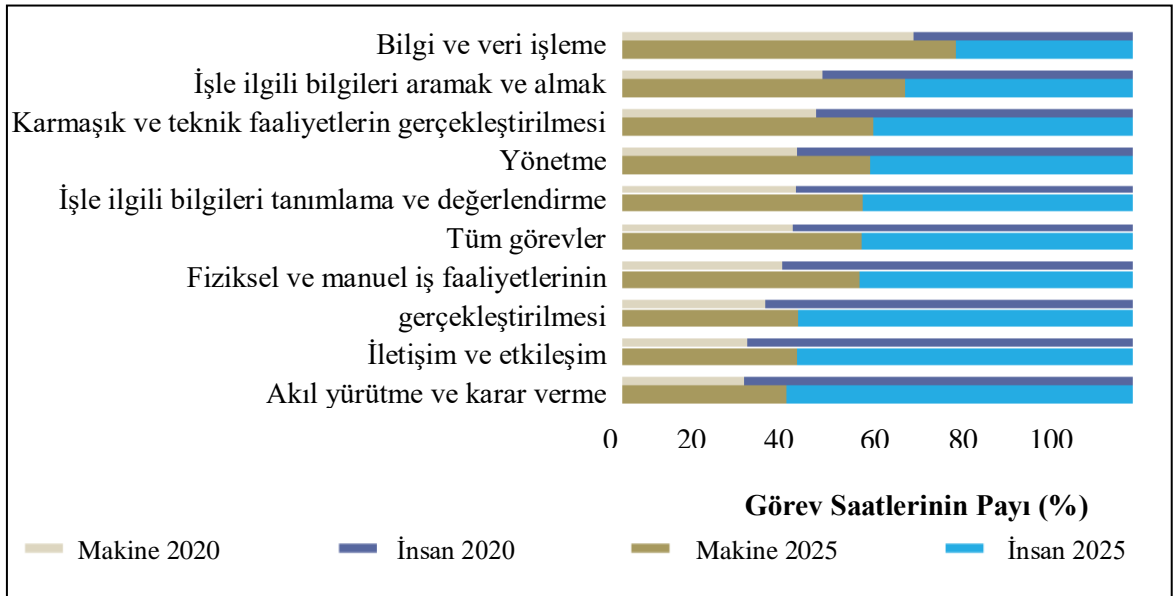
Sanayi 4.0, getirdiği yeniliklerle günümüzün görevlerine ilişkin olarak insan, makine ve algoritmalar arasındaki iş bölümünde önemli oranda değiştireceği tahmin edilmektedir. WEF tarafından yayınlanan raporda; ele alınan sektörlerdeki toplam görev saatlerinin ortalama olarak yüzde 71'i insanlar, yüzde 29'u makineler veya algoritmalar tarafından yapıldığı fakat söz konusu oranın 2025 yılında yüzde 48'e yüzde 52 olarak insanların aleyhine gelişeceği söylenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Otomasyon Oranı: Harcanan Saatlerin Payı Olarak (%)

Kaynak: WEF, 2018.

2018 yılı itibariyle makinelerin ve algoritmaların çalışma saatleri insanların çalışma saatlerinden daha fazla değildi. Ancak 2022 yılında bilgi ve veri işleme çalışmalarında bilgi arama ve bulma faaliyetlerinde makine ve algoritmaların çalışma saatleri insanların çalışma saatlerinin üstünde olacağı beklenmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: İnsanların ve Makinelerin Çalışma Saatleri Oranı (%)

Kaynak: WEF, 2020, s. 29.

4.1.3 Teknolojik dönüşümün meslekler, beceriler üzerindeki etkisi

Sanayi 4.0 ve beraberinde getirdiği ve aynı zamanda etkilendiği mega trendlerin bir sonucu olarak hangi mesleklerin hangi oranda otomatikleştirilebileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu alanda ilgili literatürde metodoloji ve eksiklikleriyle sıklıkla dile getirilen ve ABD’deki tüm işlerin neredeyse yarısı bir sonraki süreçte bilgisayarlar veya algoritmalar tarafından ikame edilme riski altında olduğunu tahmin eden Frey ve Osborne (2017: 268) tarafından yapılan analizdir.

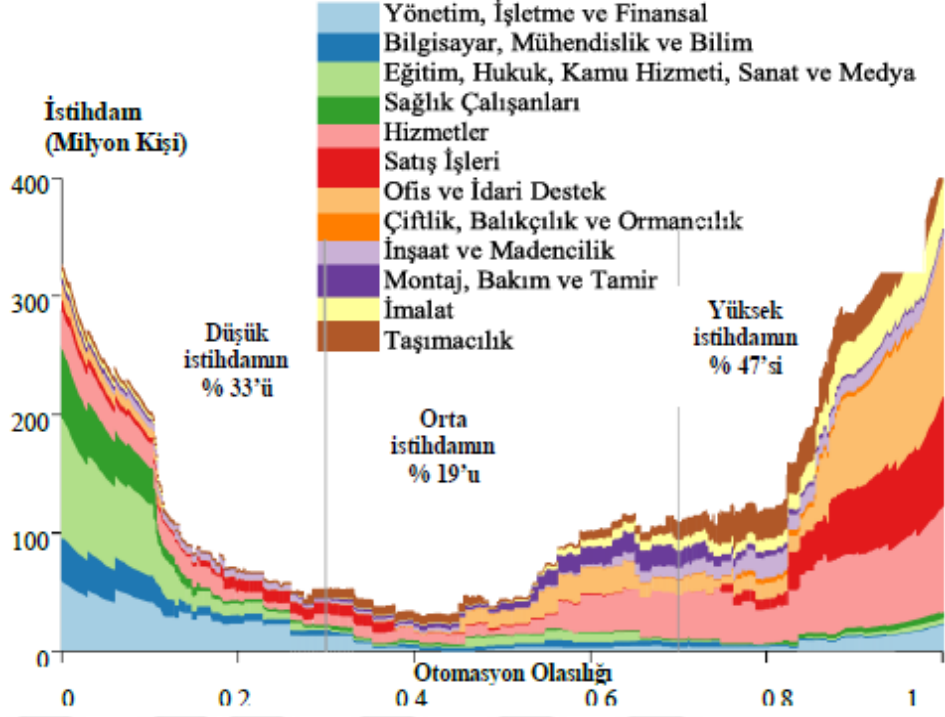
Analizin yapıldığı tarihten itibaren birkaç on yıl içerisinde mesleklerin otomatikleştirilmesine ilişkin tahminler, uzmanların farklı mesleklerin otomatikleştirilebilmesi olasılığına ilişkin değerlendirmeleri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu büyük tahminlerin eleştirmenleri, aynı meslekteki tüm işçilerin aynı görevleri yerine getirmediği ve dolayısıyla işlerinin otomatikleştirilmesi konusunda aynı riskle karşı karşıya kaldıkları için, bir bütün olarak mesleklerin otomatikleştirilmesinin olası olmadığını savunan yaklaşımlar da söz konusudur.

Çizelge 4.1: Otomasyona En Çok ve En Az Yatkın Mesleklerin Örnekleri

Otomasyona En Yatkın Olanlar	Otomasyona En Az Yatkın Olanlar
Tele-pazarcılar	Akıl Sağlığı ve Madde Bağımlılığı Sosyal İşçileri
Vergi Danışmanları	Koreograflar
Sigorta Eksperleri, Otomobil Hasarları	Doktor ve Cerrahlar
Hakemler ve Diğer Spor Görevlileri	Psikologlar
Mahkeme Kâtipleri	İnsan Kaynakları Yöneticileri
Restoran ve Kafelerde Garsonlar	Bilgisayar Sistem Analistleri
Emlak Komisyoncular	Antropologlar ve Arkeologlar
Tarım İşçileri Aracıları	Deniz Mühendisleri ve Bahriye Mimarları
Sekreterler ve İdari Asistanlar, Hukuk, Tıp ve Yönetim dışında	Satış Yöneticileri
Kuryeler	Genel Müdürler

Kaynak: Carl Benedikt Frey ve Michael Osborne, Oxford Üniversitesi, 2017, s. 278.

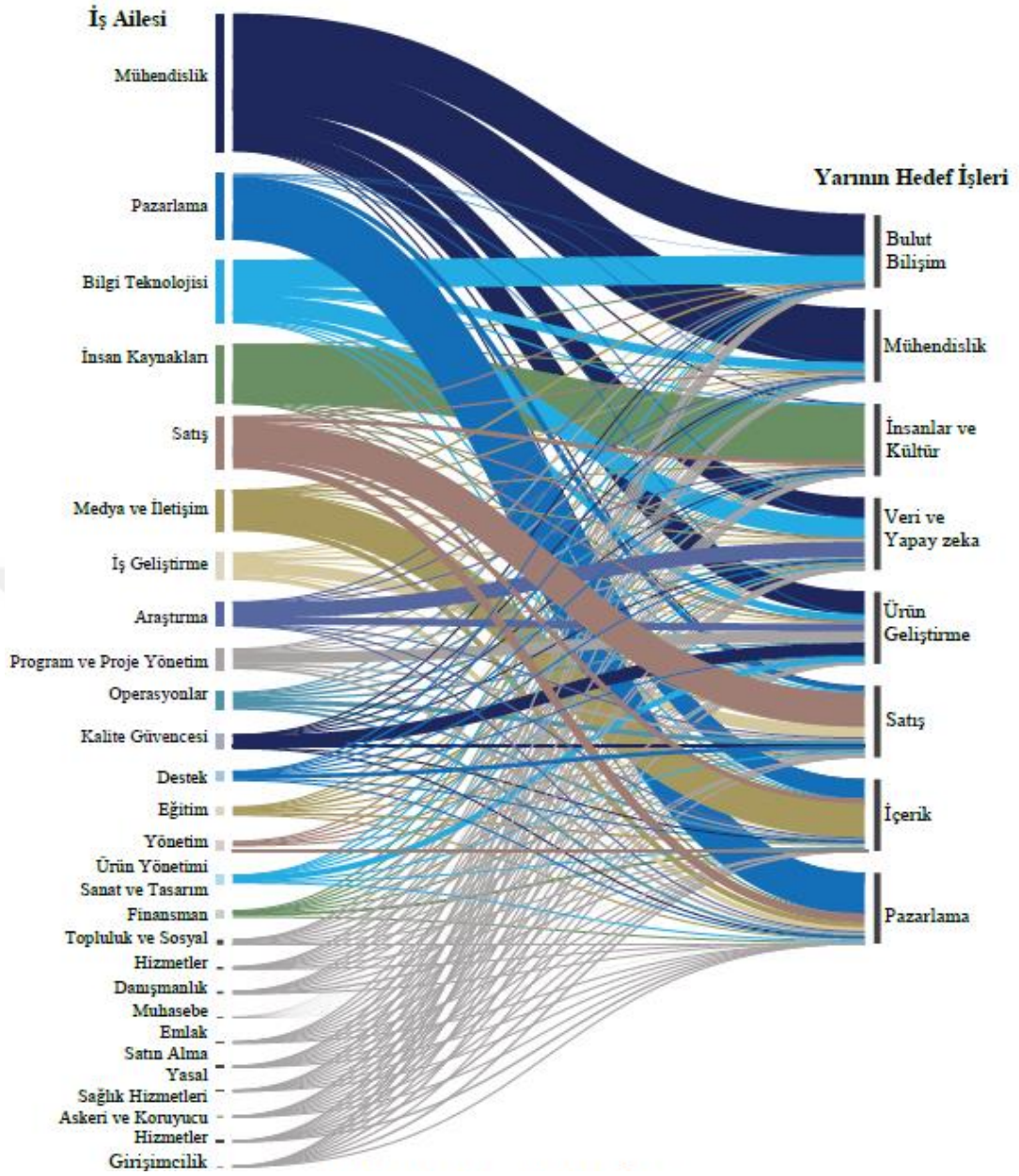
Frey ve Osborne (2017: 278) tarafından yapılan çalışmada otomasyona en yakın olan ve otomasyona en az yakın olan meslekler ve söz konusu mesleklerin otomasyona uğrama olasılıkları Çizelge 4.1’deki gibidir.



Şekil 4.9: ABD’de Mesleklerin Otomasyon Riski

Kaynak: Frey ve Osborne, 2013, s. 37.

Şekil 4.9’de Amerika Birleşik Devletleri’nde çeşitli sektör ve işletmelerde otomasyonun risklerine dikkat çekilmiştir. Buna göre grafiğin sol kısmı otomatize edilme açısından “*düşük risk*”lidir. Buna göre istihdamın yüzde 33’ü düşük risk, yüzde 19’u orta risk bölgesindedir. Frey ve Osborne tarafından yapılan çalışmaya göre ABD’deki tüm işlerin yüzde 47’sinin otomatikleştirilme riski yüzde 70’ten fazladır (yüksek risk). WEF (2020) raporunda yer aldığı üzere geleceğin meslekleri Şekil 4.10 gösterildiği gibi olacaktır.



Şekil 4.10: Geleceğin Hedef İşleri

Kaynak: WEF, 2020, s. 34.

Çizelge 4.2: Sektörler Arasında Talebi Artan ve Azalan İş Rollerini (Üst 20)

Talebi Artan	Talebi Azalan
Veri Analistleri ve Veri Bilimciler	Veri Giriş Görevlileri
Yapay zeka ve Makine Öğrenimi Uzmanı	İdari ve İdari Sekreter
Büyük Veri Uzmanı	Muhasebe, Defter Tutma ve Bordro Memurları
Dijital Pazarlama ve Strateji Uzmanı	Muhasebeciler ve Denetçiler
Proses Otomasyon Uzmanı	Montaj ve Fabrika İşçileri
İş Geliştirme Uzmanı	İşletme Hizmetleri ve Yönetim Yöneticileri
Dijital Dönüşüm Uzmanı	Müşteri Bilgileri ve Müşteri Hizmetleri Çalışanları
Bilgi Güvenliği Analisti	Genel ve Operasyon Yöneticileri
Yazılım ve Uygulama Geliştiricileri	Mekanik ve Makine Tamircileri
Nesnelerin İnterneti Uzmanı	Malzeme Kayıt ve Stok Tutma Görevlisi
Proje Yöneticisi	Finansal Analistler
İşletme Hizmetleri ve Yönetim Yöneticileri	Posta Servisi Memuru
Veritabanı ve Ağ Uzmanları	Satış Temsilcisi, Toptan ve İmalat, Teknoloji ve Bilim Ürünleri
Robotik Mühendisi	İlişki Yöneticileri
Stratejik Danışman	Banka Veznesi ve İlgili Katipler
Yönetim ve Organizasyon Analistleri	Kapıdan Kapıya Satış, Haber ve Sokak Satıcıları
Fintech (Finansal Teknoloji) Mühendisi	Elektronik ve Telekom Kurulumcuları ve Tamircileri
Mekanik ve Makine Tamircileri	İnsan Kaynakları Uzmanı
Organizasyonel Gelişim Uzmanları	Eğitmen
Risk Yönetimi Uzmanı	İnşaat İşçisi

Kaynak: WEF, 2020, s. 30.

Future of Jobs Survey'in 2020 versiyonu, 2018 anketine benzer şekilde artan talepte lider konumlar Veri Analistleri ve Bilim Adamları, AI ve Makine Öğrenimi Uzmanları, Robotik Mühendisleri, Yazılım ve Uygulama geliştiricileri ve Dijital Dönüşüm Uzmanları gibi rollerdir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3: 2025 Yılı İçin En İyi 15 Yetenek

Analitik düşünce ve yenilik

Aktif öğrenme ve öğrenme stratejileri
Karmaşık problem çözme
Eleştirel düşünme ve analiz
Yaratıcılık, özgünlük ve girişim
Liderlik ve sosyal etki
Teknoloji kullanımı, izleme ve kontrol
Teknoloji tasarım ve programlama
Esneklik, stres toleransı ve esneklik
Akıl yürütme, problem çözme ve fikir oluşturma
Duygusal zeka
Sorun giderme ve kullanıcı deneyimi
Servis oryantasyonu
Sistem analizi ve değerlendirmesi
İkna ve müzakere

Kaynak: WEF, 2020, s. 36.

4.2 Teknolojik Dönüşümünün Türkiye’de İşgücü Piyasası Üzerindeki Etkisi

4.2.1 Türkiye’de emek piyasası

Nüfusunun büyük ve genç olması Türkiye’de her yıl çalışma çağındaki nüfusu yaklaşık olarak 1 milyon arttırmaktadır. Tarihsel olarak her yıl ortalama yüzde 5 civarında gerçekleşen büyüme hızı ise işsizliği azaltma konusunda yeterli olamamaktadır.

Türkiye’de emek piyasasına ilişkin temel göstergeler incelendiğinde; işsizlik oranının gelişmiş ülkeler ve yükselen piyasalar olarak isimlendirilen ülkelerdeki işsizlik ortalamasının üzerinde olduğu (Loungani, P. ve An, Z. (IMF Blog), 2016), kayıt dışı istihdamın ciddi oranda düşürülmüş olmasına rağmen hala yüksek olduğu (ILO, 2016: 59), istihdamın yarısından fazlasının (yüzde 54.7) hizmetler sektöründe gerçekleştiği (Atış, 2017: 58), genç işsizliğinin (yüzde 26) genel işsizliğin yaklaşık iki katı olduğu ve özellikle kadınlarda düşük işgücüne katılım (Atış, 2017: 58) dikkat çekmektedir. Söz konusu olumsuzluklar beraber ele alındığında (Taşdemir vd., 2019: 61) tarafından da ifade edildiği üzere yüksek işsizlik oranları Türkiye’deki gelir eşitsizliğini artırmakta, tasarruf açığı yaratması sebebiyle de ekonomik büyümeyi yavaşlatmaktadır.

Emek piyasasının ayırt edici söz konusu özelliklerinin yanı sıra; Türkiye'nin yaşadığı göç problemi ve içinde bulunduğumuz dönemde ortaya çıkan Covid-19 salgını gibi olumsuz gelişmelere ilaveten, çalışmamızın temel konusu olan teknolojik ilerlemelerin üretim süreçlerinde hızlı bir şekilde yer verilmesi emek piyasasını ciddi anlamda dönüştüreceği açıktır. İşsizlik oranının aşağılara indirilebilmesi için teknolojik gelişmelerin neden olacağı değişimleri karşılamak bir yana, mevcut durumun dengelenmesi için bile Türkiye'de emek piyasasının etkinliğini artırıcı politikalara bugünden ihtiyaç duyulmaktadır (Taşdemir vd., 2019: 60).

Türkiye'de temel mevsim etkisinden arındırılmış temel işgücü verileri, 2020 yılına ilişkin olarak, Çizelge 4.4'te gösterilmektedir. Söz konusu çizelge genç ve büyük bir nüfusu olan Türkiye'de söz konusu nüfusa yönelik olarak istihdam imkanlarının yaratılmasında eksiklik olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4: Türkiye'de Temel İşgücü İstatistikleri, 15+ Yaş, (Bin kişi)

Nüfus (15+yaş)	Toplam		Erkek		Kadın	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
İşgücü	33.180	31.749	22.261	21.592	10.919	10.156
İstihdam	28.529	27.554	19.527	19.014	9.002	8.541
Tarım	5.603	5.289	3.062	3.090	2.542	2.199
Sanayi	5.551	5.460	4.234	4.130	1.317	1.330
İnşaat	1.575	1.722	1.520	1.649	55	73
Hizmet	15.800	15.083	10.711	10.145	5.088	4.938
İşsiz	4.650	4.194	2.734	2.579	1.916	1.615
İşgücüne dahil olmayanlar	28.411	30.981	8.170	9.448	20.241	21.534

Kaynak: TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2020.

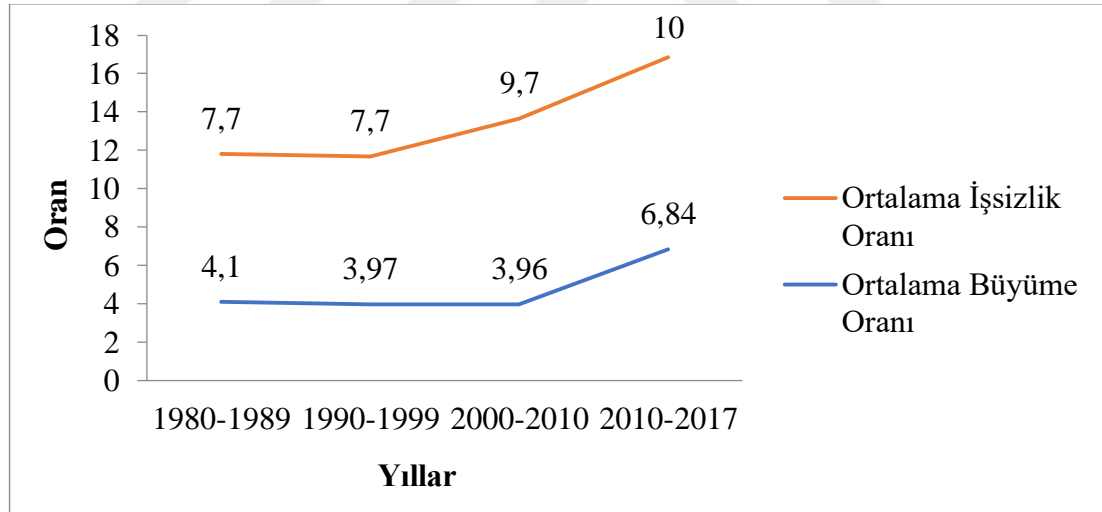
Çalışma çağındaki nüfusun emek piyasasına girme yönünde eğilimini ve emek piyasasının etkinliğine ilişkin önemli bir gösterge olan işgücüne katılım oranı, 2017 yılına ilişkin olarak dünya ortalaması yüzde 62, Türkiye ortalaması ise yüzde 52.8'dir. Türkiye'de işgücüne katılım oranlarının düşük olmasının ana nedeni kadınların işgücüne katılım oranının çok düşük olmasıdır. Çizelge 4.5'te görüleceği üzere, Türkiye, erkeklerin işgücüne katılım oranı (yüzde 72,5) bakımından dünya ortalamasına (yüzde 75) yakınken, kadınların işgücüne katılım oranı bakımından (yüzde 33,6) dünya ortalamasının (yüzde 48,7) çok uzağındadır.

Çizelge 4.5: İşgücüne Katılım Oranları (15 Yaş Üstü Nüfus) (%)

Eğitim Durumu	Erkek (%)	Kadın (%)	Toplam (%)
Okur-yazar olmayanlar	32,4	15,9	18,8
Lise altı eğitim	69,3	27,7	48,9
Lise	71,6	34,3	54,8
Meslek veya teknik lise	81	42,6	66,1
Yükseköğretim	86,5	72,7	80,2
Türkiye Toplam	72,5	33,6	52,8
Dünya	75	48,7	62
OECD	64	51	58,1
AB üyesi ülkeler	69	51	60,2

Kaynak: World Bank, TÜİK, Yenilmez ve Kılıç (2018) aktaran Taşdemir vd., 2019, s. 62.

Şekil 4.11’de, 1980-2017 periyoduna ilişkin olarak büyüme ve işsizlik değerlerini göstermektedir. 1980-2000 yılları arasında ortalama işsizlik yüzde 7,7 iken, 2000 sonrası yüzde 10 düzeyine yükselmiştir. Büyüme oranları ise 2000’e kadar yüzde 3-4 aralığında iken, sonrasında ortalamasının yükseldiği görülmektedir. Söz konusu oranlar, Türkiye’de büyümenin istihdam yaratabilme kabiliyetine şüpheyile yaklaşılmasına ve istihdamsız büyüme tartışmalarına neden olmuştur.



Şekil 4.11: İşsizlik ve Büyüme (%)

Kaynak: World Bank, TÜİK, Yenilmez ve Kılıç (2018) aktaran Taşdemir vd., 2019, s. 63.

4.2.2 Türkiye’de işgücünün nitelikleri

Çizelge 4.6’da, 2019 ve 2020 yıllarına ilişkin olarak işgücünün eğitim durumuna göre işgücüne katılma, istihdam oranı ve işsizlik oranı yer almaktadır. Çizelge 4.6’da görüldüğü üzere eğitim düzeyi arttıkça işgücüne katılma ve istihdam oranı artmaktadır.

Çizelge 4.6: Eğitim Durumuna Göre İşgücü Durumu Haziran 2019 - Haziran 2020 (%)

Eğitim durumu	İşgücüne katılma oranı Toplam		İstihdam oranı Toplam		İşsizlik oranı Toplam	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Okur-yazar olmayanlar	19,5	15,8	18,1	14,6	7,2	7,4
Lise altı eğitimler	48,6	43,6	42,7	37,8	12,2	13,3
Lise	55,4	49,6	46,3	41,6	16,4	16,0
Mesleki veya teknik lise	65,9	61,0	56,2	52,0	14,8	14,7
Yüksek-öğretim	78,8	74,1	68,6	64,8	13,0	12,6

Kaynak: TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2020.

Çizelge 4.7: Cinsiyet Durumuna Göre İşgücü Durumu Haziran 2019 – Haziran 2020 (%)

Eğitim durumu	İşgücüne katılma oranı		İstihdam oranı		İşsizlik oranı	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
	2019 / 2020	2019 / 2020	2019 / 2020	2019 / 2020	2019 / 2020	2019 / 2020
Okur-yazar olmayanlar	34.3 / 27.1	16.3 / 13.4	29.9 / 23.2	15.6 / 12.8	12.9 / 14.3	4.6 / 4.5
Lise altı eğitimler	68.5 / 62.8	28.3 / 23.9	60.1 / 54.0	24.9 / 21.2	12.3 / 14.1	12.1 / 11.3
Lise	72.2 / 66,3	35.3 / 30.0	62.4 / 56.7	27.1 / 24.0	13.6 / 14.5	23.4 / 20.0
Mesleki veya teknik lise	81.9 / 77.6	42.8 / 35.7	72.9 / 68.3	32.0 / 27.3	11.0 / 12.0	25.2 / 23.7
Yüksek-öğretim	85.3 / 82.4	71.0 / 64.6	77.1 / 74.2	58.3 / 54.1	9.6 / 10.0	17.8 / 16.3

Kaynak: TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2020.

Çizelge 4.7’de işgücünün cinsiyet durumuna göre işgücüne katılma, istihdam oranı ve işsizlik oranı yer almaktadır. Eğitim düzeyi arttıkça hem kadınlarda hem de erkeklerde işgücüne katılma ve istihdam oranı artmaktadır. Diğer taraftan; erkekler için yükseköğretim mezunlarına ilişkin işsizlik oranı diğer eğitim düzeylerine göre daha düşükken, kadınlarda yükseköğretim mezunlarına ilişkin işsizlik oranı lise düzeyinin altında eğitim alanlara nazaran daha yüksek oranlarda gerçekleşmesi, Türkiye’de beceri uyumsuzluğu bulunduğu ve emek piyasasında arz ve talebin birbirini dengelemediği şeklinde yorumlamak olasıdır (Atış, 2017: 58).

İŞKUR (2016) tarafından yayınlanan “İşgücü Piyasası Araştırmaları” (İPA) raporunda, 2014 ve 2015 yıllarında bir işe yerleştirilmek için İŞKUR’a başvuru yapılan ilk yirmi meslek Çizelge 4.8’de yer almaktadır. 2014 ve 2015 yıllarında İŞKUR’a başvuranların meslek türünde (Genel) büro memuru ilk sırada yer alırken, onu satış danışmanı, sekreter ve şoför-yük taşıma izlemiş son sırada ise bekçi mesleği yer almıştır.

Çizelge 4.8: İŞKUR’a Başvuru Yapılan İlk 20 Meslek (2014-2015)

2014		2015	
Meslek	Başvuru Sayısı	Meslek	Başvuru Sayısı
Büro Memuru (Genel)	84.704	Büro Memuru (Genel)	89.258
Satış Danışmanı	66.979	Satış Danışmanı	82.042
Şoför-Yük Taşıma	42.272	Sekreter	42.542
Sekreter	39.682	Şoför-Yük Taşıma	40.090
Ön Muhasebe	35.548	Garson	40.047
Garson (Servis Elemanı)	33.023	Ön Muhasebeci	38.382
Güvenlik Görevlisi	29.208	Reyon Görevlisi	33.240
Reyon Görevlisi	27.194	Güvenlik Görevlisi	28.739
Makineci (Dikiş)	26.543	Kasiyer	26.673
Kasiyer	23.942	Makineci (Dikiş)	26.066
Muhasebeci	23.501	Aşçı	22.491
Şoför (Yolcu Taşıma)	22.297	Aşçı Yardımcısı	21.582
Aşçı	21.103	Şoför (Yolcu Taşıma)	20.300
Çağrı Merkezi Müşteri Temsilcisi	19.831	Muhasebeci	19.805
Aşçı Yardımcısı	18.320	İşletmeci	19.431
Pazarlamacı	13.803	Çağrı Merkezi Müşteri Temsilcisi	18.272
Elektrikçi (Genel)	13.543	Pazarlamacı	14.257
İşletmeci	13.405	Elektrikçi (genel)	12.495
Bilgisayar İşletmeni	10.923	Turizm ve Otelcilik Elemanı	12.074
Bekçi	10.818	Bekçi	10.999

Kaynak: İŞKUR, Türkiye İşgücü Piyasası Araştırması 2016 Sonuç Raporu, s. 43.

Çizelge 4.8’de yer alan ve İŞKUR’a en çok başvuru yapılan büro memuru, satış danışmanı, şoför-yük taşıma benzeri meslekler minimum eğitim düzeyini gerektirmekte ve Frey ve Osborne tarafından yapılan çalışmada otomasyondan ilk etkilenecek ve yüksek otomasyon grubuna dahil meslekler arasında yer almışlardır. Dolayısıyla ilgili çalışmada otomasyonu kesin olan mesleklerin; yani subjektif olasılık hesaplamasında otomasyon olasılığı bir olarak hesaplanan mesleklerin İPA raporlarında en fazla başvuru yapılan mesleklerle örtüşmesidir. Bununla beraber Atış (2017: 60-61) tarafından ifade edildiği üzere; Frey ve Osborne’un çalışmasında elde edilen sonuçlar teknoloji düzeyi, emek ve sermayenin nispi maliyeti, istihdamı

politikasını belirleyen siyasal tercihler gibi nedenlerle Türkiye’de mesleklerin geleceği için geçerli olmayabilir.

Söz konusu raporda ayrıca, başvuru yapan 10 kişiden 8 tanesinin lise ve altı eğitim düzeyinde sahip olduğu bilgisi yer almaktadır. Söz konusu yıllara ilişkin olarak başvuru yapanların eğitim ve cinsiyet düzeylerine göre durumu Çizelge 4.8’de görülmektedir. 2014 ve 2015 yıllarındaki başvurular incelendiğinde, bir önceki yıla nazaran okuma yazma bilmeyenler ile okur-yazar olan kişilerin başvurularında önemli bir artış söz konusudur. Diğer dikkat çekici husus ise lisans ve lisansüstü mezunu olup başvuruda bulunanlardaki değişimin orta öğretime göre daha yüksek olmasıdır. Ayrıca İŞKUR’a başvuruda bulunan kişilerin yüzde 38’i kadın yüzde 62’si erkektir. Diğer eğitim düzeylerindeki dağılım ise neredeyse benzerdir. 2014-2015 yıllarına ilişkin olarak İŞKUR’a yapılan başvuruların eğitim düzeyi ve cinsiyet bazında detaylandırılan veriler Çizelge 4.9’da görülmektedir. Başvurular ağırlıklı olarak lise ve altı eğitim düzeyine sahiptir.

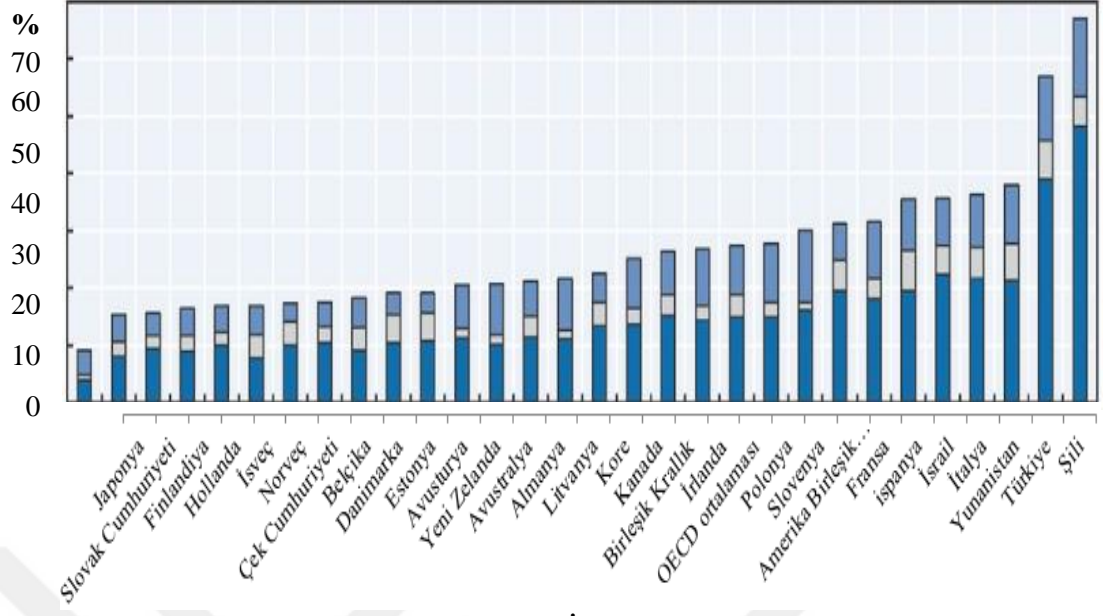
Çizelge 4.9: 2014-2015 Yıllarında Eğitim Düzeyleri ve Cinsiyet Bazında Başvuru

	2014			2015		
	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam
Okuma-Yazma Bilmeyenler	17.888	13.645	31.533	41.363	30.696	72.059
Okur-Yazar Olanlar	29.032	22.245	51.277	36.865	42.087	78.985
İlköğretim	816.282	391.027	1.207.309	838.379	508.527	1.346.906
Ortaöğretim	426.989	250.207	677.196	402.185	279.278	681.463
Ön lisans	96.385	94.397	190.782	97.624	108.082	205.706
Lisans	109.676	100.358	210.034	129.636	118.928	248.564
Yüksek Lisans	3.614	3.527	7.141	4.432	4.031	8.463
Doktora	198	113	311	215	151	366
Toplam	1.500.064	875.519	2.375.583	1.550.737	1.091.780	2.642.512

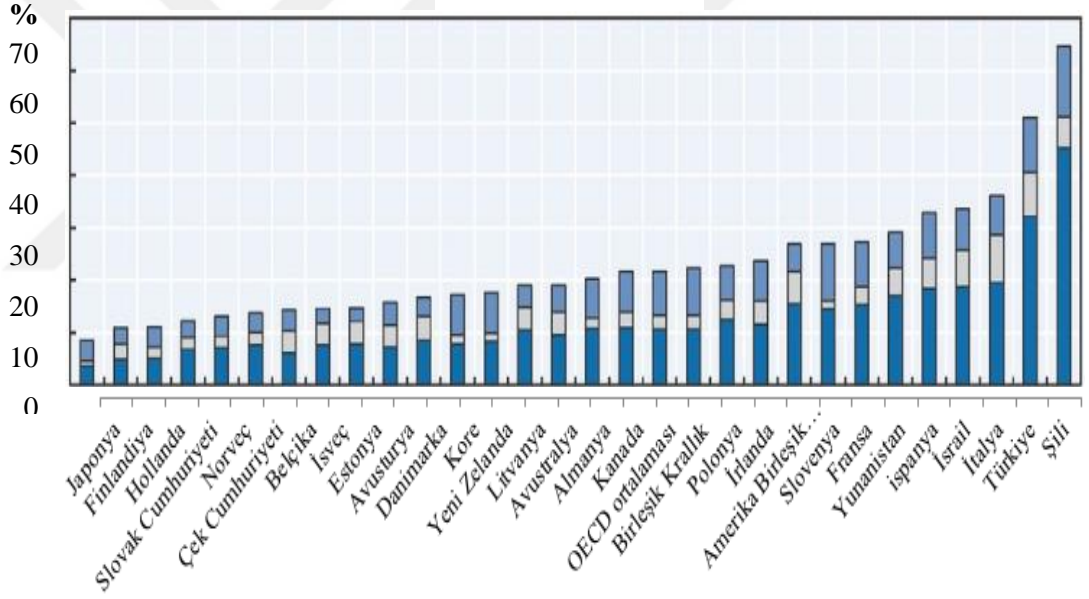
Kaynak: İŞKUR, Türkiye İşgücü Piyasası Araştırması 2016 Sonuç Raporu, s. 43.

OECD (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise, OECD ülkelerine ilişkin olarak yetişkinlerin ve işçilerin okuma-yazma ve matematiksel becerileri yer almaktadır. OECD (2017)’nin raporuna göre, OECD ülkeleri arasında yetişkinler ve işçiler arasında okuma-yazma ve matematiksel becerileri düşük olan çalışanların oranının en az olduğu ülke Japonya, buna karşılık söz konusu beceri düşüklüğünün en fazla olduğu ülke ise Şili’dir. Türkiye, söz konusu sıralamada becerilerin en düşük olduğu çalışanların oranında ikinci ülkedir (Şekil 4.12).

Yetişkinler



İşçiler

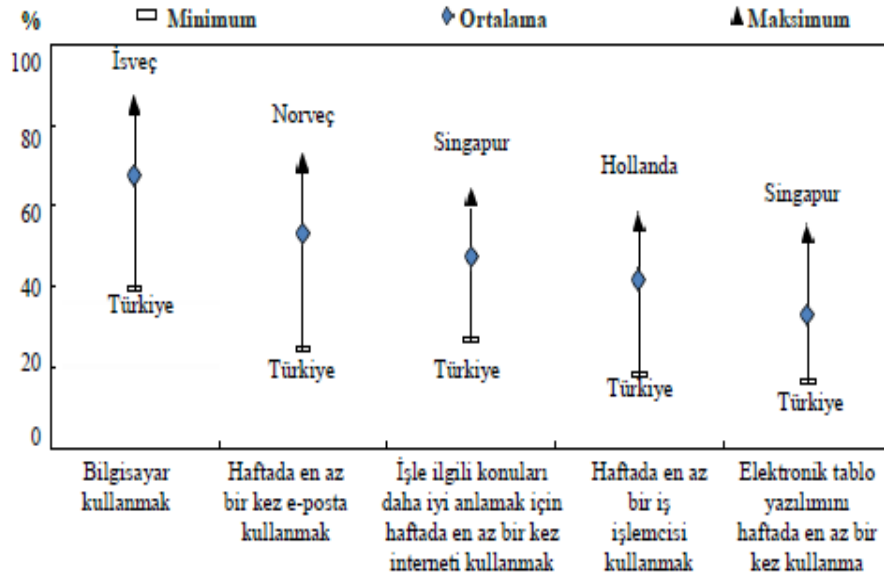


Şekil 4.12: OECD Ülkelerinde Okuryazarlık ve Matematiksel Becerileri Düşük Olan Yetişkinlerin ve İşçilerin Oranı (%)

Kaynak: OECD, 2017, s. 32.

İnsan emeğinin giderek artan bir kısmı teknolojiyle çalışmakta ve söz konusu oranın zamanla artması da kaçınılmaz gözükmektedir. OECD ülkelerinde yetişkinlerin işyerlerinde bilgi-işlem kullanma becerilerine ilişkin olarak OECD (2019b) raporunda; 2015 yılında, Avrupa Birliği'nde 10 yıl öncesine göre yüzde 36 artış göstererek işyerinde çalışanlarının yüzde 57'si düzenli olarak bilgisayar veya akıllı telefon kullandığı görülmektedir. Bununla birlikte, İnternet, e-posta ve yazılımı

kullanan işçilerin payında ülkeler arasında büyük farklılıklar olduğunu görülmektedir ve Türkiye bilgi-işlem beceri ortalaması OECD'nin altındadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 : İş Yerinde Bilgisayar, İnternet ve Yazılım Kullanımı Ülkelere Göre Faaliyeti Gerçekleştiren İşçilerin Payı (%)

Kaynak: OECD, 2019b, s. 41.

Bilgi-işlem becerilerinin daha az kullanılıyor olması, Türkiye ekonomisinin yeni teknolojileri daha az kullandığını ve işgücünün bu konudaki yetersizliğini göstermektedir.

4.2.3 Türkiye'de işlerin geleceği

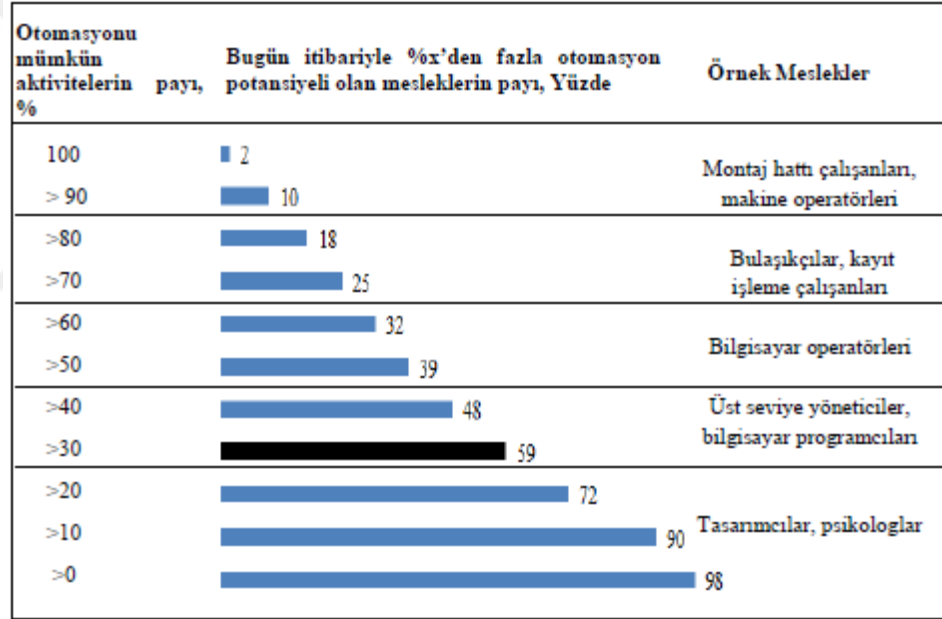
McKinsey (2020) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere, Türkiye'deki tüm işlerin, çalışma saati olarak ele alındığında, çalışılan saat türünden yüzde 50 oranında otomasyona uygun olduğu ve bu oranın 2030 yılında 16,6 milyon insanın çalışmasına eşit olduğu ifade edilmiştir. Bununla beraber söz konusu otomasyon potansiyelinin, otomasyonun mutlaka hesaplanan oranda gerçekleşeceği anlamına gelmeyeceği de ifade edilmiştir (McKinsey, 2020: 18).

Gelişmekte olan ülkelere benzer şekilde, Türkiye'nin otomasyon potansiyeli yüksektir (Şekil 4.14). Otomasyon potansiyelinin yüksek olması daha ziyade ekonomilerin sektörel durumuyla ilgilidir. Türkiye gibi, çoğu gelişmekte olan ülkeler, imalat ve tarım gibi yüksek oranda otomatikleştirilmiş sektörlerde işgücünün daha yüksek bir payına sahiptir. Buna karşılık gelişmiş ülkelerde hizmet, sağlık ve kamu sektörlerindeki işgücü payı yüksektir. Bu sektörlerin otomasyona yatkınlığı

daha düşük olduğu için, gelişmiş ülkelerin toplam otomasyon potansiyelinden daha düşüktür (McKinsey, 2020: 18).

4.2.4 Mesleklerin dönüşümü

Otomasyon potansiyeli yüksek olsa da, Türkiye’deki mesleklerin çoğu ancak kısmen otomasyona elverişlidir. Mesleklerin sadece yüzde 2’si tamamen otomasyona geçiş yapabilir durumdadır; bununla birlikte mesleklerin yüzde 60’ının faaliyetleri en az yüzde 30 oranında otomasyona elverişli olma durumdadır. Türkiye için elde edilen sonuçlar, MGI’nin küresel sonuçlarına bakıldığında benzerlik göstermektedir. Tekrar gerektiren iş aktivitesinin çok olduğu mesleklerde otomasyona uğrama olasılığı daha yüksektir, öte yandan daha çok etkileşim, iletişim ve uzmanlık gerektiren meslek dallarında otomasyona uğrama olasılığı daha düşüktür (Şekil 4.14).



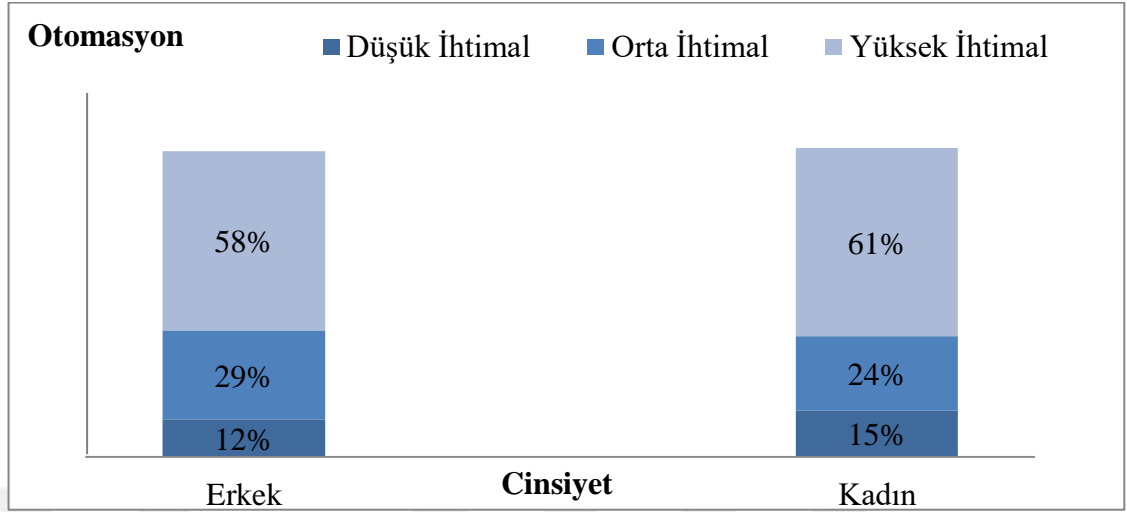
Şekil 4.14: Mevcut Teknolojiye Göre Otomasyon Potansiyeli (%)

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 18.

Özen (2017: 3) tarafından yapılan çalışmada 2015 yılı TÜİK Hanehalkı İşgücü Anketi verilerini kullanarak bir takım sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar politika belirlemek adına, dönüşümden en çok kimlerin etkileneceği konusunda bilgi sağlamaktadır.

Çalışma sonuçları, otomasyona uğrama olasılığı yüksek olan mesleklerde cinsiyet dağılımı açısından önemli bir fark bulunmadığı, çalışan erkeklerin yüzde 58’inin,

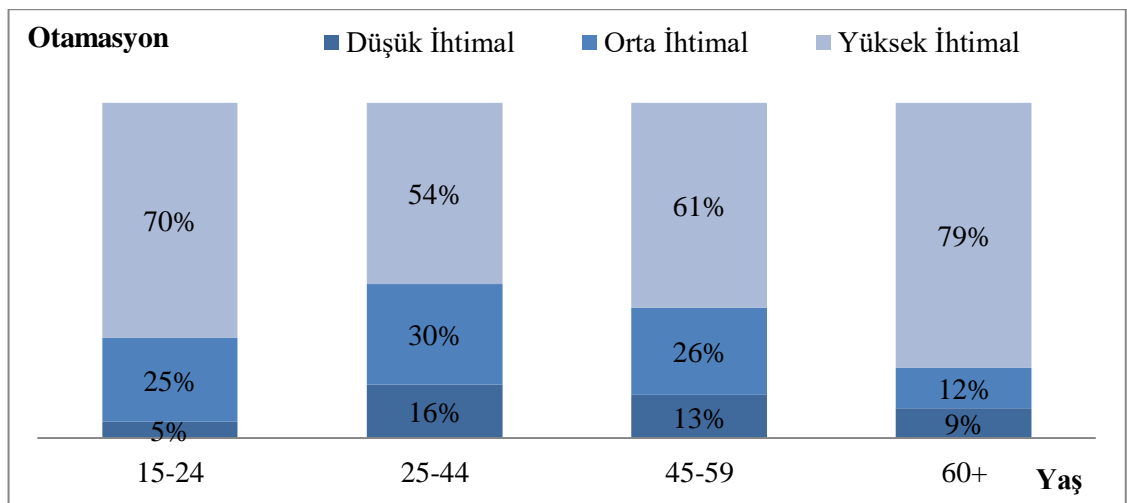
kadınların ise yüzde 61'inin yüksek risk altında olduğunu göstermektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Mesleklerin Cinsiyet Ayrımına Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%)

Kaynak: Özen, 2017, s. 3.

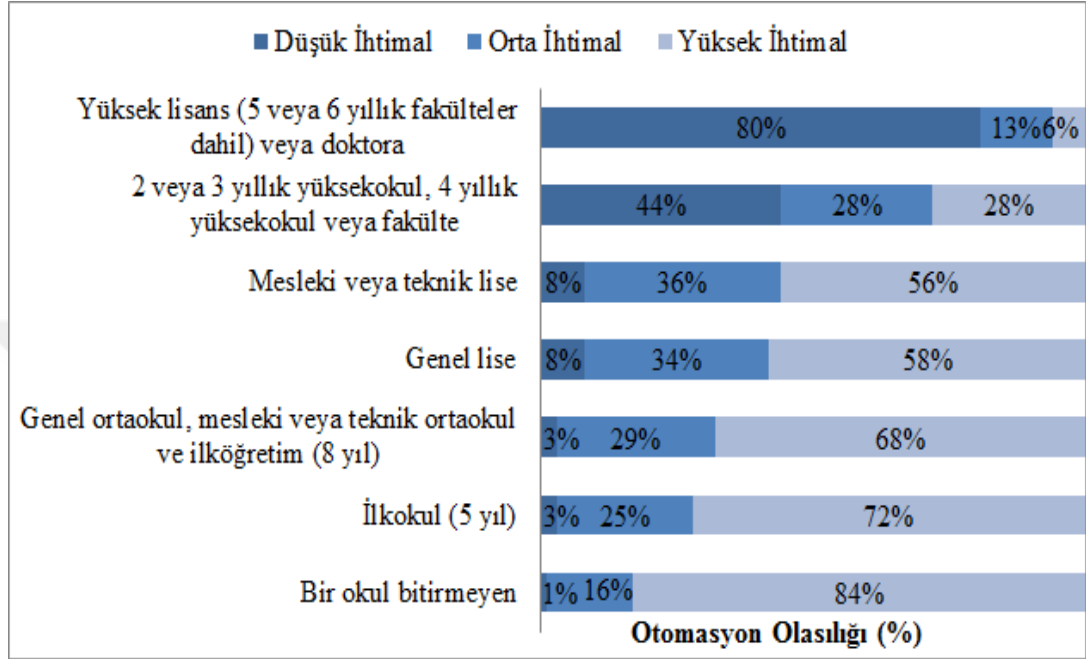
Yaş gruplarına açısından mesleklerin otomasyona uğrama olasılıkları ise, özellikle genç veya orta yaş üzeri çalışanların daha yüksek risk altında olduğunu görülmektedir. 15-24 yaş arasında çalışan gençlerin yüzde 70'i, 60+ yaş grubu çalışanların ise yüzde 79'unun mesleklerinin otomasyona uğrama ihtimali yüksek olarak bulunmuştur. Genç yetişkinlerin içinde bulunduğu 25-44 yaş arası çalışanlar ise yaş grupları arasında yüksek risk oranının en az olduğu kesim olarak söz konusu yaş grupları arasında otomasyon riski en düşük gruptur (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Mesleklerin Yaş Ayrımına Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%)

Kaynak: Özen, 2017, s. 3.

Eğitim düzeyi baz alınarak kişilerin mesleklerinin otomasyona maruz kalma olasılıkları ise Şekil 4.17’de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar ilgili alanda yapılan çalışmalara benzerdir. Buna göre eğitim düzeyi düştükçe yapılan işin, mesleğin otomasyona uğrama ihtimali arterken, tersi eğitim düzeyi yükseldikçe mesleğin otomasyona uğrama ihtimali azalmaktadır.



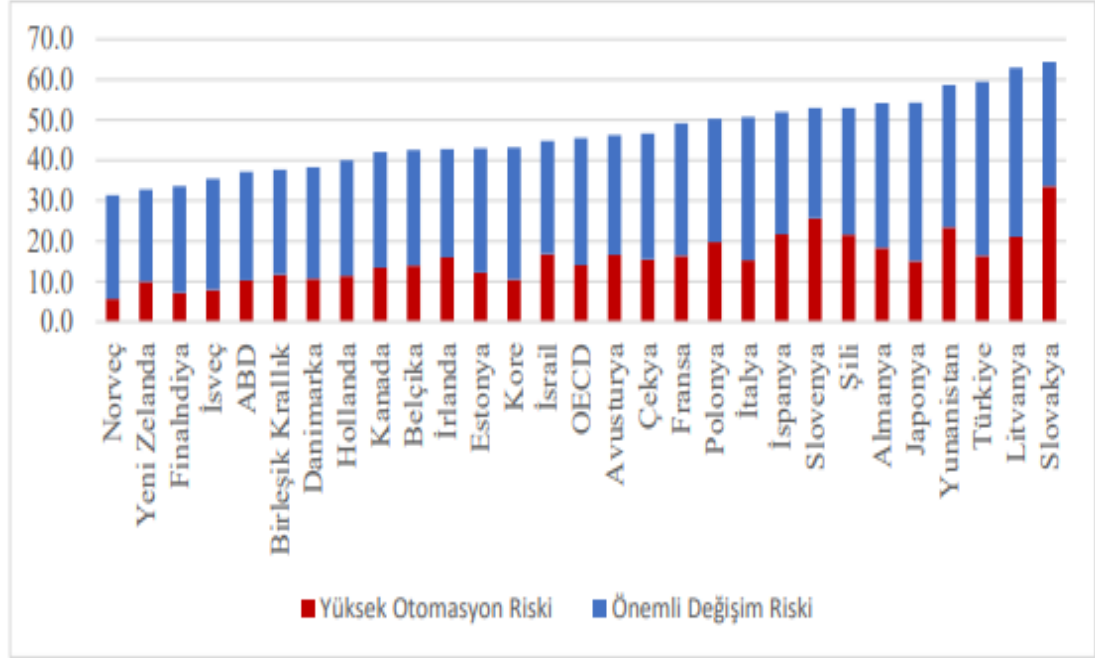
Şekil 4.17: Mesleklerin Eğitim Durumuna Göre Otomasyona Uğrama Olasılığı (%)

Kaynak: zen, 2017, s. 4.

OECD tarafından yayımlanan bir başka çalışmada ise Frey ve Osborne’un yaklaşımı yerine Arntz, Zierhan ve Gregory’nin ne sürdüğü yaklaşımdan yola çıkılarak OECD lkelerinde işlerin otomasyona uğrama olasılıkları hesaplanmıştır. Arntz, Zierhan ve Gregory’ye göre daha geniş bir örneklemede inceleme yapılmıştır. Bu alışma da, otomasyonun etki alanının etki alanının Frey ve Osborne’un öngördüğünden daha sınırlı olacağını iddia etmektedir. Buna göre OECD lkelerinde işlerin yüzde 14’ünün yüksek ölçüde otomatize edilebileceği –ki bu araştırmaya dahil edilen ülkelerde yaklaşık 66 milyon işçiyi kapsamaktadır-, yüzde 32’lik bir bölümünün ise işin nasıl yapıldığına ilişkin değişikliklerden etkileneceği belirtilmektedir.

Çalışmaya göre en yüksek risk, düşük vasıf gerektiren rutin işler için bulunurken, uzmanlık alanları ve sosyal çalışma alanlarında daha düşük bir risk söz konusudur. Sektörler bazında değerlendirildiğinde tarım ve imalat sektörünün en fazla etkiye maruz kalacağı, bununla birlikte hizmet sektörünün kimi alanlarında da yüksek

düzeyde otomasyon yaşanabileceği öngörülmektedir. Araştırma ülkeler arasında otomasyon riskinin yüksek olduğu işlerin oranı açısından da heterojen bir yapının söz konusu olduğuna dikkat çekmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18: OECD Ülkelerinde Otomasyon Karşısında Risk Altında Bulunan İşlerin Oranı (%)

Kaynak: OECD, 2019a, s. 49.

Benzer şekilde, PwC'nin PIAAC 2012 verilerine dayalı tahminlerine göre, Türkiye'de otomasyon karşısında risk altında olan işlerin en yoğun olduğu sektörler yüzde 45 ile imalat sanayi ve yüzde 40 ile inşaat sektörleridir. Pek çok OECD ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de otomasyondan en az etkilenmesi beklenen sektör yüzde 8 ile eğitimidir (PwC, 2019).

Benzer şekilde, PwC'nin PIAAC 2012 verilerine dayalı tahminlerine göre, algoritmalarla daha kısa sürede daha hızlı ve daha verimli analiz yapabileceğinden otomasyondan en çok finansal hizmetler ve benzeri sektörler etkilenecektir. Daha uzun vadede ise, sürücüsüz araçların gelişmesiyle birlikte en büyük etki ulaşım sektöründe yaşanacaktır. Çizelge 4.10'da sunulan verilere göre, Türkiye'de otomasyon karşısında risk altında olan işlerin en yoğun olduğu sektörler yüzde 45 ile imalat sanayi ve yüzde 40 ile inşaat sektörleridir. Pek çok OECD ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de otomasyondan en az etkilenmesi beklenen sektör yüzde 8 ile eğitimidir (PwC, 2019).

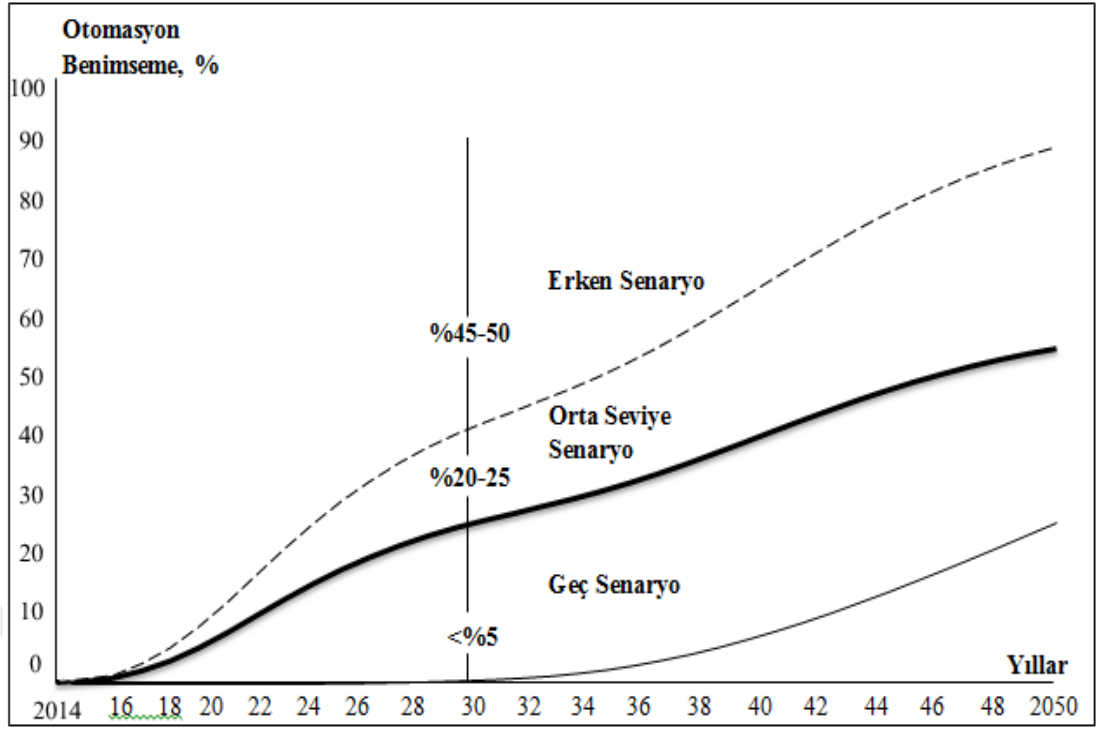
Çizelge 4.10: Çeşitli Sektörlerdeki Otomasyon Potansiyeli ve Görev Kompozisyonu
(%)

İmalat		İnşaat	Toptan ve perakende	Eğitim	Sağlık ve sosyal hizmetler	
İşlerin otomasyon potansiyeli	Algoritmik dalga(2020'nin başı)	1	1	0	3	5
	Artış dalgası (2020'lerin sonu)	15	14	16	7	25
	Otonomi dalgası (2030'ların ortası)	45	40	26	8	36
	Manuel görevler	35	36	20	15	23
	Rutin görevler	22	20	18	20	28
İşlerin görev kompozisyonu	Hesaplama	6	7	10	12	10
	Yönetme	23	23	32	25	24
	Sosyal beceriler	12	12	18	21	11
	Okuryazarlık becerileri	2	2	2	7	4

Kaynak: PwC, 2019.

4.2.5 Teknolojik dönüşümün Türkiye'de istihdama etkisi

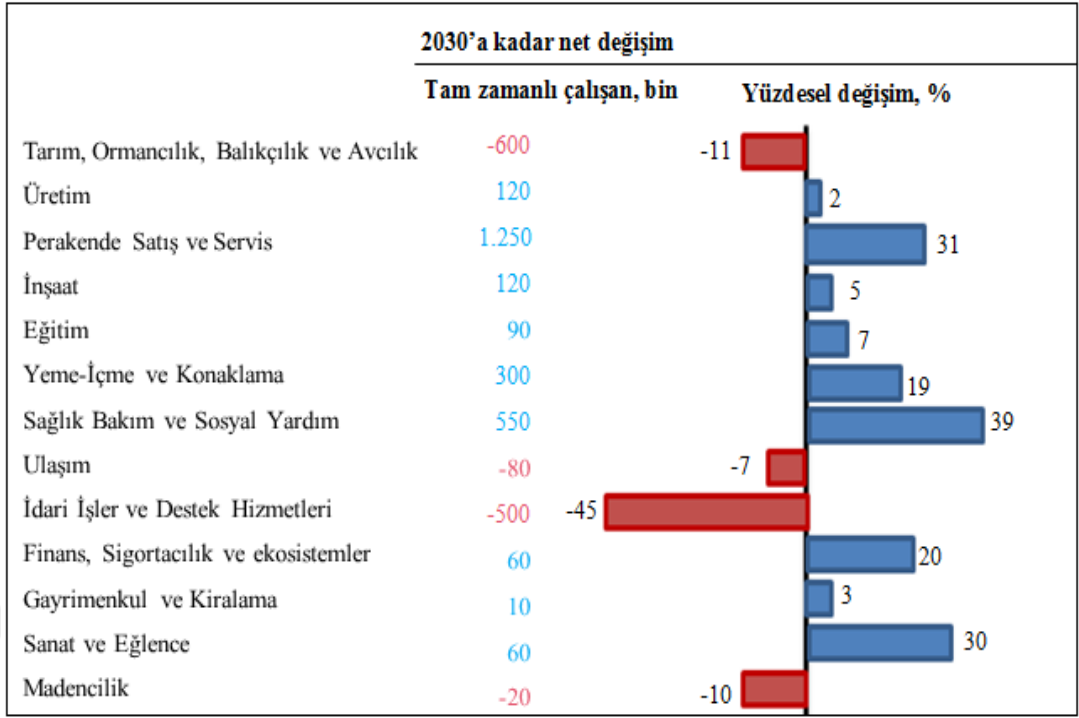
McKinsey (2020) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği gibi, Türkiye'de yüzde 50 oranında bir otomasyon potansiyeli bulunmaktadır. Otomasyonun benimsenmesi çeşitli faktörlere bağlı olup otomasyonun benimsenmesine ilişkin olası üç senaryo üzerinden otomasyon düzeyi ve dolayısıyla kaybolacak işler belirlenmeye çalışılmıştır. Dijital teknolojilerin hızlı benimsendiği düşünülürse (erken senaryo), Türkiye'de çalışılan saatlerin yüzde 45-50'sinin, dijital teknolojilerin çok daha yavaş bir hızda yaygınlaştığı geç benimseme senaryosu iş saatlerinin yüzde 5'inden azının 2030 yılına kadar otomatize edilebileceğini göstermektedir. Temel senaryo olan orta seviye benimseme senaryosu ise, 2030 yılına kadar iş saatlerinin yüzde 20-25'inin otomatize edilebileceğini göstermektedir. Bu da yaklaşık olarak 7,6 milyon işin yok olması demektir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19: Otomasyonu Benimseme (%)

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 23.

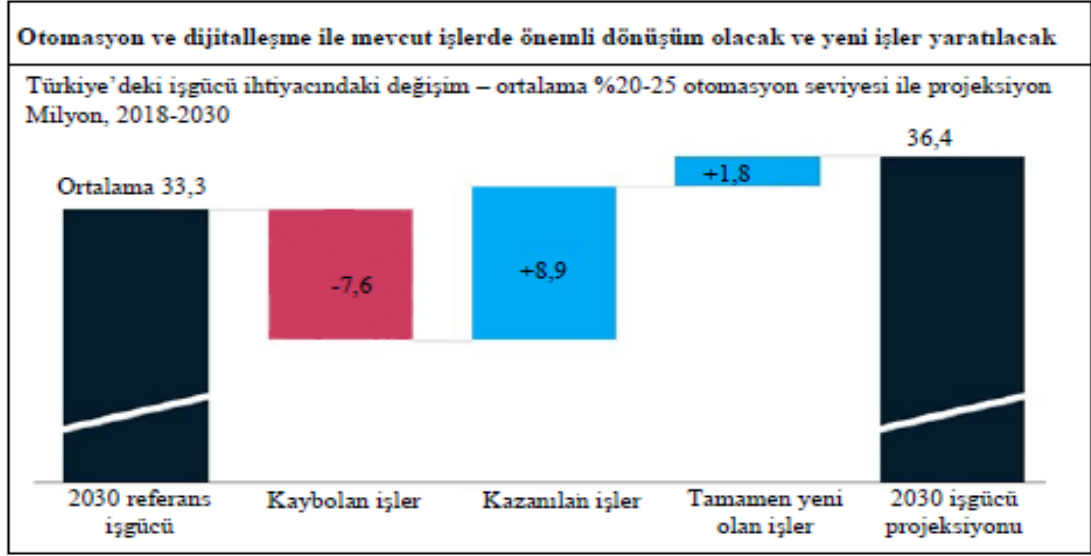
Yeni oluşacak mesleklerin yaklaşık 6,3 milyon işe katkıda bulunması tahmin edilmektedir. Yaşlanan nüfus ve sağlık hizmetlerinin yaklaşık 1,3 milyon kişiyi istihdam ettiği tahmin ediliyor, ancak yeni iş yaratma oranı gelişmiş ülkelere göre yüzde 12 daha düşüktür. Bunun nedeni Türkiye'nin görece genç nüfus yapısıdır. Diğer işgücüne katkı sağlayan faktörler de yeni konut, ticari bina, turizm tesisleri, vb. inşaatı (yaklaşık 529 bin işe katkı), altyapıya yatırım (yaklaşık 283 bin işe katkı), teknolojilerin gelişmesi ve kullanımı (yaklaşık 221 bin işe katkı), yeni hizmetlere yönelik artan talep (yaklaşık 206 bin işe katkı) ve enerji geçişleridir (yaklaşık 39 bin işe katkı) (Şekil 4.20). Toplam istihdamdaki yüzde 0,5'lik oranı yaklaşık 1,8 milyonun tamamında yeni işlerin yaratılabileceğini görüyoruz (Şekil: 4.21).



Şekil 4.20: Otomasyonun Neden Olacağı İstihdamdaki Değişiklik, 2020.

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 30.

Otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin birçok sektörde işleri dönüştürmesi ve yeni işler yaratması bekleniyor. Türkiye'nin 2030 yılına kadar yaklaşık 33,3 milyon işçiye ihtiyaç duyacağı tahmin ediliyor, otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle 2030 yılına kadar 7,6 milyon iş kaybedilebilir. 2030 yılına kadar dijitalleşmenin yaratacağı verimlilik ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ile 8,9 milyon yeni iş oluşabileceği öngörülüyor. Buna ek olarak, başta teknolojiyle ilgili alanlar olmak üzere şu anda mevcut olmayan mesleklerde tamamı yeni 1,8 milyon iş yaratılacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda 2030 yılına kadar 3,1 milyon net iş artışı olacağı ve bunun da toplam 36,4 milyon kişilik işgücü talebine yol açacağı tahmin ediliyor (Şekil 4.21).



Şekil 4.21: Kaybolan ve Kazanılan İşler

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 6.

İşgücü içerisinde yer alan 21,1 milyon kişinin mevcut mesleğine devam ederken, adaptasyonu sağlama ve teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmek için sahip oldukları vasıfları iyileştirmeleri ve kendilerini yeni yetkinliklerle donatmaları gerekecektir. Yeni yetenekler kazanma ve meslek değişimi nedeniyle 7,6 milyon çalışanın süreçten önemli ölçüde etkilemesi bekleniyor. Bu grup içerisinde 5,6 milyon kişinin farklı beceriler geliştirerek rolünü değiştirmesi ve 2 milyon kişinin farklı sektörlerde ya da mesleklerde çalışmak için yeni yetkinlikler kazanması gerekecektir. İşgücüne katılacak 7,7 milyon çalışanın gerekli yetkinliklerle kendilerini geliştirmesi önemlidir (Çizelge 4.11).

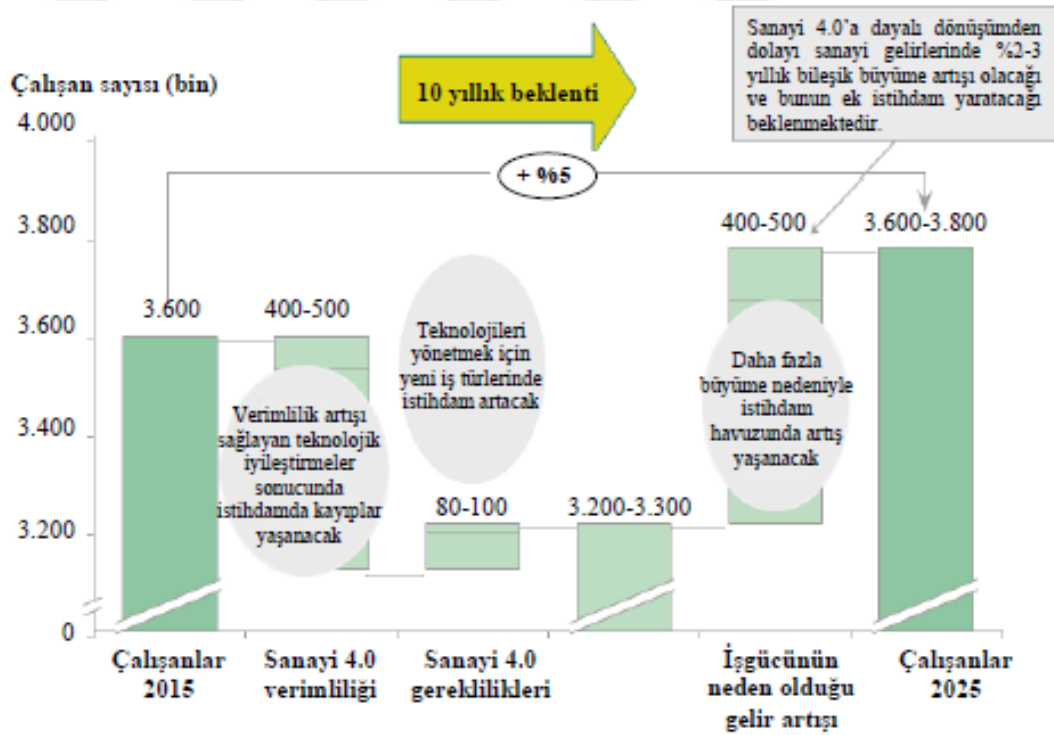
Çizelge 4.11: Kaybolan ve Kazanılan İşler

2030'a Kadar İşgücü

Mevcut mesleğinde yeni yetkinlikler	Mevcut mesleğine devam ederken teknolojiden yararlanma ve yeni yetkinlikler geliştirme	21,1 Milyon
Mevcut Mesleğinde farklı roller	Mevcut mesleğinde farklı yetkinlikler geliştirerek rolünü değiştirme	5,6 Milyon
Yeni meslek edinme	Farklı mesleklerde/sektörlerde çalışmak için yetkinliklerini büyük ölçüde geliştirme	2,0 Milyon
İş gücüne donanımlı katılım	İşgücüne katıldığında gerekli güncel yetkinlikler ile donanımlı olma	7,7 Milyon

Kaynak: McKinsey, 2020, s. 33.

Türkiye'ye ilişkin işgücü öngörüsü üzerine yapılan bir diğer çalışma ise TÜSİAD (2016)'ın Sanayi 4.0 ile ilgili olarak yayınlamış olduğu çalışmadır. Şekil 4.22'de görüleceği üzere, çalışmada üretim sektörüne ilişkin olarak nitelikli olmayan işgücüne ilişkin çalışan sayısında 400-500 bin kişilik bir azalma beklendiği, buna karşılık yaklaşık 100 bin kadar yeni yüksek nitelikli çalışan ihtiyacı olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca sanayileşmenin getireceği büyümeye bağlı olarak 400-500 bin kadar yeni iş yaratılacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca çalışmada Sanayi 4.0'ın sağlayacağı yıllık ilave yüzde 2-3'lük büyüme sayesinde, verimliliğe dayalı istihdam kayıplarını fazlasıyla telafi edecek kadar artışa neden olması beklenmektedir. Dolayısıyla, istihdamda yüzde 5'lik bir artış yaşanması, yüksek vasıflı işgücünün gelir yapısını ve Türkiye'nin know-how altyapısının iyileştirmesi beklenmektedir..



Şekil 4.22: Türkiye için İşgücü Öngörüsü

Kaynak: TÜSİAD, BCG, 2016, s. 47.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanoğlu yeryüzünde var olduğu günden bu yana, iki büyük üretim devrimi gerçekleştirmiştir. Tarım öncesi dönemde avcı-toplayıcı olan insan toplulukları, sonrasında zor doğa koşulları karşısında korunma amaçlı alet ve malzeme üreterek, hayvanları evcilleştirip onları toprağı ekip biçmede kullanmaya başlayarak tarım devriminin gerçekleştirmiştir. Tarım devrimi ile insanlar yerleşik hayat tarzını benimsemeye başlamışlardır. Bu dönemler boyunca geleneksel ve kas gücüne dayalı ekonomik faaliyetlerini geliştirirken, 18.yy'da buhar gücünün makinelerde kullanılması sonucu zaman içinde artan üretim faaliyetleri çeşitlenerek artmış ve süreç birinci sanayi devrimi olarak isimlendirilmiştir.

Buhar makinesi ve demiryolu, sanayi devriminin toplumsal ve ekonomik yaşamda ortaya çıkardığı büyük değişimin başlatıcısı olmuştur. Üretim teknolojisindeki gelişmeler sonucunda ortaya çıkan iş imkânları köylerden kente göç edilmesine yol açmış, sonuçta köylüler fabrikalarda ücret karşılığı emeğini arz eden işçi konumuna dönmüşlerdir. Bu durum çok sayıda kişinin toprak işçiliğini bırakarak atölyelerde ya da fabrikalarda çalışmasına zemin hazırlamıştır. Diğer yandan geleneksel yöntemlere ve beden gücüne dayalı olan üretim makineleşmiş, zanaat ve el sanatları önemini kaybetmeye başlamıştır.

Birinci sanayi devriminin ardından teknolojik gelişmelerin giderek hızlanması ve elektik gücünün de üretim süreçlerinde yaygın şekilde kullanılmaya başlanması ile üretim seri hale getirilmiştir. Gelişmeler sanayi devriminin bir diğer aşaması olarak görülen ikinci sanayi devrimini ortaya çıkarmıştır. Bu dönemde tarımda makineleşme oranı artmış ve maliyetler düşmüştür. Makineleşme ile tarım sektöründe çalışan insan sayısı büyük ölçüde azalmıştır.

1960'lı yıllarda başlayan üçüncü sanayi devrimi ise "Bilgisayar Devrimi" olarak da adlandırılmaktadır. Otomasyonun çalışma hayatına girmesi, her aşamada süreçlerin tekrar ele alınmasına neden olmuş ve hiyerarşilerin azalması bu dönemde ortaya çıkmıştır.

Günümüzde ise iletkenlerle ilgili teknolojinin gelişmesi, internetin yaygınlaşması ve hızlanması, yapay zekâ ile nesnelerin interneti de denilen yeni bir döneme girilmiş ve bu süreç sanayi devriminin en güncel aşaması olarak dördüncü sanayi devrimi olarak tanımlanmıştır. İlk kez 2011 yılında Almanya’da telaffuz edilen, çok çeşitli alanlara yansımaları olacak, konumuz bağlamında üretim süreçlerinde insan emeğinin en aza indirilmesini amaçlayan ve gelişme süreci hala devam eden dördüncü sanayi devrimi, içinde barındırdığı yeni teknolojiler ile yalnızca makineleşmeyi değil insan ilişkilerini ve çalışma hayatını da derinden etkileyen bir dönüşümdür.

Dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan süreç, ilk üç sanayi devriminden getirdiği teknolojiler açısından oldukça farklıdır. Süreci el işçiliği ile teker teker üretim yapar halden otomasyon ile seri üretim yapar hale taşıyan sanayi devrimleri bugün insanlara tüm süreçlerin makineler tarafından gerçekleştirildiği akıllı fabrikalar sunmaktadır. Bu anlamda İkinci Makine Çağı olarak isimlendirilen dördüncü sanayi devrimi, toplumlara olan etkisinin büyüklüğü ve bu etkinin yayılma hızı geçmişteki devrimler ile karşılaştırılamayacak ölçüde derin ve sarsıcı olacağı sıklıkla dile getirilmektedir.

Sanayi devrimlerinin temelini oluşturan teknolojik devrimler, toplumlar üzerinde sarsıcı ve derin etkiler yaratmıştır. Bu devrimlerin her birinin sonucunda toplumlar gelişen yeni teknolojilere adapte olmak ve ona yetişmek zorunda kalmışlardır. Ayrıca söz konusu teknolojik devrimlerin üretim süreçlerinin yanısıra toplum üzerinde ekonomik, kültürel, sosyolojik pek çok etkisi olmuştur. Bugün var olan dördüncü sanayi devrimi de her toplum üzerinde ama az ama çok, ama olumlu ama olumsuz birtakım etkilerinin olması beklenmektedir.

Diğer endüstriyel devrimlerde olduğu dördüncü sanayi devriminin, etkisi her toplumda aynı zamanda ve aynı şiddette olmamakla beraber, işgücü piyasasında büyük bir değişim ve dönüşüme neden olması beklenmektedir. Sanayi devrimleri ile işgücü arasındaki tarihsel süreç incelendiğinde gelişmelerin ve değişmelerin yarattığı “teknolojik işsizlik” konusu literatürde sıklıkla incelenmiştir. Bu süreçlerin analizinden elde edilenler ise temelde; her sanayi devriminin kendinden önceki devrimlere göre verimliliği arttırdığı ve söz konusu verimlilik artışının da kısa ve uzun vadede bazı yeni istihdam alanlarının ortaya çıkmasını sağladığı ama aynı zamanda bazı işlerin de ortadan kalkmasına neden olduğunu şeklindedir. Dördüncü sanayi devrimini diğer sanayi devrimlerinden ayıran iki temel özellikten birincisi

teknolojik devrimin etkisinin ve yayılma hızının önceki devrimlerle karşılaştırılmayacak ölçüde yüksek olmasıdır. İkincisi ise önceki üç sanayi devriminin insanların karar alıcı konumlarını ortadan kaldırmamasıdır. Oysa bugün yaşanmakta olan sanayi devriminin üretim sürecini insansız veya daha az insanla devam ettirilmesini sağlayacak ve hatta üretim sürecinde insanın yerine karar almayı akıllı makinelerle bırakılmasına imkân verecek ileri teknolojileri çok uzak olmayan bir gelecekte oluşturabilecek alt yapıyı içeriyor olmasıdır.

Üretim süreçlerinde yüksek teknolojilerin kullanılması sonucu işgücünün ikame edilmesi ile ortaya çıkan teknolojik işsizlik sorunu, 18. ve 19.yüzyılda sanayileşme ile ortaya çıkmıştır. İktisat literatüründe teknoloji ve işgücü piyasası üzerine düşünceler Ricardo ile başlamıştır. Ricardo üretim sürecine ilişkin olarak işgücü ile sermaye arasında ikame ilişkisi olduğuna dikkat çekmiştir. Teknolojik işsizlik kavramını bugün kullandığımız anlamıyla ekonomi yazınına J.M.Keynes'in kazandırdığı kabul edilmektedir. Keynes teknolojik işsizliği kötümser olarak ele almamış ve söz konusu işsizliğin uzun vadede ortadan kalkacağına inanmıştır.

Teknolojik işsizliğin ortaya çıkabilmesi temelde iki duruma bağlıdır. Birincisi, makinelerin teknolojik gelişme nedeniyle verimliliklerinin artmasıdır. İkinci ise, üretimde sermayenin emeği ikame etmeye başlamasıdır. İnsan ve makine arasında üretim sürecindeki iyileşmelere bağlı olarak gerçekleşen ikame olgusu tüm sanayi devrimi tarihi boyunca var olmuştur. Buna karşılık emek ve sermaye arasındaki ikamenin düzey ve hızının dördüncü sanayi devrimi ile birlikte çok daha görünür hale gelmesi ve sürece ilişkin teknolojilerin insanın karar alma mekanizmasındaki yerinin bile sorgulanmasına neden olması, dördüncü sanayi devriminin neden olabileceği teknolojik işsizliğin dikkat edilmesi gereken bir olgu olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır.

Teknolojik değişmelerin ve dönüşümlerin insanlar ve makineler arasındaki ilişkilere olan etkileri başlığı altında ifade edilen görüşleri üç başlık altında toplamak mümkündür. Bu görüşlerden birincisi yaratıcı yıkım olarak da isimlendirilen iyimser yaklaşımdır. Bu yaklaşım mevcut teknolojilerin ve otomasyon eriştiği hız ve etki düzeyi dikkate alındığında; kısa vadede verimliliğe bağlı olarak istihdamda geçici bir düşüş yaşansa da, işletmelerin rekabet gücündeki artış sonucunda yatırımların artacağını ve uzun vadede istihdamda artış sağlanacağını ileri sürer. Üretim süreçlerinde ileri teknolojinin uygulanması başlangıçta bir miktar işsizliğe yol

açacaktır, ancak kaliteyi, standardı ve verimliliği artıracığından sonuçta mallara olan talebi artıracak, yeni pazarlar yaratacak ve iş imkânları oluşturacaktır. İyimser yaklaşıma göre ortaya çıkacak işsizlik, işgücünün başka alanlarda istihdam edilmesiyle ve yeni iş alanlarında eğitime ilişkin alınacak tedbirlerle önlenmektedir. Yani ileri teknolojinin uygulanmasıyla birlikte bu teknolojilerin yeni ürünler ve yeni iş imkânları oluşturacağı ve bu nedenle teknolojiden korkmamak gerektiği bu yaklaşımca ileri sürülmektedir. Teknolojik gelişmeyi kötümser olarak ele alan ikinci yaklaşım ise; makinelerin insan emeğini ikame edeceğini ve istihdamı olumsuz etkileyeceği düşüncesini savunmaktadır. Böyle düşünülmesinin en önemli nedeni de teknolojik gelişmenin vasıf gerektiren işgücü için istihdam alanları oluştururken, vasıfsız işgücü için iş kaybı anlamına geldiğinin kabulüdür. Teknolojik gelişmelerin işgücü dolayısıyla istihdam üzerine etkileri konusunda iyimser ve kötümser görüşü dengelemeye çalışan bir üçüncü görüş olup bu görüşü savunanlara göre; teknik ilerlemelerin mutlak surette tek yönlü bir ilişki ortaya çıkaracağını söylemek çok sağlıklı olmayacaktır. Yeni teknolojiler istihdamı sayı ve yapı olarak etkilemekle birlikte teknolojik değişimle istihdam arasında doğrudan ilişki kurmak kolay değildir. Söz konusu ilişki karmaşık ve dinamik olup, birçok değişkene bağlıdır.

İlgili literatürde yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemlere bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiş olmakla beraber, uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan pek çok çalışmada belirtildiği üzere; 2019 yılında küresel bazda imalat sektöründe işler yüzde 20 azalmışken, hizmet sektöründe ise yüzde 27 oranında artış sağlanmıştır. Bununla birlikte yapılmakta olan işlerin yüzde 14'ü otomasyon tehdidi altındadır. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki işlerin üçte ikisi potansiyel otomasyon riskiyle karşı karşıyadır. Şirketlerin yaklaşık yüzde 50'si, 2022 yılına kadar tam zamanlı işgücünde azalmaya gidecektir. Ayrıca, robotların 2030 yılına kadar 400 ile 800 milyon kişiyi işsiz bırakabileceği, 75 ile 375 milyon kişinin mesleki olarak farklılaşmaya zorlanacağını yani küresel işgücünün yüzde 3 ile yüzde 14'ünün yeni beceriler öğrenmesi gerekeceği tahmin edilmiştir. Diğer bir başka çalışmada ise, 2025 yılına kadar 85 milyon işin kaybolabileceği, 97 milyon yeni işin ortaya çıkabileceği tahmin edilmiştir. Sürece demografik olarak bakıldığında ise yaş grupları açısından otomasyon riski, 25 yaşından küçük veya 55 yaşından büyükler için neredeyse aynı ve yüksek iken, 25-54 yaş aralığı için ise otomasyon riski daha

düşüktür. Mesleklerin otomasyona uğramasına ilişkin olarak en büyük fark, çalışanların eğitim düzeylerine ilişkin ortaya çıkmaktadır. Orta ve düşük eğitim seviyesine sahip olanların işlerinin otomasyona uğrama olasılığı, yükseköğretim görenlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Türkiye'ye yönelik bir çalışmada; mesleklerin sadece yüzde 2'sinin tamamen otomasyona geçiş yapabilir durumda olduğu ve yine mesleklerin yüzde 60'ının süreçlerinde en az yüzde 30 oranında makineleştirilebilir durumda olduğu tahmin edilmiştir. Türkiye'de, 2030 yılına kadar otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle 7,6 milyon işin kaybolabileceği buna karşılık 8,9 milyon yeni iş oluşabileceği öngörülmektedir. Türkiye üzerine yapılan başka bir çalışmada ise; üretim sektörüne ilişkin olarak nitelikli olmayan işgücüne yönelik 400-500 bin kişilik çalışan sayısında bir azalma beklendiği, buna karşılık yaklaşık 100 bin kadar yeni yüksek nitelikli çalışan ihtiyacı olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca sanayileşmenin getireceği büyüme sonucunda 400-500 bin kadar yeni iş imkânı doğacağı tahmin edilmiştir.

Demografik özellikleri dikkate alan bir diğer çalışmaya göre ise; literatürde küresel düzeyde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzer şekilde otomasyona uğrama olasılığı yüksek olan mesleklerde cinsiyet dağılımı açısından önemli bir fark bulunmadığı, yaş gruplarına açısından ise özellikle genç veya orta yaş üzeri çalışanların otomasyon olasılıklarının daha yüksek olduğu, eğitim düzeyi baz alındığında ise eğitim düzeyi düştükçe yapılan işin otomasyona uğrama olasılığının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'de otomasyon karşısında risk altında olan işlerin en yoğun olduğu sektörler yüzde 45 ile imalat sanayi ve yüzde 40 ile inşaat sektörüdür. Pek çok OECD ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de otomasyondan en az etkilenmesi beklenen sektör yüzde 8 ile eğitim sektörüdür.

Geleceğin ne getireceğini tam olarak bilmek imkânsız olsa da süreç sadece işleri yok etmekle kalmamakta, aynı zamanda işleri yaratmakta ve dönüştürmektedir. Otomasyon, dijitalleşme vb. sosyal ve çevresel birçok eğilimin pek çok yeni işin ortaya çıkmasında ve pek çoğunun da ortadan kalkması yönünde etkili olacağı tüm taraflarca dile getirilmektedir. Birçok alanda ortaya çıkan gelişmeler, daha öncekiler ile kıyaslandığında toplumları çok daha hızlı şekilde değişmelerin ve gelişmelerin üstesinden gelme zorunda bırakacaktır. Tarihsel olarak, büyük teknolojik devrimlerin istihdam üzerindeki net etkileri olumlu olmuştur. Bu anlamda teknoloji ve işsizlik/istihdam arasındaki ilişkiyi tek yönlü olarak ele almak yerine teknolojinin

hangi iş, meslek ve becerileri hangi koşullarda hangi yönde ve nasıl etkileyeceğine dair tahminler yapıp duruma uygun politikalar üretilmeye çalışılması oldukça faydalı olacaktır.

Diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak; ikinci ve üçüncü sanayi devrimlerini yakalayamayan ülkeler için bile, uygulanacak doğru politikalar sonucu dördüncü sanayi devrimi hayata geçirilmesi mümkün bir süreçtir. OECD ülkeleri dikkate alındığında, yetişkinler ve işgücü arasında okuma-yazma ile matematiksel becerileri düşük olan çalışanların en fazla olduğu ülke ise Şili ve ondan sonra Türkiye'dir. Yine OECD ülkeleri içerisinde Türkiye, yetişkinlerin işyerlerinde bilgi-işlem kullanma becerilerine ilişkin olarak bilgi-işlem beceri ortalaması OECD ülkelerinin altındadır. Bilgi-işlem becerilerinin daha az kullanılıyor olması, Türkiye ekonomisinin yeni teknolojileri daha az kullandığını ve işgücü talebinin bu konudaki yetersizliğini göstermektedir. Ayrıca işgücünün istihdam edildiği alanlar dikkate alındığında, istihdamın en çok gerçekleştiği mesleklerin aynı zamanda otomasyona riski en yüksek meslekler olduğu görülmektedir. Türkiye'de, işgücünün değişen teknolojik sürece adapte olmada doğal olarak bir takım yapısal problemler yaşaması olasıdır.

Son tahlilde teknolojik ilerlemelerin üretim süreçlerinde hızlı bir şekilde yer alması işgücü piyasasını ciddi anlamda dönüştüreceği açıktır. Teknolojik devrimlere ilişkin süreçte ilk kez üretimde karar alma mekanizmasında insanların yerine ileri teknolojiler kullanılmaya başlanacaktır. Bu değişim ve dönüşüm diğer sanayi devrimlerinde olmayan birçok fırsat ve tehlikeyi de beraberinde getirecektir. Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte elbette bazı meslekler yok olacak buna karşılık yerlerine yeni bir takım meslekler ortaya çıkacaktır. Türkiye'de iş gücü piyasasının dünya ile benzer dönüşümlerden geçtiği ve geçeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda öncelikle sahip olunan işgücünün yapısını dikkate alınarak, süreci daha iyi yönetebilmek adına, işgücünün vasfının arzu edilen seviyelere ulaşmasını sağlayacak gerek okul gerekse işte çalışanlara yönelik eğitim ve istihdam politika alternatiflerinin oluşturulması gerekmektedir. İstihdam politikalarında ve eğitim sisteminde teknolojinin hızına uyum sağlanması için devamlılığın esas olması dikkate alınmalıdır. Türkiye'de işgücü yapısı dikkate alındığında, mevcut işsizlik oranlarının azaltılması bir yana artmaması için bile işgücü piyasasının etkinliğini ve işgücünün vasıflarını artırıcı politikalara bugünden ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acemoğlu, D. ve Autor, D.** (2011). “*Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*”, Handbook of Labor Economics, Volume 4b, Elsevier B.V. 2011.
- Acemoğlu, D. ve Restrepo, P.** (2017). *Robots and Jobs: Evidence from US labor markets*, NBER Working Paper Series, Working Paper 23285.
- Acıhoğlu, İ., Kaya, N. N.** (2021). *Beyaz Yakalı'nın Dijital Yakalı'ya Dönüşümü*, 1. Basım, Elma Yayınevi Kitap, s. 18.
- Arntz, M., Gregory, T. ve Zierahn, U.** (2016). “*The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, 2016.
- Autor, D.** (2007). “*The Polarization Of The U.S. Labor Market: Evidence, Explanations And Implications For Higher Education*” Cambridge, MA: MIT Press, 2007
- Autor, D.H., Levy, F. ve Murnane, R.J.** (2003). *The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration*, *The Quarterly Journal of Economics*. Kasım 2003.
- Barker, G.** (2006). *The Agricultural Revolution in Prehistory*. New York: Oxford yayınları.
- Bayraktutan, Y.** (2015). *Uluslararası İktisat*, İstanbul, Yazın Basım Yayın.
- Bekiroğlu, C.** (2010). *Türkiye'de İşsizlik Sorununun Çözümlemesinde Uygulanan Ekonomi Politikalarının Analizi*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bozkurt, V.** (2014). *Endüstriyel Ve Post-Endüstriyel Dönüşüm Bilgi, Ekonomi ve Kültür* (3. b.). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Cecilia, E. O.** (2016). *Emerging future of work (İşin Geleceği)*. Alındığı tarih: 19.09.2020. Adres: <https://business.inquirer.net/210149/emerging-future-work>
- Chiacchio, F., Petropoulos, G. ve Pichler, D.** (2018). *The Impact of Industrial Robots on EU Employment and Wages: A Local Labour Market Approach*. Bruegel working paper. Alındığı tarih: 15.12.2020
- Çay, Y.** (2016). *Küreselleşme Sürecinde İstihdamın Önemi: Avrupa Birliği İstihdam Politikaları ve Türkiye*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Muğla.
- Çetin, G. F.** (2014). *Genç İstihdamı ve Türkiye'de Teşviklerin Genç İstihdamına Etkisi*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

- Deane, P.** (2000). *İlk Sanayi İnkılabı*, Çeviren: Tefik Güran, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara.
- Dinler, Z.** (1998). *İktisada Giriş*, Ekin Kitabevi Yayınları, Gözden Geçirilmiş 4. Basım, Bursa 1998.
- Ege, B.** (2014). *Dördüncü Endüstri Devrimi Kapıda mı?* Bilim ve Teknik Dergisi, 558, s. 1-4.
- Eğilmez, M.** (2018). *Dünya Ekonomisi*, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Erdem, M.B.** (2014). *İktisat Tarihi*. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Erdem, Z.** (2005). *Sanayi İşçisi”nden “Bilgi İşçisine: Yeni Ekonominin Değişen İşçi Tipi*, Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi.
- Erkan, H.** (2000). *Ekonomi Sosyolojisi*, Barış Yayınları, İzmir, 2000, s. 123.
- Eşiyok, B. A.** (2020). *Türkiye Sanayi 4.0'e Hazır mı? Tespitler Çözüm Önerileri*. HBT Akademi E-kitapları 7.
- Frank, M., Roehrig, P. ve Pring, B.** (2019). *Makineler Her Şeyi Yaptığında Biz Ne Yapacağız?* 1. Basım, Aganta Kitap Yayınevi.
- Freeman, C. ve Soete, L.** (2003). *Yenilik İktisadı*, Çev. Ergun Türkcan, Tübitak Yayınları
- Frey, C. ve Osborne, M.** (2017). *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*” *Technological Forecasting and Social Change* 114.
- Gehr, L., Kühn, A. T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S., ... ve Standley, M.** (2015). *A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective*. April 2015.
- Gökmen, H.** (2007). *Avrupa Sosyal Devlet Anlayışında İstihdam ve Türkiye’de Genç İşsizlik Sorunu*, Türkiye İş Kurumu Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Graetz, G. ve Michaels, G.** (2018). *Robots At Work*. The Review of Economics and Statistics, December 2018, Number 5.
- Güçlüoğlu, Ü. M.** (2017). *Türkiye’de İstihdam Analizi ve Bazı Makroekonomik Değişkenlerin İstihdam Üzerindeki Etkisi*. Uzmanlık Tezi, T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü.
- Günay, D.** (2002). *Sanayi ve Sanayi Tarihi*, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı:31, s. 8-14.
- İşğışok Ö.** (2005). *21. Yüzyılda İstihdam ve İnsana Yakışır İş*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- İşğışok, Ö.** (2017). *İstihdam ve İşsizlik*. Bursa: Dora Yayınları.
- İnan, K.** (2019). *Teknoloji İşlevsizlik - Kitle Üretiminden Yaratıcı Tasarım* (s. 112-113-116-128).
- İnan, K.** (2019). *Teknoloji İşlevsizlik - Kitle Üretiminden Yaratıcı Tasarım. 1. Basım, İletişim Yayınları*.
- İŞKUR.** (2016). *Türkiye İşgücü Piyasası Araştırması 2016 Sonuç Raporu*. Alındığı tarih: 12.10.2020, adres: <https://media.iskur.gov.tr/14990/2016-turkiye-geneli-ipa-raporu.pdf>

- Kalkan, K.** (2018). *Endüstri 4.0: Sektörel Bazda İncelenmesi ve Patent Sistemi Üzerindeki Etkisi*, Uzmanlık Tezi, Ankara 2018, T.C. Türk Patent ve Marka Kurumu Patent Dairesi Başkanlığı.
- Kandemir, B.** (2020). *Değişen İşgücü Piyasası ve İşin Geleceği: Türkiye İş Kurumu İçin Öneriler*. Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, alındığı Tarih: 28.12.2020.
- Karabulut, A.** (2007). *Türkiye'deki İşsizliği Önlemede Aktif İstihdam Politikalarının Rolü ve Etkinliği* (s. 2).
- Kazcynski, T.** (1996). *Sanayi Toplumu ve Geleceği*, Kaos Yayınları, İstanbul.
- Kroll, H., Horvat, D., Jäger, A.** (2018). *Effects of Automatisation and Digitalisation on Manufacturing Companies' Production Efficiency and Innovation Performance*, Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 58 ISSN 1612-1430 Karlsruhe, February 2018.
- Kurt, D. ve Bozoklu, Ü.** (2019). *Robot Ekonomisinin Yükselişi*, Sosyal Bilimler Metinleri, Yıl: 2019, Sayı: 01, alındığı adres: 10.10.2020. Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/712252>
- Küçükcalay, A.M.** (1997). *Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.
- Lordoğlu, K. ve Özkaplan, N.** (2003). *Çalışma İktisadı*, Der Yayınları, İstanbul.
- Mohajan, H. K.** (2020). *The Second Industrial Revolution has Brought Modern Social and Economic Developments*. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(1), 1-14.
- Musso, S.** (2013). Labor in the Third Industrial Revolution. In G. Dosi, L. Galambos, A. Gambardella, & L. Orsani (Eds.), *The Third Industrial Revolution in Global Business (Comparative Perspectives in Business History)*, s. 300-325. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9781139236706.010
- Newman, D. ve Blanchard, O.** (2020). *İnsan ve Makine*, 1. Basım, Orenda Kitap.
- News, M.** (2015). *Sanayi Devriminin Toplumsal Etkileri*. 16 Aralık 2015, alınan tarih: 12.10.2020. Adres: <https://www.mepanews.com/sanayi-devriminin-toplumsal-etkileri-75yy.htm>
- Özdemir, Ş.** (2014). *Sanayi Devriminin Bilim Tarihi Üzerindeki Etkisi: Bilim ve Teknoloji İç İçe*. Üretim Ekonomisi Kongresi.
- Özdoğan, O.** (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları* (1. Basım) İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Özdoğan, O.** (2018). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları* (2. Baskı). İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Özen, N. Efan.** (2017). *Bilgisayarlı Otomasyon ve Türkiye'de İşgücü Piyasasının Geleceği*, TEPAV. Alındığı tarih: 06.10.2020. Adres: <https://www.tepav.org.tr/yayin/s/1198>

- Özkan, G.** (2017). *Küresel eğilimler doğrultusunda işin geleceği; Y kuşağının beklentileri ve kamu istihdam kurumlarının rolü.* Alındığı tarih: 03.08.2020. Adres: <https://media.iskur.gov.tr/15689/gokcen-ozkan.pdf>
- Özsoylu, A. F.** (2017). *Endüstri 4.0.* Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt 21, Sayı 1, s. 41-64.
- Öztuna, B.** (2017). *Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle Çalışma Yaşamının Geleceği*, 1. B., Ankara, Gece Kitaplığı.
- Özyürek, R.** (2013). *Kariyer Psikolojik Danışmanlığı Kuramları.* Nobel Yayınları.
- Pamuk, N. S. ve Soysal, M.** (2018). *Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme* (s. 3-4).
- Rahman, M., Deep, V. ve Rahman, S.** (2016). *ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India.* In 2016 6th International Conference-Cloud System and Big Data Engineering (Confluence) (s. 701- 704).
- Rifkin, J.** (2014). *The Third Industrial Revolution: How the Internet, Green 19 Electricity, and 3-D Printing are Ushering in a Sustainable Era of Distributed Capitalism.*
- Rifkin, J.** (1995). *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of The Post-Market Era* Putnam Publishing Group.
- Sarıyıldırım, H.** (2020). *Meslek Danışmanlığı, Kamu İstihdam Kurumları Tarafından Sunulan “Meslek Danışmanlığı” Faaliyetlerinin Karşılaştırılması ve İşkur İçin Öneriler*, İstihdam Uzman Yardımcısı, Ankara, T.C. Aile, Çalışma Ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü.
- Savuk, F.** (2014). *Teknolojinin Emek Kullanımı Üzerindeki Etkisi ve Teknoloji-İşsizlik İlişkisi.* T.C. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. Alınan tarih: 12.12.2020.
- Schwab, K.** (2016). *The Fourth Industrial Revolution.* Alındığı tarih: 28 Haziran 2012, s. 6, adres: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
- Schwab, K.** (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi* Kitabı. Optimist Yayın, Kasım 2018 Basım, s. 48.
- Schwab, K.** (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi* Kitabı. Optimist Yayın, Kasım 2018 Basım, s. 48.
- Seele, P.** (2017). Predictive Sustainability Control: A review assessing the potential to transfer big data driven “predictive policing” to corporate sustainability management. *Journal of Cleaner Production*, 153, s. 673–686.
- Sercan, M. R.** (2019). *Türkiye'nin Endüstri 4.0 potansiyeli ve seçilmiş ülkeler ile karşılaştırılması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (s. 20-51-52).
- Somel, C.** (2014). *Makro İktisada Giriş*, Yordam Kitap, 2014.
- Şenel, A.** (2006). *İnsanlık Tarihi* (1. b.). Ankara: İmge Kitapevi Yayınları.

- Talas, C.** (1997). *Toplumsal Politika*, İmge Kitabevi Yayınları.
- Tokol A.** (1999). *Yeni Teknolojiler ve Değişen Endüstri İlişkileri*, Uludağ Üniversitesi.
- Tokol, A.** (2008). *Endüstri İlişkileri ve Yeni Gelişmeler*. Dora Yayınları, 2. Baskı.
- Torun, İ.** (2003). *Endüstri Toplumunun Oluşmasında Etkili Olan İktisadi ve Sınai Faktörler*. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4(1), s. 181-196.
- Unay, C.** (1996). *Makro Ekonomi*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Varıcı, M.** (2019). *Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkileri: Türkiye örneği*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Westrom, D.** (2019). *The Difference Between Industry 4.0 And Automation*, Alındığı tarih: 26.10.2020. Adres: <https://www.machinemetrics.com/blog/the-difference-between-industry-4-0-and-automation>
- World Bank Group (Dünya Bankası Grubu).** (2016). *Digital Dividends, World Development Report 2016*, Washington DC: World Bank.
- Yazıcı, E.** (2010). *Dönüşen İş Kültürü* (1. b., Cilt I). Ankara: Binyıl Yayınevi
- Yılmaz, T. ve Aktaş, F.** (2018). *Yeni Nesil İstihdam ve Geleceği*. Akademia Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı: 1.
- Yücel, İ. H.** (1997). *Bilim- Teknoloji Politikaları ve 21. Yüzyılın Toplumu* (s. 91).
- Zaim, S.** (1997). *Çalışma Ekonomisi*, Filiz Yayınevi, 10. Baskı, İstanbul.

İnternet

- Adak, N.** (2010). *Sosyal Bir Problem Olarak İşsizlik ve Sonuçları*. Toplum ve Sosyal Hizmet, Cilt 21, Sayı 2, Ekim 2010, Akademik Dizi, Ankara. Alındığı tarih: 15.06.2020. Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/797240>
- Akarsoy A. T., Gerçek, A.** (2020). *Otomasyon Sektörü*. Mühendis ve Makine Güncel, TEMMUZ 2020. Alındığı tarih: 26.12.2020. Adres: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/15%20son_tulayhoca.pdf
- Akın, Ö.** (2017). *Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişimler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirilmesi*, İş ve Hayat, Cilt 3, alınan tarih: 08.10.2020, adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/404399>
- Akyıldız, Y.** (2019). *İşsizlik ve İŞKUR'un Aktif İstihdam Politikaları*. Akademik Bakış Dergisi, s. 71, s. 94–119. Alındığı tarih: 15.06.2020. Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/674391>
- Alçın, S.** (2016). *Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0* (s. 21). Adres: [file:///C:/Users/song%C3%BCI/Downloads/retimYeniBirizlekSanayi40%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/song%C3%BCI/Downloads/retimYeniBirizlekSanayi40%20(3).pdf)
- Atar, F.** (2014). *İşveren Taleplerine Dayalı Aktif İşgücü Piyasası Programları Uygulama Biçimleri ve Bir Model Önerisi*, Uzmanlık Tezi, alındığı tarih: 05.10.2020. Adres: <https://media.iskur.gov.tr/15643/ferhat-atar.pdf>

- Atış, N.** (2017). *Teknolojik İşsizliğin Kaçınılmazlığı ve Çözümün Bir Parçası Olarak Kamu İstihdam Hizmetleri*, alındığı tarih: 05.11.2020. Adres: <https://media.iskur.gov.tr/15694/nuran-torun-atis.pdf>
- Autor, D. H., Katz, L. F. ve Kearney, M. S.** (2006). *Measuring And Interpreting Trends In Economic Inequality, The Polarization Of The U.S. Labor Market*, alındığı tarih: 18.09.2020. Adres: <https://economics.mit.edu/files/11579>
- Autor, D. ve M. Handel.** (2013). *Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Task and Wages*. Journal of Labor Economics, Vol. 31, No. 2. Alındığı tarih: 02.10.2020. Adres: <https://economics.mit.edu/files/11640>
- Bloomberg, J.** (2018). *Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril*, alındığı tarih: 08.08.2020. Adres: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/?sh=3a894142f2c7>
- Boston Consulting Group. (BCG).** (2015). *The Robotics Revolution. The Next Great Leap in Manufacturing*. Boston: BCG. Alındığı tarih: 25.10.2020. Adres: https://circabc.europa.eu/sd/a/b3067f4e-ea5e-4864-9693-0645e5cbc053/BCG_The_Robotics_Revolution_Sep_2015_tcm80-197133.pdf
- Brynjolfsson ve McAfee.** (2014). *The Second Machine Age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant Technologies*. Alındığı tarih: 02.10.2020, adres: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312922/mod_resource/content/2/Erik%20-%20The%20Second%20Machine%20Age.pdf
- Doğru, B. N. ve M, Oytun.** (2018). *Türkiye 'de Endüstri 4.0'ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri*. Alındığı tarih: 11.09.2020. Adres: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1037053>
- Enlil, Z.** (tarih yok). *Modernleşmenin 1. Kuşağı: Sanati Devrimi ve Kentler*. Alındığı tarihi: 12.12.2020, Adres: https://personel.omu.edu.tr/docs/ders_dokumanlari/4094_71913_1655.pdf
- Erboz, G.** (2018). *How to define Industry 4.0: The Main Pillars of Industry 4.0*. Alındığı tarih: 13.10.2020. Adres: https://www.researchgate.net/publication/326557388_How_To_Define_Industry_40_Main_Pillars_Of_Industry_40
- Erol, E.** (2014). *Bilgi Ekonomisi Kapsamında Türkiye İş Kurumu 'nun Nitelikli İşgücüne Yönelik Hizmetleri Hakkında Bir Model Önerisi, Uzmanlık Tezi*, alındığı tarih: 06.10.2020. Adres: <https://media.iskur.gov.tr/15641/eser-erol.pdf>
- Frey, C. ve Osborne, M.** (2013). *The Future Of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?* Oxford Martin School Working Paper (s. 41-45-48). Adres: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf>

- GİF (Global İlişkiler Forumu).** (2019). *Otomasyon, İş Gücü Piyasalarının Evrimi, Sosyal İstikrarın Sürdürülebilirliği*, Aralık 2019. Alındığı tarih: 22.11.2020. Adres: <http://www.gif.org.tr/files/Otomasyon,%20C4%B0%C5%9F%20G%3%BCc%C3%BC%20Piyasalar%C4%B1n%C4%B1n%20Evrimi,%20Sosyal%20C4%B0stikrar%C4%B1n%20S%C3%BCrd%C3%BCrebilirli%C4%9Fi.pdf>
- Güran, T.** (2004). *İktisat Tarihi* (1. b.). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. Alındığı tarih: 12.10.2020. Adres: https://read.oecd-ilibrary.org/employment/oecd-employment-outlook-2019_9ee00155-en#page20
- Handy, C.** (1984). *The Future of Work*. Alındığı tarih: 27.12.2020, adres: <http://business.inquirer.net>
- ILO/International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü).** (2016). *World Employment and Social Outlook: TRENDS 2016*. International Labour Office • Geneva. Alındığı tarih: 12.12.2020, adres: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_443480.pdf
- ILO/International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü).** (2019). *Report of the Committee of Experts on the Application of Conventions and Recommendations*. Alındığı tarih: 06.08.2020, adres: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_670146.pdf
- ILOstat. (Uluslararası Çalışma Örgütü İstatistik Ofisi).** (2019). Adres: <https://ilostat.ilo.org/>
- International Federation of Robotics/IFR (Uluslararası Robotik Federasyonu).** (2017). *Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots*. Alındığı tarih: 17.11.2020. Adres: https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf
- International Federation of Robotics/IFR (Uluslararası Robotik Federasyonu).** (2018). *Welcome to the IFR Press Conference 18 October 2018 Tokyo*, alındığı tarih: 28.12.2020, s. 18, adres: https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf
- International Federation of Robotics/IFR (Uluslararası Robotik Federasyonu).** (2019). *Executive Summary World Robotics Industrial Robots*. Alındığı tarih: 28.12.2020, alındığı adres: <https://ifr.org/downloads/press2018/Executive%20Summary%20WR%202019%20Industrial%20Robots.pdf>
- Dobbs, R., Manyika, J. ve Woetzel, J.** (2015). *The four global forces breaking all the trends*, McKinsey Global Institute. Alındığı tarih: 12.12.2020. Alındığı adres: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-four-global-forces-breaking-all-the-trends>

- Sönmez, Ö. ve Günay, V. D.** (2013). *Doğadan Kültüre/Kültürden Doğaya evrilen İnsan ve Reklam*, alındığı tarih: 10.12.2020. Alındığı adres: https://gerflint.fr/Base/Turquie6/Sonmez_Gunay.pdf
- International Federation of Robotics/IFR (Uluslararası Robotik Federasyonu).** (2020). *Welcome to the IFR Press Conference 24th September 2020 Frankfurt*. Alındığı tarih: 28.12.2020, adres: https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation_WR_2020.pdf
- Işığışık, Ö.** (2018). *Çalışma Yaşamının Kalitesinin Arttırılmasında “İnsana Yakışır İş”*. Alındığı tarih: 02.10.2020, adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/604320>
- Kamacı, A.** (2016). *Doğu Karadeniz'de İşgücü ve İstihdam*. JOMELIPS, 1(1). Alındığı tarihi: 15.05.2020, adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/206536>
- Kapız, S. Ö.** (2001). *İşin Değişen Anlamı ve Birey Yaşamında Önemi, İş Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, Cilt: 3 Sayı: 2 Sıra: 1/No: 66. Alındığı tarih: 20.10.2020. Adres: <http://www.isguc.org/?p=article&id=66&cilt=3&sayi=2&yil=2001>
- Katzmarzik, A., Henneberger, M., Buhl, H. U.** (2012). *Interdependencies between automation and sourcing of business processes*. Journal of Decision Systems Volume 21, 2012 - Issue 4. Alındığı tarih: 25.07.2020. Adres: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12460125.2012.749755>
- Keskin, İ.** (2018). *Dijital dünyanın sesini duyabilenler*. Alındığı tarih: 05.08.2020. Adres: <https://www.irfankeskin.com/wp-content/uploads/2018/02/Dijital-Dunyanin-Sesi-Duyabilenler.pdf>
- Keynes, J. M.** (1930). *Economic Possibilities for our Grandchildren*, taranmış belge, s. 3. Alındığı tarihi: 22.12.2020. Adres: <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>
- Kocabaş, G.** (2010). *Teknolojinin İşgücü ve Üretim Üzerine Etkileri: Türkiye’de İmalat Sanayinin İncelemesi*, Adana, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Alındığı tarih: 06.10.2020, adres: <http://libratez.cu.edu.tr/tezler/7981.pdf>
- Koç, B.** (2018). *İşgücü Piyasası*. Alındığı tarih: 22.11.2020. Adres: <http://www.bingol.edu.tr/documents/Academic/DERS%201%20%C4%B0%20C5%9EG%C3%9CC%C3%9C%20P%C4%B0YASASI-converted.pdf>
- Loungani, P. ve An, Z. (IMF Blog).** (2016). *“Unemployment: Troubles Ahead for Emerging Markets”*, 3 Mart 2016, alındığı tarih: 12.10.2020, adres: <https://blogs.imf.org/2016/05/03/unemployment-troubles-ahead-for-emerging-markets/>
- Maloney, W. F. ve Molina, C.** (2016). *Are Automation and Trade Polarizing Developing Country Labor Markets, Too?* Alınan tarih: 12.12.2020. Adres: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2887777

- MGI (McKinsey Global Institute).** (2013). *Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, and The Global Economy* (s. 30-114). Alındığı tarih: 15.10.2020, adres:
https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.pdf
- MGI (McKinsey Global Institute).** (2017a). *A Future That Works: Automation, Employment, And Productivity* (s. 13). Alındığı tarih: 23.11.2020. Adres:
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>
- MGI (McKinsey Global Institute).** (2017b). *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions In A Time Of Automation* (s. 2). Alındığı tarih: 14.10.2020. Adres:
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Public%20and%20Social%20Sector/Our%20Insights/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.pdf>
- MGI (McKinsey Global Institute).** (2020). *İşimizin Geleceği, Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü*, McKinsey & Company Türkiye tarafından McKinsey Global Enstitüsü iş birliği ile hazırlandı, alındığı tarih: 26.11.2020, adres:
https://www.mckinsey.com/tr/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Turkey/Our%20Insights/Future%20of%20Work%20Turkey/İsimizin-Gelecegi-McKinsey-Turkiye-Raporu_Ocak-2020.pdf
- Mokyr, J.** (1998). *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*. J. Mokyr içinde, *The Lever of Riches*. Alındığı tarih: 08.10.2020, adres: https://en-econ.tau.ac.il/sites/economy_en.tau.ac.il/files/media_server/Economics/PDF/Mini%20courses/castronovo.pdf
- Mokyr, J., Vickers, C. ve Ziebarth, N. L.** (2015). *The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Different?* Alındığı tarih: 05.10.2020, adres:
https://www.researchgate.net/publication/282382110_The_History_of_Technological_Anxiety_and_the_Future_of_Economic_Growth_Is_This_Time_Different
- Muro, M. ve Andes, S.** (2015). *Robots Seem To Be Improving Productivity, Not Costing Jobs*, June 16. Alındığı tarih: 12.10.2020. Adres:
<https://hbr.org/2015/06/robots-seem-to-be-improving-productivity-not-costing-jobs>
- Niiler, E.** (2019). *How the Second Industrial Revolution Changed Americans' Lives*. Alındığı tarih: 12.12.2020, <https://www.history.com/news/second-industrial-revolution-advances>
- OECD.** (2015). *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*, OECD Publishing, Paris. Alınan tarih : 12.10.2020. Adres:
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264229358-en>

- OECD.** (2016). *Automation and Independent Work in a Digital Economy*. Alındığı tarih: 18.11.2020. Adres: <https://www.oecd.org/els/emp/Policy%20brief%20%20Automation%20and%20Independent%20Work%20in%20a%20Digital%20Economy.pdf>
- OECD.** (2017). *Skills Outlook. Skills and Global Value Chains*. Alındığı tarih: 26.11.2020. Adres: https://read.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2017_9789264273351-en#page34
- OECD.** (2019a). *Employment Outlook 2019: The Future of Work*, OECD Publishing, Paris. Alındığı tarih: 02.08.2020. Adres: <https://dx.doi.org/10.1787/9ee00155-en>
- OECD.** (2019b). *Skills Outlook 2019. Thriving in a Digital World*. Alındığı tarih: 28.12.2020. Adres: https://abdigm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_06/13161241_OECD_SKILLS_OUTLOOK_2019.pdf
- Orhan, S. ve Savuk, F.** (2014). *Emek, Teknoloji ve İşsizlik İlişkisi*. Çalışma Dünyası Dergisi: Cilt: 2 / Sayı: 2 / Mayıs 2014. Alındığı tarih: 20.10.2020. Adres: <https://kutuphane.dogus.edu.tr/mvt/pdf.php>
- Ören, K. ve Yüksel, H.** (2012). *Geçmişten Günümüze Çalışma Hayatı*. HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi © Cilt: 1, Yıl: 1, Sayı: 1 (2012/1). Alındığı tarih: 02.10.2020, adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/84742>
- Pettinger, T.** (2019). *Automation – benefits and costs*. 12 November 2019. Alındığı tarih: 19.11.2020), adres: <https://www.economicshelp.org/blog/25163/economics/automation/>
- Pew Araştırma Merkezi.** (2018). *Stories From Experts About the Impact of Digital Life*. Alındığı Tarih: 20.10.2020. Adres: <https://www.pewresearch.org/internet/2018/07/03/stories-from-experts-about-the-impact-of-digital-life/>
- PwC.** (2017). *UK Economic Outlook: Will Robots Steal Out Jobs?* Alındığı tarih: 20.10.2020. Adres: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwc-uk-economic-outlook-full-report-march-2017-v2.pdf>
- PwC.** (2018). *Will Robots Really Steal Our Jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation*. Alındığı tarih: 18.11.2020, adres: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf
- PwC.** (2019). *Otomasyon mevcut işleri nasıl etkileyecek?* Alındığı tarih: 05.11.2020. Adres: <https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/ekonomi/otomasyon-mevcut-isleri-nasil-etkileyecek.html>

- Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., Schirgi, E.** (2018). *Digitalization and its influence on business model innovation*. Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 30 No. 8, 2019, s. 1143-1160 Emerald Publishing Limited 1741-038X DOI 10.1108/JMTM-01-2018-0020. Alındığı tarih: 08.09.2020, adres: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-01-2018-0020/full/pdf>
- Rüssmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., ve Harnisch, M.** (2015). *Industry 4.0: The Future Of Productivity and Growth In Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group. Alındığı adres: 12.12.2020, adres: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf
- Sabancı Üniversitesi.** (2017). *Sanayide Dijitalleşme Stratejileri Çalıştayı*, 8-9 Haziran 2017, Taslak Rapor, alındığı tarih: 05.10.2020, adres: http://research.sabanciuniv.edu/34507/1/Taslak_Rapor_v3.pdf
- Sak, G.** (2020). Keynes nasıl yanıldı? TEPAV Günlük, 11 Şubat 2020. Alınan tarih: 12.12.2020. Adres: https://www.tepav.org.tr/tr/blog/s/6603/Keynes+nasil+yanildi_
- Sanayide Dijitalleşme Stratejileri Çalıştayı.** (2017). Sabancı üniversitesi taslak raporu. 8-9 Haziran 2017. Alındığı tarihi: 12.11.2020. Adres: http://research.sabanciuniv.edu/34507/1/Taslak_Rapor_v3.pdf
- Schumacher, A., Sihn, W., Erol, S.** (2016). *Automation, digitization and digitalization and their implications for manufacturing processes*, International Scientific Conference Bucharest, Romania, 28/29 October 2016, alındığı tarih: 16.08.2020. Adres: file:///C:/Users/song%C3%BCI/Downloads/FullText_Innov.andSust._Schumacher_20161025.pdf.
- Sert D., Yılmaz Hitit Z., Ertunç S.** (2019). *Endüstri 4.0 Uygulamaları Mevcut Durumu ve Kimya Mühendisliğindeki Yeri*, IV. Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi ve Proses Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi, s. 169-182. Ankara. https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/ae6ae989776b6cc_ek.pdf
- Seyman, M. A.** (2019). *Üretimde Otomasyon ve Robot Kullanımının Artmasının İstihdam ve Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Alındığı tarih: 20.12.2020. Adres: [file:///C:/Users/song%C3%BCI/Downloads/589700%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/song%C3%BCI/Downloads/589700%20(1).pdf)
- Shedletsky, A. K.** (2019). *Automation might be here, but industry 4.0 is still far off*. 15.08.2019. Alındığı tarih: 12.08.2020, adres: <https://www.forbes.com/sites/annashedletsky/2019/08/15/automation-might-be-here-but-industry-40-is-still-far-off/?sh=222630792c05>
- T.C. Kalkınma Bakanlığı.** (2018). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), İşgücü Piyasası ve Genç İstihdamı Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Alındığı tarih: 02.10.2020, adres: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/IsgucuPiyasasi_ve_GencIstihdamiOzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf

- Taşdemir, M., Ergeç, E. H., Kaya, H., Selçuk, Ö.** (2019). *Geleceğin Türkiye'sinde Ekonomi*. Geleceğin Türkiye'si Raporları – 3, İlke İlim Kültür Eğitim Derneği, İstanbul, 2019. Alındığı tarih: 12.12.2020, adres: <https://ilke.org.tr/images/yayin/pdf/gelecegin-turkiyesinde-ekonomi-web.pdf>
- The Economist.** (2016). *The Return Of The Machinery Question*, Special Report Artificial Intelligence, June 25th 2016. Alındığı tarih: 02.10.2020. Adres: https://www.economist.com/sites/default/files/ai_mailout.pdf
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu).** Alındığı tarih: 10.12.2020. Adres: https://tuikweb.tuik.gov.tr/MicroVeri/Hia_2019/turkce/metaveri/tanim/index.html
- TÜİK.** (2020). *İşgücü İstatistikleri*, Ağustos 2020. Erişim Tarihi: 23.12.2020 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Agustos-2020-33792>
- Türk Dil Kurumu.** Alındığı tarih: 28.12.2020. Adres: <https://sozluk.gov.tr/>
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. (TTGV).** (2018). *Sanayide Dijital Dönüşüm: Eğitim*. TTGV Yayın No TTGV – T/2018/01 Kasım, 2018, Ankara. Alındığı tarih: 25.08.2020, adres: https://ttgv.org.tr/content/docs/SDD_EGITIM_BIRLESTIRILMIS.pdf
- TÜSİAD, BCG.** (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte olan Ekonomi Perspektifi*, TÜSİAD Sanayi 4.0, Türkiye'nin Sanayi 4.0 Dönüşümü. Mart 2016 Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576 Alındığı tarih: 16.12.2020. Adres: <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>
- Ülgen, G.** (2007). *İktisat Bilimine Giriş*, Der Yayınları, 3. Basım, 2007, İstanbul (s. 257).
- Ünsal, E. M.** (2004). *Makro İktisat*, Turhan Kitabevi, Ankara. Alındığı tarih: 07.09.2020. Adres: https://tuikweb.tuik.gov.tr/MicroVeri/Hia_2019/turkce/metaveri/tanim/index.html
- WEF.** (2016). *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*, "İşlerin Geleceği" Raporu, s. 8. Alındığı tarih: 18.12.2020. Adres: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- WEF.** (2018). *The Future of Jobs Report*, Centre for the New Economy and Society, alındığı tarih: 06.11.2020. Adresler:
1. https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf
2. <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/shareable-infographics/>
- WEF.** (2019). *Fourth Industrial Revolution Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*, In collaboration with McKinsey & Company, January 2019. Alındığı tarih: 16.12.2020. Adres: http://www3.weforum.org/docs/WEF_4IR_Beacons_of_Technology_and_Innovation_in_Manufacturing_report_2019.pdf

- WEF.** (2020). *The Future of Jobs Report*, October 2020, “ Geleceğin İşleri” Raporu, s. 30, 34, 36. Alındığı tarih: 28.12.2020. Adres: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Writer, S.** (2019). *Digitization and automation*. Jun 6, 2019. Alındığı tarih: 16.07.2020. Adres: <https://mining.komatsu/blog/details/digitization-and-automation#:~:text=Digitization%20is%20simply%20the%20process,digital%20information%20into%20digital%20data.&text=Automation%20means%20using%20information%20technology,humans%20to%20do%20other%20things>
- Yılmaz, Z., Danişoğlu, F.** (2017). *Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü ve Türkiye’de Beşeri Kalkınmanın Görünümü Olarak İnsani Gelişim Endeksi*, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Sayı 51, Ocak 2017. Alındığı tarih: 24.12.2020. Adres: <https://Dergipark.Org.Tr/Tr/Download/Article-File/279411>
- Url-1** <<https://www.abivin.com/post/the-differences-between-digitization-digitalization-and-digital-transformation-in-supply-chain>>, alındığı tarih: 18.12.2020
- Url-2** <<https://www.britannica.com/technology/automation/Advantages-and-disadvantages-of-automation>>, alındığı tarih: 15.09.2020
- Url-3** <<https://www.britannica.com/technology/automation>>, alındığı tarih: 06.09.2020
- Url-4** <www.gartner.com>, alındığı tarih: 28.12.2020
- Url-5** <<https://nexusintegra.io/automation-in-industry-4-0/>>, alındığı tarih: 29.09.2020
- Url-6** <<https://www.tdk.gov.tr/>>, alındığı tarih: 10.12.2020
- Url-7** <<http://www.thedigitalbridges.com/digitalization-vs-digitization/>>, alındığı tarih: 25.05.2020

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU: Gedik Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü - Lisans

Lisans : 2016-Gedik Üniversitesi-İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi-
Uluslararası İlişkiler Bölümü
2021- Anadolu Üniversitesi/İşletme Fakültesi/İşletme Bölümü

Yüksek Lisans : 2021-Gedik Üniversitesi-İşletme Yönetimi Programı