T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
TÜRKİYE İŞ KURUMU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

İSTİHDAMIN KORUNMASI BOYUTUYLA TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMU VE İŞKUR'UN ROLÜ

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN
İstihdam Uzman Yardımcısı

Ankara 2023

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
TÜRKİYE İŞ KURUMU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

İSTİHDAMIN KORUNMASI BOYUTUYLA TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMU VE İŞKUR'UN ROLÜ

(Uzmanlık Tezi)

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN
İstihdam Uzman Yardımcısı

Tez Danışmanı
Mehmet Buğra KAZANÇ
İstihdam Uzmanı

Ankara 2023

KABUL SAYFASI

TÜRKİYE İŞ KURUMU GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE

İstihdam Uzman Yardımcısı Ahmet Murat ÇAĞLAYAN'a ait, "İstihdamın Korunması Boyutuyla Türkiye İşgücü Piyasasının Endüstri 4.0'a Uyumu ve İŞKUR'un Rolü" adlı bu Tez, Yeterlik Sınav Kurulu tarafından UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı	**Adı ve Soyadı**	**İmzası**
Başkan :			
Üye :			
Üye :			
Üye :			
Üye :			

Tez savunma tarihi : ..…/……/20…..

TEZDEN YARARLANMA

Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü İstihdam Yardımcısı Ahmet Murat ÇAĞLAYAN tarafından hazırlanan bu Uzmanlık Tezinden yararlanma koşulları aşağıdaki şekildedir:

1. Bu Tez fotokopi ile çoğaltılabilir.
2. Bu Tez, pdf formatında internet ortamında yayınlanabilir.
3. Bu Tezden yararlanılırken kaynak gösterilmesi zorunludur.

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN
İstihdam Uzman Yardımcısı

..../...../20.....

İmza

ÖNSÖZ

Teknolojik gelişmeler her dönemde tarihin seyrini değiştirmiş ve bu değişim sürecini en iyi şekilde analiz eden ve yöneten ülkeler değişimle birlikte yeni düzende söz sahibi olmuştur. Önceki üç sanayi devriminden farklı olarak bu dönemde dünyada makineleşmeye yönelik çok daha kapsamlı ve insanoğlunun görmediği düzeyde bir değişim hareketi başlamıştır. Bu değişim ekonomi, istihdam, sosyal politika, uluslararası ilişkiler ve sosyoloji gibi pek çok farklı alanı etkilemekte ve dönüştürmektedir. "İstihdamın Korunması Boyutuyla Türkiye İşgücü Piyasasının Endüstri 4.0'a Uyumu ve İŞKUR'un Rolü" isimli bu tezde söz konusu değişim sürecinde Türkiye İş Kurumu'nun rolü tartışılacak ve bir takım politika önerileri sunulacaktır.

Çalışmanın tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen ve önerileri ile yol gösteren Dış İlişkiler ve Projeler Dairesi Başkanı Sayın Oğuzhan KÜPELİ'ye, süreç boyunca bilgi, deneyim ve desteğini paylaşarak katkılarını sunan tez danışmanım İstihdam Uzmanı Mehmet Buğra KAZANÇ'a destek ve anlayışları için koordinatörlüğümdeki mesai arkadaşlarım ile kıymetli aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

İSTİHDAMIN KORUNMASI BOYUTUYLA TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMU VE İŞKUR'UN ROLÜ

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN

Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 devrimi kapsamında Türkiye ve dünyadaki gelişmeleri detaylı bir şekilde incelemek ve Endüstri 4.0'ın işletmeler ve iş gücü üzerindeki olası etkisini karşılaştırmalı olarak ortaya koyarak öngörülerde bulunmaktır. Endüstri 4.0 sürecinde kazanan olmak isteyen ülkelerin sadece hem bugün hem de yarının koşulları çerçevesinde plan ve projeler geliştirmek zorundadır. Bu nedenle gelecekteki araştırmalar çok önemlidir.

Ülkemizin de aralarında bulunduğu gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelerle en azından eskisi gibi rekabet edebilmek ve kalıcı büyüme hedeflerine ulaşabilmek için Endüstri 4.0'ın gerektirdiği stratejileri takip etmeleri gerekmektedir. Çalışmada Endüstri 4.0 öncesi sanayi devrimi, temel bileşenleri ve Endüstri 4.0'a yönelik eleştirel yaklaşımlar yer almaktadır. Çalışma boyunca Endüstri 4.0 ile ilgili çeşitli parametrelere değinilmiş ve ülke örneklerine yer verilmiştir. Bunun yanında ülkemizin genel uygulamaları üç ana sektör özelinde aktarılmış ve İŞKUR'un bu alandaki faaliyetleri aktarılmıştır.

Çalışmanın sonunda, yatırımlarını eğitim ve teknolojiye odaklayan ülkelerin, işgücü piyasasında ve işgücünün doğasında köklü değişikliklere yol açacak Endüstri 4.0 devriminin kazananı olacağı ifade edilmektedir. Bu süreçte mevcut işlerin büyük bir kısmının otomasyona uğrayacağı ve sonrasında ise yeni işlerin ortaya çıkacağı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi, İşgücü, İş, Meslek, Otomasyon, İstihdam

ABSTRACT

ADAPTATION OF TURKISH LABOR MARKET TO INDUSTRY 4.0 IN TERMS OF EMPLOYMENT PROTECTION AND THE ROLE OF İŞKUR

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN

The aim of the study is to examine the developments in Turkey and the world within the scope of the Industry 4.0 revolution in detail and to make predictions by comparatively revealing the possible impact of Industry 4.0 on businesses and the workforce. Countries that want to be winners in the Industry 4.0 process must develop plans and projects within the framework of both today's and tomorrow's conditions. Therefore, future research is very important.

Developing countries, including our country, need to follow the strategies required by Industry 4.0 in order to compete with developed countries at least as before and to achieve permanent growth targets. The study includes the industrial revolution before Industry 4.0, its basic components and critical approaches to Industry 4.0. Throughout the study, various parameters related to Industry 4.0 are mentioned and country examples are given. In addition, the general practices of our country are explained in three main sectors and İŞKUR's activities in this field are explained.

At the end of the study, it is stated that countries that focus their investments on education and technology will be the winners of the Industry 4.0 revolution, which will lead to radical changes in the labor market and the nature of the workforce. In this process, it has been observed that most of the existing jobs will be automated and then new jobs will emerge.

Key Words: Industry 4.0, Industry, Workforce, Business, Profession, Automation, Employment

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i

ÖZET ii

ABSTRACT iii

İÇİNDEKİLER iv

TABLOLAR viii

ŞEKİLLER viii

GRAFİKLER viii

KISALTMALAR ix

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 ve GELİŞİMİ

1.1 ENDÜSTRİ 4.0 ÖNCESİ 5

1.1.1 Birinci Endüstri Devrimi 6

1.1.2 İkinci Endüstri Devrimi 7

1.1.3 Üçüncü Endüstri Devrimi 9

1.2 DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 11

1.2.1 Endüstri 4.0 nedir? 12

1.2.2 İnovasyonların Yıkıcılığı Teorisi 15

1.2.3 Endüstri 4.0 Neden Önemlidir? 16

1.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL BİLEŞENLERİ 18

1.3.1 Siber Fiziksel Sistemler (CPS) 19

1.3.2 Nesnelerin İnterneti (IoT) 20

1.3.3 Büyük Veri 23

1.3.4 Bulut Bilişim 24

1.3.5 Robotik Sistemler 26

1.3.6 Yapay Zekâ, Makine Öğrenme ve Derin Öğrenme 27

1.3.7 Yatay ve Dikey Entegrasyon..... 29

1.3.8 Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR) 31

1.3.9 3D Yazıcılar 33

1.3.10 Siber Güvenlik..... 35

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ TARIŞMALAR VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

2.1 ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ TARTIŞMALAR..... 37

2.1.1 Neden Endüstri 4.0'a Ulaşılmaya Çalışılıyor? 40

2.2 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ PİYASASININ DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ..... 41

2.2.1 İstihdam ve İşsizlik..... 43

2.2.2 Esnek İstihdam 49

2.2.3 Ücretler..... 51

2.2.4 Çalışma Süreleri 55

2.2.5 İş Sağlığı ve Güvenliği 57

2.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞLERİN VE MESLEKLERİN DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ 59

2.3.1 İşlerin ve Mesleklerin Otomasyonlaşması..... 59

2.3.2 Yeni, Varlığı Devam Edecek Olan, Yok Olması Beklenen Meslekler ve Roller 64

2.3.3 İş Süreci ve Kalitesi..... 70

2.4 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜNÜN NİTELİKSEL DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ 74

2.4.1 Yetkinlikler 76

2.4.2 Çekirdek ve Çevre İşgücü..... 80

2.4.3 Yaka Renklerinde ve Cinsiyet Rollerindeki Olası Değişimler..... 82

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN ENDÜSTRİ 4.0 POTANSİYELİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

3.1 TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN İNOVASYON KARNESİ . 86

3.1.1 Ar-Ge Harcamaları 87

3.1.2 Araştırmacı Sayısı..... 88

3.1.3 Küresel İnovasyon Endeksi 89

3.1.4 Beşeri Sermaye Endeksi 91

3.1.5 Enformasyon ve İletişim Teknolojisi Gelişim Endeksi 93

3.1.6 Ağa Hazırlık Endeksi..... 95

3.1.7 İnternet Kullanımı..... 96

3.1.8 Sanayide Robot Yoğunluğu 97

3.1.9 Küresel Siber Güvenlik Endeksi..... 99

3.2 ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE ÖNCÜ ÜLKELER 101

3.2.1 Almanya 102

3.2.2 Amerika Birleşik Devletleri..... 106

3.2.3 İngiltere..... 108

3.2.4 Çin 110

3.2.5 Lüksemburg 111

3.2.6 Kanada 112

3.2.7 Japonya 113

3.2.8 Fransa 115

3.2.9 Diğer Ülkelerin Endüstri 4.0 Çalışmaları 117

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ GENEL YAPISI VE ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1 TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ GENEL YAPISI 118

4.2 TÜRKİYE'DEKİ ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMELERİ VE SEKTÖREL BAZDA İNCELENMESİ 120

4.2.1 Hizmet Sektörü 123

4.2.2 Sanayi Sektörü 127

4.2.3 Tarım Sektörü 130

4.3 İŞKUR'UN ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDAKİ ÇALIŞMALARI.... 131

4.3.1 Nitelikli Bilişim Uzmanı Yetiştirme Projesi-1-2-3-4 (NBUY) 133

4.3.2 Beceri Envanteri Projesi 135

4.3.3 Geleceğin Mesleklerinde İşbaşı Eğitim Programları 136

4.3.4 Mesleki Eğitim Kursları 137

4.3.5 Çalışanların Mesleki Eğitimi Programı 139

4.3.6 Otomotiv Sektöründe İstihdam ve Geleceğin İşleri Raporu 139

4.3.7 KALFA Programı 141

5 SONUÇ VE ÖNERİLER 143

6 KAYNAKÇA 154

7 ÖZGEÇMİŞ 176

TABLOLAR

Tablo 1 - Dünyada ve Türkiye'de Sektörlere Göre Toplam Ücretlerdeki Muhtemel Değişmelerin Karşılaştırması (milyar $) ... 53
Tablo 2 - Seçilmiş Ülkelerin Haftalık Ortama Çalışma Saatleri (2000-2019) ... 55
Tablo 3 - İşlerin ve Mesleklerin Otomasyonlaşma Oranları ... 62
Tablo 4 - Teknolojinin Dünyadaki Toplam İstihdama Etkisi (milyon kişi) ... 66
Tablo 5 - 2023-2027 Döneminde Ortaya Çıkması ve Kaybolması Beklenen Meslekler ... 69
Tablo 6 - Seçilmiş Ülkelerdeki CRM Kullanım Oranı -2022 ... 72
Tablo 7 - 2030'da Türkiye'de En Çok Talep Göreceği Beklenen Yetkinlikler ... 80
Tablo 8 - Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge harcamaları / GSYİH) (%) ... 88
Tablo 9 - 1.000 Çalışan Başına Düşen Araştırmacı Sayısı ... 89
Tablo 10 - Küresel inovasyon endeks puanı (0-100) (2023) ... 91
Tablo 11 - Enformasyon ve iletişim teknolojisi gelişim endeks puanı (0-100) (2023) ... 94
Tablo 12 - Ağa hazırlık endeks puanı (0-100) ... 96
Tablo 13 - İnternet Kullanıcı Sayısı ... 97
Tablo 14 - Dijitalleşme Sürecinde Otomasyon Hazırlığı Seçilmiş Ülkeler Bazında Puanlar. 111
Tablo 15 - Nitelikli Bilişim Uzmanı Yetiştirme Programı Katılımcı Sayıları ... 134
Tablo 16 - En Çok Katılım Sağlanan İlk On Meslek ... 138
Tablo 17 - Yıllara Göre Çalışanların Mesleki Eğitimi Programında Yararlanan Kişi Sayısı (2018-2022) ... 139

ŞEKİLLER

Şekil 1 - Endüstrinin Tarihsel Gelişimi ... 12
Şekil 2 - Endüstri 4.0 İşleyiş Şeması ... 19
Şekil 3- Akıllı bir Fabrikadaki Yatay ve Dikey Entegrasyon ... 31
Şekil 4 - Eğitime Göre Otomasyonlaşma Seviyeleri ... 63

GRAFİKLER

Grafik 1 - Üretim Maliyeti Endeksi ... 40
Grafik 2 - Seçilmiş Ülkelerdeki Bulut Bilişim Kullanım Oranı- 2022 ... 73
Grafik 3- The Future of Jobs Report İşgücü Stratejileri 2023-2027 ... 78
Grafik 4 - Küresel Beşeri Sermaye Endeksi (0-1) (2020) ... 93

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Acatech	: Alman Bilim ve Mühendislik Akademisi
AI	: Yapay Zekâ
AKTAR	: Akıllı Tarım Fizibilite Projesi
AR	: Artırılmış Gerçeklik
AWS	: Amazon Web Servisleri
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BM	: Birleşmiş Milletler
BMAS	: Federal Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
BMBF	: Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı
BMWi	: Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı
BTYK	: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
CPS	: Siber Fiziksel Sistemler
CRM	: Müşteri İlişkileri Yönetimi
DESTATİS	: Almanya İstatistik Kurumu
DFKI	: Yapay Zekâ Alman Araştırma Merkezi
GEF	: Küresel Çevre Fonu
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
HAVELSAN	: Hava Elektronik Sanayii
HTK	: Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi
HES	: Hidroelektrik Enerji Santrali
IFR	: Uluslararası Robotik Federasyonu
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü

IoT	: Nesnelerin İnterneti
ISO	: Uluslararası Standartlar Örgütü
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NHTSA	: Ulusal Karayolu Trafiği Güvenliği İdaresi
OECD	: Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
RIA	: Endüstriyel Robotik Birliği
RPA	: Robotik Süreç Otomasyonu
SCM	: Tedarik Zinciri Yönetimi
STEM	: Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
TSE	: Tam Süreli Eşdeğerler
UNCTAD	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
Vb.	: ve benzeri
V.d.	: ve diğerleri
VR	: Sanal Gerçeklik
WEF	: Dünya Ekonomi Forumu
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

GİRİŞ

İnsanlık dünyaya geldiği andan itibaren hayatta kalmak için kendini dünyaya adapte etmiştir. Bu süreçte avcılık-toplayıcılık ile başlayan yaşam mücadelesi sürekli bir değişim halinde olmuştur. Bu değişimin ilk kilometre taşı ise tarımsal faaliyetlere geçiş olmuştur. Uzunca bir süre tarıma dayalı üretim teknikleri kullanılmış ancak dünyada gerçekleşen toplumsal, bilimsel, siyasal gelişmeler yeni bir üretim biçiminin doğuşunu tetiklemiştir. Buhar gücünün üretim sürecinde kullanılmasıyla başlayan bu yeni döneme birinci endüstri devrimi adı verilmiştir. Bu dönemde James Watt icat ettiği buhar makinesini dokuma tezgâhlarında kullanarak tekstil sektöründe üretimi önemli ölçüde artırmış ve sonrasında bu teknik tüm dünyada yaygın hale gelmiştir.

Buharlı makinelerin icadının ardından bilimsel gelişmeler hız kazanmış ve 19. yüzyılın son çeyreğinde elektriğin sanayide kullanılmasıyla beraber ikinci endüstri devrimi başlamıştır. Her ne kadar literatürde bu devrimin başlangıcı Amerika Birleşik Devletleri'nin Ohio eyaletinde yer alan Cincinnati mezbahaları olarak görülse de bu devrimin gerçek başlangıcı Henry Ford'un kullandığı hareketli montaj hattı teknolojisidir. Bu üretim hattı ile aynı ürün çak sayıda ve hızlı bir şekilde üretilebilir hale gelmiş, üretilen ürünlerin birim maliyeti önemli ölçüde düşmüştür.

İkinci dünya savaşı sırasında elektronik mekanizmaların ve otokontrolün savaş esnasında ülkelere avantaj sağlaması, savaşın ardından gelişmiş ülkelerin bu alana yönelmesine sebep olmuştur. Bu yönelimin sonucunda elektroniğin yapıtaşı olan transistor icat edilmiş ve bu gelişme enformasyon ve bilgi teknolojilerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu gelişmenin sanayiye entegre edilmesi programlanabilir mantıksal denetleyiciler sayesinde mümkün olmuş ve üretim süreci otomatik hale gelmiştir. Bu gelişme ile üçüncü endüstri devrimi başlamıştır.

Üçüncü sanayi devrimi ile makinelerin üretim sürecine girişi insanlık tarihinde yeni bir dönemi başlatmış ve yapay zekânın hayatımızda artık daha çok yer alacağının habercisi olmuştur. Artık üretim aşamasında tamamen makinelerin yer aldığı yeni bir sürece girilmiş ve ilk kez 2011'de Almanya'da dile getirilen bu sürece Endüstri 4.0 adı verilmiştir. Bilişim ve enformasyon teknolojilerinin öncülük ettiği dördüncü sanayi devrimi, gelişmiş ağ bağlantıları ile siber fiziksel sistemlerin bir araya gelmesiyle oluşan

akıllı bir otomasyon sistemine dayanmaktadır. Yeni devrimin sonucunda üretim aşamasında esnek, hızlı bir şekilde üretim yapabilen ve kendi kendini organize edebilen siber fiziksel sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu yeni sistemlerin üretimin yanı sıra dikey ve yatay entegrasyon ile tasarım, yönetim, dağıtım ve satış pazarlama alanlarında da kullanılabiliyor olması bu dönüşümün gücünü daha da artırmakta ve bu sistemleri yıkıcı hale getirmektedir.

Dördüncü sanayi devriminin üretim sürecinde olduğu kadar işgücü piyasası, beceriler ve mesleklerde de köklü bir değişim yaratacağı açıktır. Her devrim sürecinde olduğu gibi bu süreçte de pek çok yan etki bulunmaktadır. İstihdam aşamasında başlayan bu değişimin, çalışma sürelerinde, yasal statülerde, iş memnuniyetinde, sosyal statülerde ve gelir dağılımda çok büyük etkilerinin olacağı öngörülmektedir. Ayrıca önceki üretim sürecinin öncü yaklaşımı olan Taylorizm de bu dönemde değişime uğrayarak Dijital Taylorizm adını almıştır.

Günümüzde sıkça konuşulan yapay zekânın, akıllı fabrikalar ve otomasyon teknolojileri sayesinde giderek daha fazla hayatın her alanına girmesi endüstri 4.0'a dair tartışmaların odak noktasını oluşturmaktadır. Yapay zekânın önümüzdeki yıllarda insan zekâsına rakip olarak medeniyetimizi ve insan yapısını geri dönülmez şekilde değiştireceğine dair görüş olan Teknolojik Tekillik, işgücü piyasasında insan varlığına yönelik birçok soru işaretini gündeme getirmekte ve her zaman ülkelerin gündeminde yer alan işsizlik probleminin bu dönemde de en önemli sorun olacağını ortaya koymaktadır.

Dördüncü sanayi devrimi de kendinden önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi işgücünde köklü değişimler meydana getirmektedir. Teknolojinin üretim sürecinde kullanılması ile işgücü tarım sektöründen sanayi sektörüne kaymış ve ilgili dönemde kitlesel işsizliklerin oluşmaması mevcut işgücünün daha verimli alanlara yönlendirilmesi sayesinde olmuştur. Endüstri 4.0 ile işgücünde nasıl bir değişim yaşanacağı konusunda çeşitli senaryolar bulunsa da bu konuda yapılan çalışmalar otomasyon düzeyi ne kadar yüksek olursa olsun hem mal hem de hizmet üretim sürecinde insan gücüne her zaman ihtiyaç duyulacağını, kaybolan işlerin yerine yeni işlerin ortaya çıkacağını vurgulamaktadır. Bu durum ise insan ve makine işbirliğini barındıran yeni işgücü piyasası gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye ve endüstri devrimleri arasındaki bağlantı incelendiğinde, ülkemizin devrimlere karşı hemen bir aksiyon alamadığı ve genellikle bu süreçlerin gerisinde kaldığı

görülmektedir. Ancak diğer devrimlerin aksine bu devrimde Türkiye daha hızlı davranmış ve Endüstri 4.0'ın ortaya çıktığı 2015 yılından beri pek çok tartışma ve proje yapılmıştır. Bu tartışmalardan yola çıkılarak Endüstri 4.0 gelişmelerinin işgücü, beceriler ve meslekler üzerinde meydana getireceği etkileri incelemek gerekliliği doğmuştur. Bundan dolayı çalışmada Endüstri 4.0 sürecinde ülkemizin hangi noktada olduğu belirlenerek öncü ülkelerle arasındaki farklılıklar incelenecektir. Bu konudaki çalışmalar genel olarak tahmin aşamasında olup ortaya çıkışından bu yana henüz Endüstri 4.0 sürecinin değerlendirilmesine imkân sağlayacak bir zaman zarfı bulunmamaktadır. Bunun yanında bu süreçte İŞKUR'un rolüne dair çıkarımlar yapılarak kurumun misyon ve vizyonuna dair politika önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada araştırma odağı olarak "Türkiye işgücü piyasasının Endüstri 4.0'a uyumu hangi düzeydedir ve istihdamı korumak için İŞKUR neler yapabilir?" sorusuna cevap aranmış olup, çalışma genel itibarla dört bölüm olarak hazırlanmıştır:

Birinci bölümde ilk olarak önceki endüstri devrimleri anlatılmaktadır. Sonrasında Endüstri 4.0'ın tanımı yapılarak bu devrimin neden önceki devrimlerden daha önemli olduğuna ve yıkıcı inovasyona değinilmiştir. Ardından Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri hakkında bilgi verilmiş son alt başlıkta ise Endüstri 4.0 ile ilgili eleştirel bakış açısı yer almaktadır.

Tezin ikinci bölümünde Endüstri 4.0 ile ilgili temel tartışmalar ve işin, işgücünün, niteliklerin ve cinsiyet ve meslek temelli muhtemel değişimlerle alakalı dört alt başlık yer almaktadır. Birinci alt başlıkta Endüstri 4.0 ile ilgili iyimser ve kötümser yaklaşımlara yer verilerek bunların arasındaki farklılıklar incelenmiş ve neden Endüstri 4.0'a ulaşılmaya çalışıldığına değinilmiştir. İkinci alt başlıkta Endüstri 4.0'ın istihdam şekilleri, işsizlik, çalışma şartları üzerindeki muhtemel etkileri incelenmiştir. Üçüncü alt başlıkta devrimin işlerin, mesleklerin ve becerilerin dönüşümüne olası etkilerine ve kaybolması beklenen ve yeni oluşması beklenen mesleklere dair incelmelere yer verilmektedir. Dördüncü alt başlıkta ise yetkinliklerin, meslek ve cinsiyet rollerinin olası değişimlerine değinilmiştir.

Tezin üçüncü bölümü beş alt başlıktan oluşmakta olup bu bölümde, Endüstri 4.0 için önemli olan bazı parametrelerden ve ilgili endekslerden bahsedilerek, Türkiye'nin bu endekslerdeki konumuna değinilmiş sonrasında seçilmiş ülke uygulamaları

belirtilmiştir. İlk üç alt başlıkta Endüstri 4.0'ın ülkedeki gelişimi için önemli olan ar-ge harcamaları, beşeri sermaye ve altyapı faaliyetleri incelenmiştir. Dördüncü alt başlıkta Endüstri 4.0 kapsamında yer alan bileşenlere ait endekslere yer verilirken son alt başlıkta ise Almanya, ABD, İngiltere, Çin, Lüksemburg, Kanada, Japonya, Fransa ve diğer ülke uygulamaları incelenmiştir.

Tezin dördüncü bölümü üç alt başlıktan oluşmakta olup bu bölümde Türkiye'nin mevcut durumuna değinilmiştir. İlk alt başlıkta Türkiye işgücü piyasasının temel yapısı hakkına bilgi verilmiştir. İkinci alt başlıkta Endüstri 4.0 kapsamında kamu ve özel sektör ile STK'lar tarafından gerçekleştirilen faaliyetlere yer verilmektedir. Üçüncü alt başlıkta ise İŞKUR'un Endüstri 4.0 ve geleceğin meslekleri çerçevesindeki faaliyetleri irdelenmiştir.

Son olarak sonuç ve öneriler bölümünde genel bir değerlendirme yapılarak İŞKUR için pratik, uygulanabilir, etkin ve verimli politika önerileri sunulmaktadır. Bu önerilerle beraber Türkiye işgücü piyasasının, dünyadaki eğilimler temelinde doğru bir öngörü ile şekillendirilmesine, işgücü piyasasında vizyoner politikalar oluşturulmasına ve gelişmekte olan ülkeler sınıfından gelişmiş ülkeler sınıfına yükselmesi için gerekli olan işgücü gereksiniminin oluşturulmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 ve GELİŞİMİ

İnsanoğlu dünyaya geldiğinden beri sürekli bir değişim ve dönüşüm içinde olmuş ve bu dönüşüm çevresini de etkileyerek bir takım başka değişimleri de tetiklemiştir. İnsanlık zamanla doğada bulunan maddeleri kendi faydası için kullanabileceğinin farkına varmış ve bu farkındalıkla beraber hammadde olarak tanımlanan bu nesneleri işleyerek zamanla bunları ürün ve hizmet olarak kullanmaya başlamıştır. Bu süreç ise endüstri olarak tanımlanmıştır. Endüstri gelişim gösterdikçe bu durum yeni buluşlara sebebiyet vermiş ve bunun sonucunda da dünyada çok ciddi değişimler yaşanmıştır.

Büyük değişim ve dönüşümlerin sonucu olan devrim; toplumların var olan düzeninin bozularak birtakım karışıklıklara sürüklenerek yıkılması, bu karışıklık ve yıkım durumunu takiben yeni bir düzenin inşa edilerek toplumun yeniden inşasını ifade etmektedir. İnsanoğlu, tarih boyunca neredeyse her konuda pek çok devrimler yaşamış ve bunlardan toplumu belki de en çok etkileyenleri ise tarım ve endüstri üzerine gerçekleştirilenler olmuştur.

Literatürde devrim ve endüstri ifadeleri birlikte irdelendiğinde üç tane kilometre taşının yaşandığı görülmektedir. Bugünlerde ise Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen dördüncü sanayi devrimi yaşanmaktadır. Bu bölümde öncelikle yaşanmış olan endüstri devrimleri açılanacak ve sonrasında günümüzde yaşanmakta olan Endüstri 4.0 devrimine değinilecektir.

1.1 ENDÜSTRİ 4.0 ÖNCESİ

Endüstriyel devrimlerin incelenmesi, ülke ekonomisine ve vatandaşların refah seviyesine sağladığı katkı açısından son derece önemlidir. Geçtiğimiz yıllara bakıldığında geleneksel üretim biçimlerinin, tüm dünyada yaşanan teknolojik gelişmelerin etkisiyle değişerek son zamanlarda yüksek seviye otomasyon ve yapay zeka içeren dijital üretim sistemlerine doğru evrildiği görülmektedir. Ülkeler uluslararası piyasalardaki rekabet gücünü ve ülke zenginliğini artırmak için üretim biçimlerini geliştirmek ve çağı yakalamak zorundadır. Bundan dolayı her devrim sürecinde yeni teknolojiler ve yetenekler ön plana çıkmaktadır. Sonuç itibariyle yapılan

üretim süreci devamlı olarak değişime uğramakta, işgücünün verimliliği, ekonomik refah ve zenginlik artmakta ve teknolojik gelişmeler daha da hızlanmaktadır (Koç ve Teker, 2019: 305).

Birinci endüstri devriminde makineleşme başlamış, ikinci endüstri devriminde bu makineler seri üretim sürecinde yer almış ve üçüncü endüstri devriminde ise makinelere, bilişim sistemleri, elektronik ve otomasyon eşlik etmiştir. Bugünlerde etkisini fazlasıyla hissettiğimiz dördüncü endüstri devriminde ise emek gereksinimini minimumu düzeye indiren veya sıfırlayan ve birbiriyle iletişim kuran sanal ve fiziksel sistemler ön plana çıkmıştır. Aynı şekilde enerji kaynaklarında da önemli gelişmeler yaşanmış ve ilk başta buhar ve su gücüyle çalışan makineler, zamanla elektrik enerjisi ve yenilenebilir enerjiye ihtiyaç duymuştur.

1.1.1 Birinci Endüstri Devrimi

İlk endüstri devriminin başlangıcı 18. Yüzyıl İngiltere'sinde buharlı makinelerin ve pamuk üretim tezgâhlarının kullanımı ile başlamıştır. James WATT buhar gücüyle çalışan ve dönemindeki muadillerinden 4-5 kat daha güçlü olan bir buhar makinesi icat etmiştir (Wisniak, 2007: 325).

Sonrasında 1784 yılında Edmund Cartwright o döneme kadar kullanışmış olan çeşitli makinelerden ilham alarak mekanik bir şekilde çalışan ilk dokuma tezgahını icat etmiştir (Holden, 2014: 36). Bu gelişme sonrasında önceleri el yapımı veya basit makinelerle evde yapılan dokuma işlemeleri zamanla fabrikalardaki dokuma tezgâhlarında üretilmeye başlanmış ve bu durum tekstil sektörünü, o dönem ekonomilerinin büyümesi için öncelikli sektör haline getirmiştir. Bu gelişmenin ardından buhar gücüyle çalışan makineler imalat, tarım ve ulaşım alanlarında kullanılmaya başlanmış ve devrim süreci hız kazanmıştır. Makinelerin her sektöre dahil olması yapılan işlerin de farklılaşmasına sebep olmuş, bu durum bazı işleri değişime uğratırken birtakım yeni işlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu değişim çiftçilikten eskisi kadar kazanç elde edemeyen veya işsiz kalan köylülerin şehirlere göç edip fabrikalarda çalışmak zorunda kalmaları sonucunu doğurmuştur. Aynı şekilde zanaatkarlar da bu değişim sonucunda işsiz kalmış ve toplum hızlı bir şekilde fabrikalarda çalışan bireylerden oluşmaya başlamıştır (Lindert ve Williamson, 1983: 4).

O döneme değin üretim genel olarak evde ve gün ışığında yapılırken, elektrik kullanımın yaygınlaşması ve elektrikle çalışan aydınlatma sistemlerinin fabrikalarda kullanılmaya başlanması ile üretim yapmak için gün ışığına duyulan ihtiyaç tamamen ortadan kalkmıştır. Bu durum, üretimin daha uzun sürelerle yapılmaya başlanmasına ve günlük çalışma saatlerinin 16 saate kadar çıkmasına sebep olmuştur. Bunun yanında, makinelerin kullanımıyla beraber iş belirli parçalara bölündüğü için kadınlar ve çocuklar istihdam edilmeye başlanmış ve bunun sonucunda da kadın, erkek ve çocuk üretim sürecinin birer parçası haline gelmiştir. (Deane, 2000: 128).

Fabrika sahiplerinin kar maksimizasyonu yapmak istemesinden dolayı çalışma koşulları elverişsiz hale gelmiş ve bu durum tüm bireyler için olumsuz birtakım sonuçlar doğurmuştur. O dönemlerde çocukları bu olumsuz koşullardan korumak amacıyla birtakım düzenlemeler yapılmak istense de bu girişimler çok fazla hayata geçirilememiştir. Çocukların düşük ücretlerle çalıştırılması ve makinelerin küçük parçalarına ulaşabilmesi onların fabrikalarda istismar edilmesini daha çekici hale getirmiş ve bu durum işverenlerin maliyetlerini de düşürmüştür (Bain, 2000: 52).

Üretim sürecinin fabrikalara taşınmasıyla beraber çalışılan gün ve saatlerde önemli değişimler yaşanmıştır. Önceki dönemlerde o haftanın işleri ilk günlerde yoğun bir çalışma ile gerçekleştirilmekte ve haftanın kalan günlerinde ise çok daha az çalışılarak günlük çalışma saati 8 saat olmaktaydı. Endüstri devrimi sonrasında ise durmaksızın, uzun saatler süresince ve hafta tatili yapılmaksızın çalışılmış, bunun yanında ev ve çalışılan yerin farklı olması ise ev ve işyeri kavramlarını doğmasına sebep olmuştur (Hopkins, 1982: 55).

Çalışanların işyerlerine daha yakın olması gerekliliğinden dolayı şehirler büyük bir hızla büyümüş, bu durum şehirlerde artan nüfus sebebiyle temiz su ve altyapı yetersizliği, salgın hastalıklar gibi birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Şehirlere olan bu insan akını sonrasında çarpık kentleşme sorunu ortaya çıkmıştır (Voth, 2003, 223).

1.1.2 İkinci Endüstri Devrimi

İkinci endüstri devriminin kimileri tarafından 1914 yılında Birinci Dünya Savaşının başlamasıyla bittiği iddia edilirken, kimileri ise 1970 yılında otomasyonun üretim sürecine girmesiyle bu dönemin sonlandığını öne sürmektedir (Mokyr, 2013).

Çeliğe şekil verilmesinin en önemli gelişme olduğu bu dönemde bir diğer önemli gelişme de elektrikle çalışan makinelerin üretim aşamasına dahil edilmesidir. Bu dönemde iş bölümü bu devrimin en önemli bileşenlerinden biri olmuştur (Gentner, 2016: 628).

İkinci Endüstri devriminin en büyük yeniliklerinden birisi hiç şüphesiz üretim hatlarıdır. İlk üretim hattı bilinenin aksine İngiltere'de değil Amerika Birleşik Devletleri'nin Cincinnati şehrinin bir mezbahasında kurulmuştur. Kayan bant sisteminin sağladığı kolaylık sayesinde kasaplar oldukları yerden hareket etmeksizin hayvanlar çalışma alanlarına getirilmiştir (Kagermann, v.d., 2013: 13).

O yıllarda bir otomobil üreticisi olan Henry FORD, hareket eden bant sistemini kullanarak otomobillerini rakiplerine göre 8 kat daha hızlı üretmiş ve bu sayede o döneme değin sadece zenginlerin binebildiği otomobillerin fiyatları yüzde doksan oranında düşmüş ve bunun sonucunda geniş halk kitleleri bu durumdan faydalanmıştır. Ford'un hareket eden bant sistemi kısa sürede tüm dünyada geniş ses getirmiş ve bu sistem üretim sürecinin tüm aşamalarında kullanılır hale gelmiştir. Bunun yanında bu sistem sayesinde ABD ekonomisi büyük bir ivme kazanmış ve bu sayede hem siyasi hem de ekonomik anlamda dünyanın en prestijli ülkesi konumuna yükselmiştir. Bugünlerde özellikle beyaz eşya ve akıllı telefon üretimi bu sistemle yapılmaktadır (Tomac, v.d., 2019: 40).

Bunun yanında Henry Ford yine bu dönemde işletme yönetiminin kurucusu olarak görülen ve endüstri mühendisliğinin temellerini atan Frederick Taylor'dan ilham almış ve onun ilkelerini üretim sürecine dahil etmiştir. Ford bu yönetim prensiplerini kullanarak yaratıcı ve inovatif fikirler geliştirmiş ve bu prensipler sayesinde ürettiği ürünlerin her parçasını daha kaliteli ve daha ucuza üretmek amacıyla çalışanlara belirli görevler vererek iş bölümlerini oluşturmuştur. Henry Ford, daha az eğitimli çalışanlara yönelik daha kısıtlı hareket alanı oluşturmuş ve üretim süresinde gecikme yaşanmasının önüne geçmiştir. Buna ilave olarak zamanla üretim sürecinde kullanılan metaller yenilenmiş ve birbirine geçmeli şekilde tasarlanmaya başlanmıştır (Williams, v.d., 1992: 531).

Ford'un öncülüğünde geliştirilen ve kayan üretim bandı sisteminin uygulandığı bu üretim sistemine literatürde Fordizm denmektedir. Bu üretim sisteminde, geniş halk kitleleri hedeflenmiş ve bu doğrultuda yüksek standartlaşma meydana gelmiş ve bunun

sonucunda da standart tek ürün üretildiği için üretim süreci esnekliğini kaybetmiştir. Bunun yanında teknolojik icatlardan faydalanılmış ve işgücünün yerini makineleri alması hedeflenmiştir. Standartlaşmanın yüksek olasından dolayı rutin işlerin sayısı artmış ve vasıflı çalışanlara duyulan ihtiyaç önemli ölçüde azalmıştır (Saklı, 2013: 111).

Fordizm küresel çaptaki bu başarısından ötürü tüm dünyada hızla yayılmış ve dünya çapında artan üretim karları artırarak küreselleşmeye hız kazandırmıştır (Aydoğanoğlu, 2011a: 22). İkinci endüstri devrimi olarak adlandırılan bu dönemde işgücü, belirli bir üretim bandı üzerinde kolaylıkla kontrol edilmiştir. Firmalar birbirleriyle dikey ilişki kurmuş, her şey standardize olmuş ve tek merkezden yönetilmiştir. Yüksek düzeyde standartlaşma olduğundan ve istihdam piyasasında esneklik olmadığından çalışanların iş sözleşmeleri neredeyse aynı şekilde düzenlenmiştir. Çalışanların ileride nasıl bir kariyerinin olacağı en baştan bellidir ve işgücü ya belli bir işte uzmanlaşmıştır ya da tecrübesizdir (Gottfried, 2000: 238).

1.1.3 Üçüncü Endüstri Devrimi

Makineler üretim süreçlerinde önceden beri kullanılmakta ve her makine için ayrı bir elektronik alete ihtiyaç duyulmaktaydı. Üçüncü endüstri devriminin ortaya çıkışındaki en temel etken PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) olmuştur. Bu sayede imalat hatlarının ve işçilerin kontrolü daha kolay sağlanmıştır. 1969 yılında PLC olarak isimlendirilen ve dijital devrelere sahip ilk programlanabilir mantıksal denetleyici Modicon 084 geliştirilmiştir (Anderl, 2014: 2).

Zamanlama, sayma, sıralama ve ardışık mantıksal işlemler yapabilme özelliğine sahip PLC'ler, bu işlemleri insanlara göre daha hızlı ve hatasız şekilde yapmaya başlamış ve bununun sonucunda bir işin emek ve makine arasında paylaşılması anlamına gelen otomasyon aşamasına geçilmiştir (Hudedmani, v.d., 2017: 40). Bu gelişmeyle beraber öğretide bilgi teknolojilerinin, programlanabilir makinelerin ve otomasyonun ön planda olduğu Üçüncü Endüstri Devriminin başladığı kabul edilmektedir (Kagermann, v.d., 2013: 13).

Birinci endüstri devriminde telgraf, ikinci endüstri devriminde ise telefon iletişim aracıyken bu devrimin iletişim aracı internet olmuştur (Froggatt, 2018). Tüketiciler talep ettikleri ürünlerde farklılık arayışına gitmişler ve zamanla standart ürünlerden sıkılarak daha ucuz, daha kaliteli ve farklı ürünlere ilgi duymaya başlamış, bu da üretim sürecini

tekrar değişime uğramak zorunda bırakmıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak yapılan işler ve işgücü de bu değişimden fazlasıyla etkilenmiştir.

Bu dönemde sanayi toplumundan bilgi ve teknoloji toplumuna geçiş yaşanmış, emek yoğun çalışan vasıfsız çalışanların yerini beyaz yaka olarak tanımlanan daha çok teknolojik konularda uzman çalışanlar almıştır. Planlama, tasarım, kalite yönetimi, süreç kontrolü, AR-GE, sevkiyat ve satış gibi alanlarda çalışanların sayısı artmıştır. Bu gelişmeyle beraber bilgi yoğun işlere olan talebin artmasıyla birlikte sanayi sektöründen bilgi teknolojileri sektörüne hızlı bir geçiş yaşanmış ve hizmet sektöründe istihdam edilenlerin sayısı sanayi ve tarım sektörlerinde çalışanların sayısından fazla olmuştur (Bektaş, 2021).

Örneğin Birinci Endüstri Devriminin öncü ülkesi olan İngiltere'de 1870 yılında işgücünün sektörel dağılımı %23 tarım, %42 sanayi, %35 hizmetler iken 1950 yılında %5 tarım, %45 sanayi ve %50 hizmetler şeklinde gerçekleşmiştir. Aynı şekilde 1870 yılında İkinci Sanayi Devrimine öncülük eden ABD'de tarım, istihdamın %50'sini, sanayi %24'ünü ve hizmetler ise %26'sını kapsarken 1950'yılına gelindiğinde tarım %13, sanayi %34 ve hizmetler %54 şeklinde değişim göstermiştir. Üçüncü sanayi devriminin öncüsü olan Almanya'da 1870 yılında bu oranlar %50 tarım, %29 sanayi ve %22 hizmetler iken 1950 yılında %22 tarım, %43 sanayi ve %35 hizmetler şeklinde görülmüştür (Maddison, 1995: 39).

Bu olaydan sonra her yıl hizmet sektörünün istihdam oranı hızla artmış ve 2011 yılı itibariyle oranlar şu şekilde gerçekleşmiştir: ABD'de tarım %1, sanayi %20 ve hizmetler %79; Almanya'da tarım %2, sanayi %28 ve hizmetler %70 ve son olarak İngiltere'de tarım %1, sanayi %19 ve hizmetler %80 seviyesinde olmuştur (World Bank, 2019a).

Bu devrimle beraber, İkinci Sanayi Devrimi'ndeki Fordizm yerini, tüketicilerin değişken ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt veren esnek bir üretim sistemi olan Post-Fordizm'e bırakmıştır. Yeni sistemle birlikte üretilen ürünlerin her birinin kendine göre avantajları bulunmakta olup kalitesi ise tüketici taleplerine daha uygun olmaktadır. Sadece üretim sonunda değil, üretim sırasında da kontrolleri yapılan ürünler üretilmeye başlandı. Ürünün her aşamada denetlenmesi ile maliyet de düşürülmektedir. Artan esneklikle birlikte küçük ölçekli işletmeler, kendi ölçekleri ekseninde üretim yapmaya başlamıştır. Üretim süreci bölümlere ayrılmaya başlamış ve ürünlerin kalitesi bu departmanların koordineli çalışmasına bağlanmıştır. Tüm

üretim alanlarında bilgisayar kullanımı artmıştır. Bu süreçte kas gücüne dayalı işlerin önemi azaldığı için kadın çalışan sayısı artmıştır (Ansal, 1999).

Esnek istihdam şekilleri nedeniyle iş sözleşmeleri, ücretler, çalışma saatleri ve işyerleri de değişmiştir. Yarı zamanlı çalışma, çağrı üzerine çalışma, geçici çalışma, ücretli çalışma, belirli süreli çalışma ve evden çalışma bu dönemde ortaya çıkan esnek çalışma biçimleri olmuştur (Arslan ve Erdil, 2003: 25-29).

Üçüncü sanayi devrimi ile birlikte işletmelerde çalışanların pozisyonları esnek hale gelmiştir. İşçiler farklı işler yapmaya ve farklı şekillerde çalışmaya başlamışlardır. Çalışanların çalışma saatlerini artırmadan bu esnekliği kazanmaları iş yoğunluğunun artmasına sebep olmuştur (Parlak ve Özdemir, 2011: 30-32).

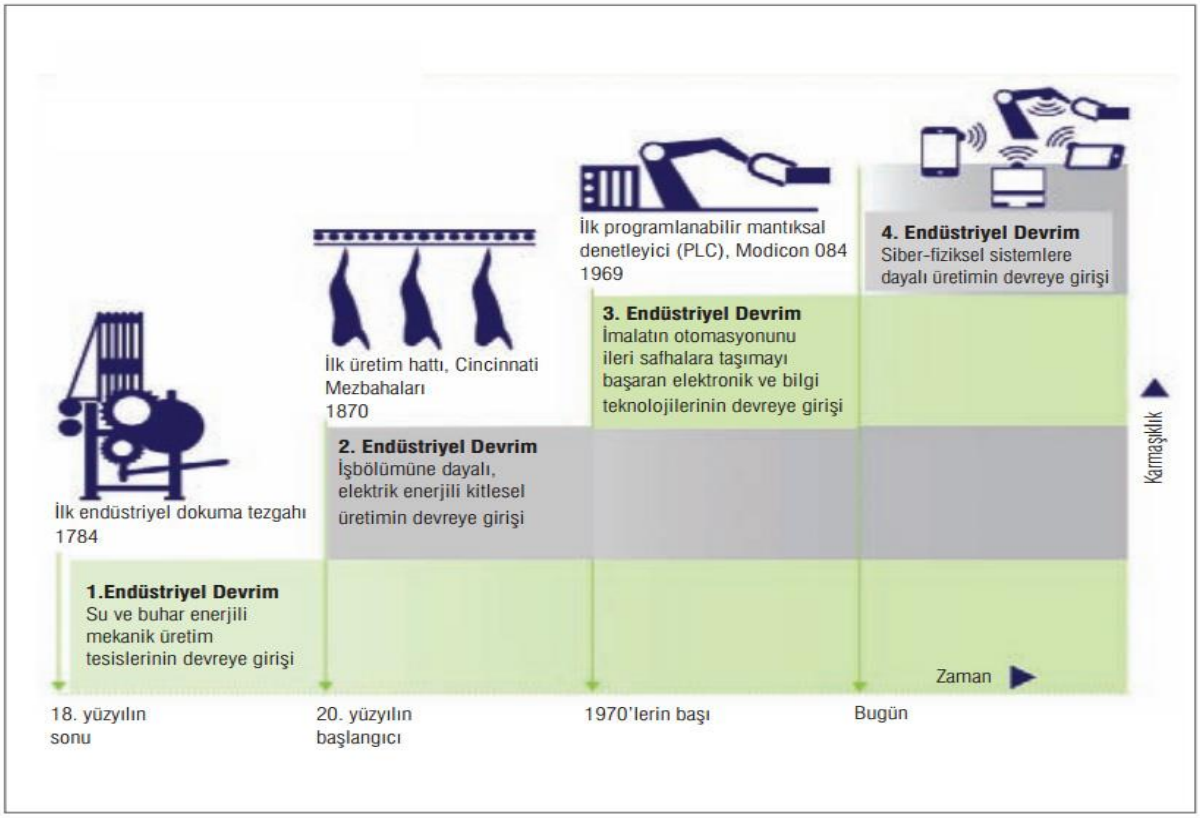
1.2 DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0'dan önce meydana gelen üç devrim, ekonomik, politik ve sosyal değişimler ve olaylar tarafından tetiklenmiştir. Diğer devrimlerden farklı olarak bu devrim, hızlı teknolojik gelişimin, akıllı sistemlerin sadece fabrikalarda değil hayatın her alanında ortaya çıkmasıyla meydana gelen bir sonuçtur. Dördüncü sanayi devrimini ifade edecek bir şemsiye kavram olan Endüstri 4.0, bazı ülkelerde veya çeşitli platformlarda "Endüstriyel İnternet", "İnternet+" ve "Endüstri 4.0" gibi kavramlarla da ifade edilmeye çalışılmıştır.

İnsanlık tarihindeki bu dört sanayi devrimi, beş toplumsal dönüşümle beraber -avcı-toplayıcı toplum, tarım toplumu, sanayi toplumu, bilgi toplumu ve bilgi sonrası toplum- bazı benzerliklere sahiptir. Buradan hareketle dördüncü sanayi devriminin insanoğluna getirdiği imkanlar şu şekilde açıklanabilir. İlk olarak, her toplumsal geçişte üretkenlik bir önceki topluma göre birçok kez artmaktadır. İkincisi ise; her çağ, bir önceki çağın çalışmalarının çoğunu yürürlükten kaldırmaktadır. İkinci sanayi devriminde yapılan işlerin çoğu yok olmuş ve ekonomi bilgiyle çalışanların etrafında dönmeye başlamıştır. Üçüncüsü, ilk üç toplumsal dönüşümde mal ve hizmetler fiziksel güçle üretilirken, son ikisinde bilgi işçileri ürünlerin çoğunu beyin gücüyle üretilmeye başlamıştır. Bilgi teknolojisi ile çalışan işçiler, işletmenin yapacağı diğer yatırımlarla doğrudan ilişkili olmuştur. Şirketler hedeflerine daha etkin bir şekilde ulaşmak için bu yatırımları kullanırken odaklanma, yaratıcılık ve avantaj sağlamışlardır. Diğer bir deyişle bilgi, çalışanlar yönetimin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Sanayi Devrimi'nin itici

güçleri sermaye ve makine olurken işçilerin de bu makineleri çalıştırmaları gerekmektedir ve işçiler bu aşamada herhangi bir beceriye sahip değildirler. Bunun yanında mal ve hizmet üretmek için, kol işçilerinin motive edilmesi gerekmektedir. Dördüncü sanayi devriminin ise diğer devrimlerden belki de en büyük farklarından birisi, çalışanları motive etmeye çalışmanın yanı sıra, insan potansiyelinin sınırına ulaşabilmeleri için ne tür yöntemler izlenebileceğini araştırılması olmuştur (Covey, 2005: 12-17).

Şekil 1 - Endüstrinin Tarihsel Gelişimi



Kaynak: Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu, "Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk (https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/)

1.2.1 Endüstri 4.0 nedir?

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Almanya'da düzenlenen dünyanın en büyük endüstriyel fuarı olan Hannover'de konuşulmuştur. Bunun öncesinde ise 2006 yılında Alman hükümeti tarafından önerilen "2006 Yüksek Teknoloji Stratejisi" planının temelleri atılmaya başlanmıştır (Bledowski, 2016). Ayrıca 2010 yılında Almanya Ekonomi ve Enerji Bakanlığı, Endüstri 4.0'ın bazı özelliklerini sanayi politikasına dahil

etmiştir. Bu politika 2012 yılında, ulusal yüksek teknoloji stratejisine öncülük eden ilk on politikadan biri olarak listelenmiştir (Die Bundesregierung, 2014: 16).

Bazı bilim adamları ve profesyoneller ise bugün yaşananların yeni bir devrim değil, üçüncü sanayi devriminin devamı olduğunu iddia etmektedirler. Uluslararası literatüre bakıldığında otomasyon kavramının daha çok gelecek için kullanıldığı görülmektedir. Dünya Ekonomik Forumu'nun kurucusu ve başkanı Klaus Schwab, kitabında bugün dördüncü bir devrimin gerçekleşmekte olduğunu üç nedenden dolayı savunmaktadır (Schwab, 2016: 8):

- **Hız**: Önceki sanayi devrimlerinde tecrübe edilenlerin aksine, bugünün gelişimi doğrusal değil, artan, yani üsteldir. Bunun nedeni, bugün içinde yaşadığımız dünyanın çok yönlü ve birbirine bağlı olmasıdır. Yeni teknolojiler daha yeni ve daha güçlü teknolojileri daha hızlı bir şekilde yaratmaktadır.
- **Genişlik ve derinlik**: Bugünlerde her şey dijital hale gelmektedir. Dijitalleşme ekonomide, işletmede sosyal dünyada, sosyal yapıda ve bireysel düzeyde benzeri görülmemiş bir rol oynamaktadır. Bazı soruların sorulmasına yol açan değişiklikler neticesinde süreç yeniden tanımlanmaktadır. Daha önce herhangi bir şey "Ne" ve "nasıl" sorularını tanımlarken artık "biz kimiz" sorusunu bizlere sordurmaktadır.
- **Sistem etkisi**: tüm dünyadaki ülkeler, sanayiler, toplumlar ve sistemler arasında bir bağ kurulmakta ve hepsi topyekûn bir dönüşüm geçirmektedir.

Endüstri 4.0 tanımı genellikle küresel düzeyde ve tüm organizasyonel yapılarda gerçekleşecek dönüşümü anlatmak için kullanılmaktadır. Akıllı bir fabrikada, makineler kendilerini yeniden yapılandırarak ve optimize ederek değişime uyum sağlayabilmekte ve çeşitli kaynaklardan gelen veriler dijital süreçler aracılığıyla düzenlenmektedir (Wang vd., 2016: 159). Örneğin, eski moda bir fabrikada üretime başladıktan sonra süreçleri değiştirmek zor ve zaman alıcı iken, akıllı bir fabrikada ani ve gerçek zamanlı talep değişikliklerine müdahale etmek daha kolay ve hızlıdır.

Endüstri 4.0, bilgisayar programları (sanal sistemler olarak da adlandırılır) aracılığıyla değer zinciri boyunca özerk bir şekilde iletişim kuran en son teknolojik cihazlara dayalı üretim süreçlerinin organizasyonu olarak da tanımlanabilir. Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte sanal sistemlerin fiziksel sistemlerle entegre olması, üretimi esnek hale getirmekte ve ürünlerin kişiselleştiilrme düzeyini artırmaktadır. Bunun yanında üretim

sisteminin tüm aşamalarından aynı anda veri toplayan ve daha verimli iş modelleri ortaya çıkmaktadır.

Avrupa parlamentosu tarafından endüstri 4.0'ın en önemli özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

- **Birlikte çalışabilirlik:** Siber-fiziksel sistemler (ulaşım araçları, montaj hatları ve ürünler), çalışanlar ve akıllı fabrikalar birbirleriyle bağlantı ve iletişim kurabilir.
- **Sanallaştırma:** Sensörlerden ve çeşitli modelleme yöntemlerinden gelen veriler simüle edilerek akıllı bir fabrikanın sanal bir kopyasını oluşturmaktadır.
- **Âdem-i Merkeziyet:** 3D yazıcılar ile siber-fiziksel sistemler kendi kararlarını verebilmekte ve bulundukları yerde üretim yapabilmektedirler.
- **Gerçek Zamanlılık:** Veriler gerçek zamanlı toplanarak analiz edilmekte ve gereken varsayımlar oluşturulabilmektedir.
- **Hizmet Odaklılık:** Şirketlerin, siber-fiziksel sistemlerin ve çalışanların verileri diğer şirketler, siber-fiziksel sistemler ve çalışanlarla paylaşılabilmekte ve gerektiğinde kullanabilmesi için erişilebilirliği sağlanmaktadır.
- **Modülerlik:** Akıllı fabrikaların değişen ihtiyaçlara esnek şekilde uyarlanması bireysel modüllerin değiştirilmesi veya genişletilmesi yoluyla mümkün hale gelmektedir.

Endüstri 4.0'ın önemli özelliklerinden bir diğeri, üretim biçimlerinin detaylandırılması ve uygulamaya geçilebilmesi için değer ağları üzerinden yatay entegrasyon yapılması ve bu entegrasyon sayesinde de uçtan uca şifreli olarak bu değerleri üretime sürecine dahil ederek burada dikey entegrasyonu sağlamasıdır (Schuster v.d., 2015: 14).

Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi için bazı gereksinimler bulunmaktadır. Bunlar; iş süreçlerinin ve organizasyonun yeniden dizaynı, ürünlerin belirlenmesi, Ar-ge faaliyetlerine ağırlık verilmesi, eğitim ve beceri gelişim faaliyetlerinin yeni ihtiyaçları ekseninde gözden geçirilerek düzenlenmesi, yeni iş ve çalışma modellerinin kurulması, fikri mülkiyet hakları ve kişisel verilerin korunması için özel çalışmalar yapılması ve ihtiyaç duyulan kalifiye işgücünün yetiştirilmesi şeklinde sıralanabilir. Bunun yanında tüm bu gereksinimlerin hukuki bir zeminde dizayn edilmesi de yine önem arz etmektedir. Tüm bu koşulların sağlanmasının sonucunda ise gelişim ve değişim sürecinin hızlanmasıyla birlikte üretim süreçlerinde sıçramalar

yaşanmakta ve bu da yüksek düzeyde üretim ile sonuçlanmaktadır. Bu süreçte gelişim piyasalar üzerinde yıkıcı bir etki yaratmakta ve bu da literatürde "yıkıcı inovasyon" olarak tanımlanmaktadır.

1.2.2 İnovasyonların Yıkıcılığı Teorisi

Endüstri 4.0 üzerine çalışan bazı araştırmacılar, üretim sürecinde meydana gelen birtakım yıkıcı yeniliğin, verimlilik ve endüstriyel üretim anlamında ani artışlara sebep olduğunu görmüştür. İlk üç sanayi devrimi incelendiğinde de benzer üç aşama yaşanmıştır. Birincisi; buhar gücünün kullanılmasıyla beraber 18. yüzyılın son zamanlarına doğru üretim sanayileşerek ilk sanayi devrimine sebep olmuştur. İkincisi; 19. yüzyılın sonlarına doğru elektrik ve montaj hatlarının kullanımı sayesinde seri üretim aşamasına geçilmesi ve sonrasında ikinci sanayi devriminin meydana gelmesidir. Üçüncü aşama ise; 1970'li yıllardan itibaren internetin ortaya çıkması, bilgi teknolojilerindeki değişim ve gelişimin küreselleşmeyi hızlandırması ve bunun da üçüncü sanayi devrimini tetiklemesidir. Bu süreçlerden de anlaşılacağı üzere, 2010'lu yıllardan beri üretim sürecinin her aşaması düşünebilen yeni nesil otomasyon sistemleri ile donatılması ve yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi dördüncü endüstri devriminin yeni bir yıkıcılığa sebep olacağını göstermektedir (BMBF, 2015).

Bu aşamada çeşitli radyo frekans ağları ve mini donanımlar sayesinde üretim sürecinin her bir adımının hiç olmadığı kadar birbirine bağlı hale gelmesi bu devrimi önceki devrimlerden daha yıkıcı hale getirmekte ve bundan dolayı da ürünler insan gereksinimi olmadan rahatlıkla üretilebilmektedir. Tüm sistem verileri ve makinelerde oluşabilecek arızalar veya işlevsiz hale gelen parçalar büyük veri ve bulut bilişim yoluyla etkin bir şekilde analiz edilerek bu durumla alakalı gerekli işlemler yapılmaktadır. Makinelerin bu işlemleri insan müdahalesine ihtiyaç duyulmaksızın yapabilmesi üretimin her aşamasında kendi parametrelerini ayarlayarak bağımsız bir şekilde hareket edebilmelerine imkan sağlamakta ve bu sayede de üretilen ürünlerin daha fazla "kişisel ve müşteri eksenli" hale gelerek değişen müşteri taleplerine anında karşılık verilmesini mümkün hale getirmektedir (Shead, 2013).

Yıkıcı inovasyonun işleyişi şu şekilde özetlenebilir (Kagermann, v.d., 2013: 31-32):

- **Ağlar Aracılığıyla Yatay Entegrasyon**: Ürün talebinin alındığı andan müşteriye ulaştırıldığı ana kadar her aşama gerçek zamanlı olarak yönetilmektedir.
- **Uçtan Uca Dijital Entegrasyon**: Hammadde, ürün dizaynı, lojistik, satış öncesi ve satış sonrası stratejiler sürecin en başından sonuna birbirine entegre haldedir.
- **Dikey Entegrasyon ve Ağa Bağlı Üretim Sistemi**: Tedarikçilerin ve üreticilerin üretimin her adımında kullanılan bilişim sistemleri sayesinde prototiplere ihtiyaç duyulmaksızın ürünleri kendilerinin tasarlaması ve üretime sürecine vakit kaybetmeksizin geçilmesi sağlanabilmektedir.

Endüstri 4.0'ın olası sonuçlarının hangi ülkelerde ve hangi sektörlerde nasıl bir etki bırakacağı konusunda ise birtakım farklılıklar olacağı söylenebilir. Bu süreçte otomotiv, beyaz eşya ve gıda gibi sektörler bu durumdan en fazla etkilenmesi beklenen sektörlerin başında gelmektedir. Bunun yanında birçok şirket yeni pazar arayışına girecek bu durum hiç şüphesiz teknoloji tedarikçileri ve bilgi işlem hizmet sağlayıcıları için görülmemiş fırsatlar yaratacaktır. Bu süreçte neredeyse her alanda yeni aktörlerin piyasada yerini alması kuvvetle muhtemeldir.

1.2.3 Endüstri 4.0 Neden Önemlidir?

Gelişmiş ekonomilerde insan hayatına verilen önemin artması sebebiyle ortalama yaşam süresi artmış ve ücretler yükselmiştir. İnternetin ortaya çıkması ile birlikte robotlar ve otonom sistemler aralarındaki ağlar vasıtasıyla bir süredir birbirleriyle bağlantı kurmakta, kullanıcılara hizmet sağlamakta ve bu süreç başladığından beri insanlarla robotlar eşgüdümlü olarak çalışmaktadır. Uzun bir zamandır süregelen bu durum yeni bir devrim için gereken zemini hazırlamıştır (Nagy, v.d.,2018: 3).

Günümüzde son teknoloji kullanılan bir fabrikada bilgi teknolojilerinin yardımıyla üretimin her aşmasında veriler toplanarak analiz edilmekte ve bu sayede makineler birbiriyle işbirliği içinde adeta bir toplum gibi hareket etmektedir. Bu tür gelişmeler sadece teknoloji anlamında değil organizasyon şeması anlamında da bizlere birtakım imkanlar sağlamaktadır (Lasi, vd., 2014: 262).

Endüstri 4.0, çok geniş bir perspektifi olan neredeyse değer zincirinin tüm aşamalarını etkileyecek yeni teknolojiler ve imkânlar sunan ve endüstrileşme sürecinin her yönünün dijital hale getiren yeni bir sistem olarak tanımlanabilmektedir. Bunu hayata geçirmek

için de siber fiziksel sistemler vasıtasıyla üretim süreci takip edilmekte, sanal olarak oluşturulan bir dünyaya fiziksel dünyadaki veriler aktarılarak karar alma süreci giderek daha merkezi hale gelmektedir (Hermann, v.d., 2016: 3933).

Endüstride ve teknolojide görülen bu yenilikler, sermayesi yüksek, donanımlı ve yüksek üretim seviyesine sahip şirketleri bu alana çekerek bu şirketlere karlılıklarını artırmak için yeni fırsatlar yaratmaktadır. Bu durum endüstri 4.0 sürecinin öncelikle makro düzeyde gerçekleşeceği sonrasında ise mikro alana yayılacağını göstermektedir. Bunun yanında 17 ülkede yapılan bir araştırmada endüstride kullanılan robot teknolojisinin ekonomik anlamda büyük bir katkı sağladığı ve verimliliği artırdığı ifade edilmiştir (Graetz ve Michaels, 2015).

Endüstri 4.0 yatırımlarının analiz edildiği bir başka araştırma ise bu süreçte en büyük yatırımların otomasyon konusundaki kilit sektör olan elektir/elektronik sektöründe yapıldığını ve bunun yakın gelecekte de devam edeceğini iddia etmektedir. Ayrıca yapılan araştırmada 2020 yılına kadar bu yatırımların toplam değerinin yılda 243 milyar ABD doları olduğu ve toplam endüstri 4.0 yatırımlarının ise 907 milyar ABD dolarından fazla olacağı belirtilmektedir (Geissbauer, vd., 2016: 24).

Günümüzde üretilen mal ve hizmetlerin tüketicilerin değişken taleplerine anında yanıt vermesi oldukça zor olmakla birlikte bu ürünlerin tüketicilere ulaştırılma süreci de bir o kadar önemlidir. Artık yeni ürünleri piyasaya sürmek yeterli olmamakta ve hizmet sunumun da hızlı olması gerekmektedir (Herrmann, vd., 2014: 7). Bundan dolayı dijital pazarlar ve e-ticaret sistemlerinin önemi günden güne artmaktadır. Bunun yanında lojistik aşamasında da yatırımlar çoğalmış ve bu sayede teslim süreleri kısalarak bu alandaki aksaklılara yeni çözümler üretilmeye başlanmıştır.

Giderek artan yatırımlar sayesinde Endüstri 4.0 firmaların neredeyse tüm tedarik aşamalarını kontrol altında tutmakta ve bütün bir değer zincirini önemli oranda etkilemektedir. Bunu mümkün kılmak için de birbirine bağlı ağ tabanlı teknolojiler, yeni iş akış şemaları ve sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstri 4.0 bilişim teknolojisi ve dijitalleşme imkânlarının yardımıyla üretim, satış ve pazarlama aşamalarında şeffaflığı fazlasıyla sağlamakta ve bundan dolayı müşteriler için daha iyi bir anlayış sunmaktadır.

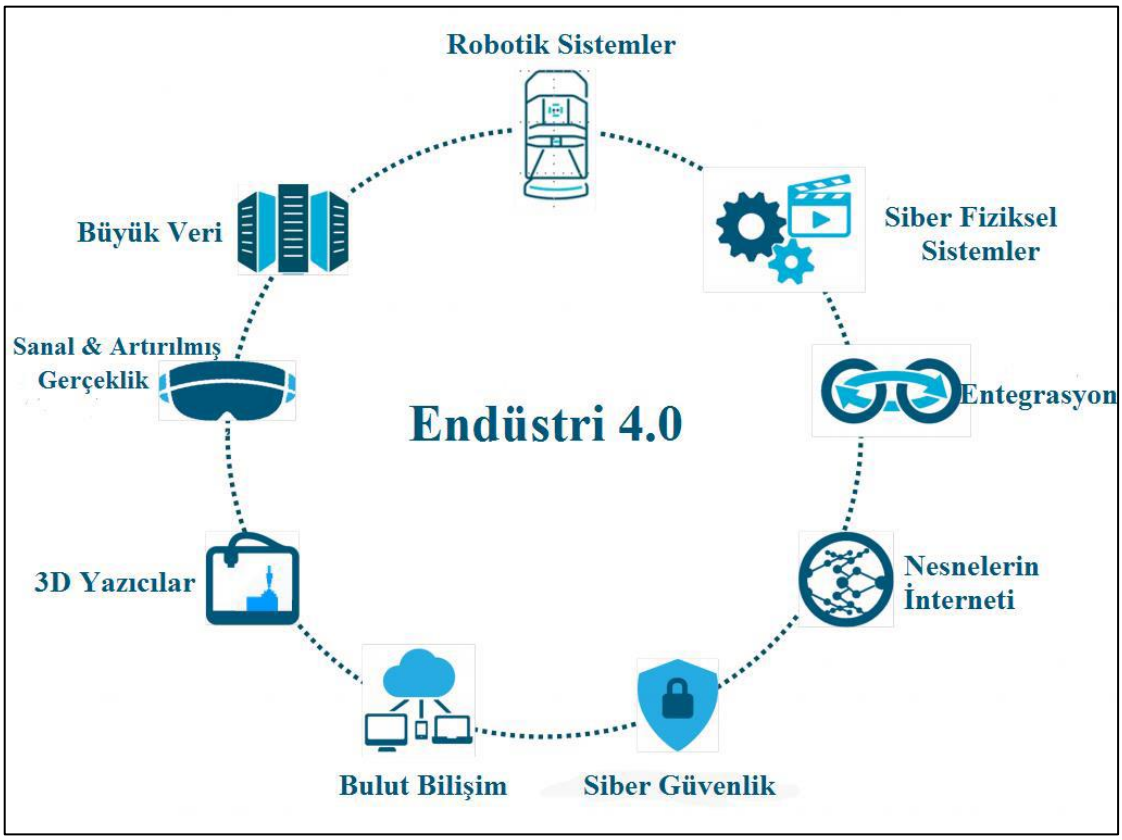
Endüstri 4.0 sürecinin sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesi için gerekli olan birtakım temel bileşenler bulunmaktadır. Elli adet çalışmanın analiz edildiği bir araştırmada firmaların bu sistemleri uygulayabilmesi için gerekli dört temel bileşen şu şekilde

sıralanmaktadır: Siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti ve akıllı fabrikalar (Hermann, v.d., 2016: 3929).

1.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL BİLEŞENLERİ

Endüstri 4.0 on temel bileşen ekseninde hayata geçmekte ve bu süreç şu şekilde ilerlemektedir. Üretim sürecinin başlangıcında Siber Fiziksel Sistemler sensörler ve alıcılar yardımıyla durumu analiz etmektedir. Bu değerlendirme sonucunda nesnelerin interneti sayesinde makineler birbiriyle etkileşim içinde üretim sürecine başlayıp başlamamaya karar verir. Üretim sürecine geçilmesi kararı verilirse gerekli olan tüm veriler bulut bilişim yoluyla büyük veriden çekilir (Alçın, 2016: 20). Yapay zekâ uygulamalarının yardımıyla otonom robotlar kendi kendilerine hareket edebilmekte ve üretim kararı alabilmektedir. Ürünler, üretim aşamasında geçmeden önce simülasyonda son aşamaya gelinceye kadar test edilmektedir (Fırat ve Fırat, 2017: 68). Süreç takibi artırılmış gerçeklik uygulamaları tarafından gerçekleştirilmekte, sonrasında ise 3D yazıcılar ile tasarımı yapılan ürünlerin prototipleri çabucak oluşturulmaktadır (Kahraman, 2017: 2). Bu sayede tüketicilerin anlık talepleri hızlı ve karlı bir şekilde sağlanabilmekte ve üretim sürecinde yaşanabilecek tüm sorunlara hızlı bir şekilde çözüm bulunabilmektedir.

Şekil 2 - Endüstri 4.0 İşleyiş Şeması



Kaynak: Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu, "Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk (https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/)

1.3.1 Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Pek çok araştırmacı tarafından Endüstri 4.0'ın en önemli parçalarından birinin fiziksel ve sanal dünyayı birleştiren siber fiziksel sistemler olduğu iddia edilmektedir. Özetlemek gerekirse CPS, birbiriyle etkileşim halinde olan bilgisayarların fiziksel aşamaları inceleyerek hesaplama yapması, kontrol etmesi ve bunlara yönelik çeşitli geri bildirimlerde bulunmasıdır.

Siber fiziksel sistemler esasen hayatımıza endüstri 4.0 ile giren bir teknoloji değildir. Bu sistemler "Gömülü sistemler" olarak da adlandırılmakta ve uçak kontrol sistemleri, bazı otomotiv elektronikleri, ev aletleri, oyuncaklar, oyunlar, silah sistemleri, hava yastıkları gibi alanlarda yıllardır kullanılmaktadır. Fakat bu sistemlerdeki yapıda bilgi işlem becerisi ürünün kendi içerisinde gerçekleşip herhangi bir ağa bağlı olmaksızın meydana gelmektedir. Endüstri 4.0 sürecinde ise bu beceri makineler arasında ortak bir ağ aracılığıyla gerçekleşecek ve iletişim artacaktır.

CPS'nin yardımıyla otomobillerde ve toplu taşıma araçlarında akıllı ulaşım sistemleri geliştirilerek güvenlik ve verimlilik artacaktır. Ayrıca bu teknoloji ile ağa bağlı olan araçlar savunma sanayinde orduların gücünü artırabilecek, enerji alanında ise bina yönetimleri tarafından enerji tasarrufu yapmak için fosil yakıtlara olan bağımlılığı ortadan kaldırmak amacıyla da kullanılabilecektir. CPS doğası gereği eş zamanlı hesaplama yapabilecek ve bu da zaman tasarrufu sağlayacaktır (Lee, 2008: 3-5).

Yapay ve fiziksel dünya arasındaki farkı kapatarak birleşmenin sağlanabilmesi için sadece altyapı ve hesaplama değil başka ihtiyaçlara da gerekesinim duyulmaktadır. Bu gereksinimler şu şekilde sıralanabilir: yaratma, iletişim ve karar alabilme gibi insani yetilerin öğrenilmesi; fiziksel dünyada var olan tüm objelerin gerçek zamanlı modelleme yaratılarak bunların birleşmesinin sağlanması; özel ve kamuya açık bulut tabanlı sistemlerin koordineli bir şekilde çalışması; yeni bilgiler için büyük veriden faydalanılması, hizmet sağlayıcılardan gelen verilerin kullanılarak iletişimin sağlanması (daCosta ve Henderson, 2013).

Yukarıda belirtilen çözümlerden olan akıllı kameraların sayesinde bir üretim süreci baştan sona gözlemlenebilmektedir. Öncelikle tekrar eden davranışlar ve farklılıklar kendi özelliklerine göre sistemde tanımlanır. Sonrasında kameralar tüm sürece ait verileri gerçek şekilde kaydetmektedir. Daha sonra tespit edilen örüntüler halihazırda olanlarla karşılaştırılmakta ve ihtiyaç duyulması halinde yenisi oluşturularak otomatik bir şekilde nicel süreç analizi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem sonucunda oluşturulan bilgiler, çalışanların karar alma sürecinde kullanılmakta ve daha sonra üretim optimizasyonu için gerçek ve sanal dünya arasındaki boşluk gerçek zamanlı olarak birbiriyle ilişkilendirilmektedir CPS'nin çalışma şekli bu şekilde özetlenebilir (Neugebauer, v.d., 2016: 3).

1.3.2 Nesnelerin İnterneti (IoT)

Akıllı dünya yaratma yolundaki gelişmelerden biri olarak kabul edilen Nesnelerin İnterneti, nesnelerin özelliklerini vurgulamak ve aralarındaki bağlantıları belirtmek için ilk kez 1999 yılında bir terim olarak kullanılmıştır. Resmi ilk tanım 2005 yılında, insanlar ve nesneler arasındaki herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde etkileşimi gerçekleştirmek için kısa mesafeli mobil alıcı-vericileri parçalara ve gündelik nesnelere yerleştirmek olarak yapılmıştır. Öte yandan Avrupa Birliği Nesnelerin İnterneti'ni, etiketler ve karakterlerin kullanıcılar, toplum ve çevre ile iletişim kurabilmeleri için

akıllı arayüzler kullanılarak akıllı alanlarda depolandığı ve etiketler ve sanal karakterler içeren bir nesneler ağı olarak tanımlamaktadır (Tao, v.d., 2016: 2).

Endüstri 4.0'ın Nesnelerin İnterneti'nin üretim süreçlerine entegrasyonu ile başladığı genel olarak kabul edilmektedir. Nesnelerin İnterneti, benzersiz adresleme şemaları aracılığıyla birbirleriyle etkileşime giren ve ortak hedeflere ulaşmak için akıllı bileşenlerle işbirliği yapan sensörler, motor kontrol sistemleri ve cep telefonları gibi nesneleri içerir (Guisto vd., 2010: 5). Nesneleri CPS olarak anlamak, yukarıda verilen tanımlara bakarak kafa karıştırıcı olabilir. Bu nedenle, IoT'yi benzersiz bir adresleme şeması aracılığıyla birbirleriyle işbirliği yapan bir CPS ağı olarak tanımlamak, durumun anlaşılmasını kolaylaştırır. Akıllı fabrikalar, akıllı evler ve akıllı şebekeler IoT uygulamalarına örnek olarak gösterilebilir (Bauernhansl, v.d., 2014: 15-17).

Örnek vermek gerekirse, bir arabadaki hava yastığı, gömülü bir sisteme bir örnektir. Bir sensör, hava yastığının açılıp açılmayacağını belirler. Ağa bağlı gömülü sisteme verilebilecek bir örnek ise, sürücüsüz bir arabadır. Aynı anda büyük miktarda veriyi analiz edebilir ve sonuçlar çıkarabilir. Akıllı ağa bağlı döner kavşaklar ideal bir CPS örneğidir. Birden fazla fiziksel sistemi barındırır ve kontrol eder. Akıllı şehirler ise tüm bunları kapsayan IoT örnekleridir. Fabrika tarafından örneklendirmek gerekirse CPS, üretim hattında kullanılan hammaddelerin envanterini yöneterek kapasiteyi değerlendirebilir ve hammaddeleri yeniden sıralayabilir. Öte yandan IoT, birbiriyle iletişim kuran birden çok envanteri yönetir. Lojistik maliyetleri azaltmak için siparişleri koordine eder ve aynı zamanda müşterilerin ilgili fonksiyon ve süreçlere katılarak daha aktif rol almalarını sağlar.

IoT’nin en belirgin özellikleri şu şekilde sıralanabilir: Bunlar; bağlanabilirlik, heterojenlik, ölçek büyüklüğü, dinamik değişiklikler, varoluşsal belirsizlik, güvenlik, küçük cihazlar, otonom üstleniciler, yaygınlık, zeka, dağıtılmış kontrol ve dışavurum ’dur. (Tzafestas, 2018: 748):

Herhangi bir teknoloji gibi IoT'nin de bazı artıları ve eksileri vardır. IoT sayesinde, cihazdan cihaza ve insandan cihaza iletişimi desteklemek için bağlantılar oluşturulur. Böylece verimlilikte ve genel kalitede bir artış sağlanmış olur. Örneğin; IoT platformuna sahip bir fabrikada tüm bilgiler tedarikçiler, saha mühendisleri, yöneticiler vb. tarafından aktarılabilir. Üretim süreçlerinin optimizasyonu ve otomasyonu sorunsuz bir şekilde kontrol edilebilir (Woods, 2016). İzleme fonksiyonu sayesinde sisteme bağlı

cihazların tam sayısını, evin hava sıcaklığını veya odadaki nemi bilmek kolaydır. Bireylere, toplumlara ve iş ortaklarına kesinlikle fayda sağlar. Düşük enerji tüketimine ve daha hızlı hizmet sunumuna yardımcı olur. Dolayısıyla, toplumun ve insanların yaşam kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olur (RF Wireless World, 2017). Nesnelerin İnterneti çok fazla veri içerir. Büyük miktarda veriyi analiz etmek, çalışanların kolayca doğru kararları vermesini ve görevleri doğru bir şekilde yürütmesini sağlar. Ne kadar çok veri analiz edilirse kararlar o kadar doğru olur. Nesnelerin İnterneti sayesinde büyük miktarda veri hatasız hesaplanabilmektedir (Maple, 2017). IoT'nin maliyet azaltması bireylere, işletmelere ve kuruluşlara büyük avantajlar sunar. Cihazlar, işler, hizmetler ve sistemler verimli bir şekilde bağlanıp paylaşıldıkça maliyetler azalır ve verimlilik artar. Aynı zamanda zamanı verimli kullanmak açısından da faydaları vardır. Günlük işlerin IoT'ye bırakılması, çalışanların tüm zamanlarını daha zorlu ve yaratıcı görevlere ayırmalarına yardımcı olur (Woods, 2016).

Iot'nin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. IoT, birden fazla teknoloji tarafından etkinleştirilir ve bu nedenle sürece pek çok geliştirici dahil olur. Bilgisayar korsanlarının ve siber suçluların çok fazla dikkatini çektiği için bir gizlilik tehdidi oluşturur. Bu da siber güvenliği önemli bir konu haline getirmektedir. IoT ağlarına yapılan saldırılar, insanların gizliliğini riske atabilir. Bu riskleri en aza indirmek için çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Örneğin, şifreler herhangi bir bulut kasasında saklanmamalı ve IoT cihaz şifreleri düzenli olarak değiştirilmelidir. Üçüncü şahıs yazılımları orijinal ve doğrulanmış olmalıdır. Kullanılmayan IoT cihazları, bilgisayar korsanları için bariz bir tehdit oluşturduklarından uzak tutulmalıdır. Finans, ticaret ve bankacılık ile ilgili şirketler, kullanıcı verilerini yalnızca ihtiyaç duyulduğu sürece saklamalı ve daha sonra silmelidir (Tzafestas, 2018: 763).

Günlük faaliyetlerin otomasyonunun, IoT'nin işletmelerde ve endüstrinin tüm alanlarında kullanılmaya başlanmasının doğal olarak işgücü ihtiyacını azaltacağı ve bunun toplumda işsizliğe yol açacağı konusunda bazı argümanlar bulunmaktadır. Teknoloji giderek artan bir şekilde hayata nüfuz ediyor ve onu kontrol ediyor. Teknolojiye artan güven devamlı olarak artması, insanların bu teknoloji olmadan daha fazla acı çekeceği ve hayatlarını sürdürmekte zorlanacağı anlamına geliyor. Bu nedenle günlük faaliyetlerin ne kadarının makineleşmesine ve makineler tarafından kontrol edilmesine izin verileceği tartışılması gereken önemli bir konudur (Maple, 2017: 174).

IoT'nin ana uygulama alanlarından biri akıllı fabrikadır. IoT altyapısındaki gelişmiş sensör ağları, kablosuz bağlantı ve makineden makineye (M2M) sistemlerin yardımıyla, geleneksel üretim sistemleri otomasyon yoluyla tamamen modernize edilmektedir. Büyük ve küçük birçok endüstri şu anda IoT geliştirmelerini benimsiyor ve kullanıyor (Görçün, 2018: 138).

IoT'nin yaygın olarak kullanıldığı bir diğer alan da akıllı perakende ve lojistik hizmetleridir. En iyi örneklerden biri, "En yakın işletmeyi bul" gibi reklamların uzun süredir kullanımda olmasıdır. Ayrıca tedarik zinciri boyunca depolama koşulları da IoT üzerinden izlenebiliyor. Ürünlerin konumu sürekli olarak görüntülenebilir ve ödeme süreci kolaylaştırılabilir. Bu durum müşterilerin mağazalarda ürün bulmasını kolaylaştırır, raflardaki ürün envanterini kontrol ederek rafların boşalmasını önler, stok miktarlarını kontrol eder ve hırsızlığı önler (Umento, 2017).

1.3.3 Büyük Veri

Artan arşiv, belge, sosyal ağ, ses, görüntü ve video sayısı ile veri kaynakları her geçen gün katlanarak artıyor. Akıllı cihazların hafızasında daha fazla fotoğraf, video ve uygulama bulunmaktadır. Her kullanıcı kendi verilerini yönetmeye, kullanmadığı verileri silmeye ve kullandığı verileri en erişilebilir hale getirmeye çalışmaktadır. Böylece kullanıcılar, farkında olsunlar ya da olmasınlar, verilerin büyümesine doğrudan ya da dolaylı olarak katkıda bulunmaktadırlar. Aynı şekilde, bir işletme tarafından yapılan her giriş, toplanan bu verilere eklenir. Toplanan tüm veriler ayrıca belirli veri tabanlarına kaydedilir. Elektronik cihazların hem kişisel hem de iş düzeyinde hızla artan kullanımı, bu veri hacminin önümüzdeki dönemlerde de azalma olmaksızın artacağı anlamına gelmektedir.

Büyük veri nerdeyse her çeşit veriyi kapsamakta ve dört farklı bileşenden oluşmaktadır (Quintero, v.d., 2015: 4-5):

- **Hacim**: Megabyte, gigabyte, terabyte, petabyte olarak sıralanan ve veri miktarı büyüklüğünü ifade etmekte olup 2010-2020 arasındaki dönemde veri hacmi 50 kar artmıştır.
- **Hız**: Verilerin üretim, kullanım ve değişim hızlarını, özellikle de verilerin sisteme giriş hızlarını gösterir. Bugün, veriler yaklaşık 30 milyar sensörden gelmektedir.

- **Çeşitlilik**: Yapılandırılmış veya yapılandırılmamış her türlü verinin yapısını, kapsamını, biçimini ve içeriğini belirtmek için kullanılır. Yapılandırılmamış veriler, mevcut verilerin %80'ini oluşturur.
- **Doğruluk**: Verilere olan güveni ifade eder. Yapılan araştırmalar işletme yöneticilerinin üçte birinin verilere karşı çekinceli davrandığını ortaya koymaktadır.

Veri kullanmanın en önemli faydalarından bazıları maliyet azaltma ve operasyonel verimliliktir. Büyük veri analitiğinin yardımıyla, üretim sürecindeki farklı değişkenlerin etkisine dair içgörü elde etmek ve böylece işletmelerin daha iyi kararlar almasına yardımcı olmak mümkündür. Örneğin, petrol ve gaz endüstrisinde, büyük verinin kullanılması sayesinde kesinti sürelerinde %36'lık bir azalma olduğu görülmüştür. (Suthar, 2018) Geriye dönük tüm veriler detaylı bir şekilde analiz edilerek gelecekte daha iyi ve hızlı kararlar alınabilir. Bu sayede işletmeler rekabet avantajı ve risk yönetimi sağlayarak geleceğe daha iyi hazırlanabilmektedir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş hizmetlere yönelik artan talebi anlamaya ve tüketici ihtiyaçlarını, tercihlerini ve satın alma davranışlarını analiz etmeye yardımcı olarak işletmeleri güçlendirir (Manyika, v.d, 2011).

1.3.4 Bulut Bilişim

Büyük veri teknolojisi, yeni teknik gereksinimleri beraberinde getirmektedir. Bu yeni teknolojiye ise bulut bilişim denmektedir. Bulut bilişim, bu devasa ağda İnternet tabanlı büyük ölçekli sunucu bilgisayarları ve yazılımları paylaşabilen, İnternet tabanlı bir bilgi işlem yöntemidir. Bu yaklaşım sayesinde en kolay online depolama hizmeti sağlanabilmekte, kullanım kolaylığı sağlanmakta ve web tabanlı uygulama herhangi bir kurulum gerektirmemektedir. İnternette bulunan tüm uygulamalar, programlar ve veriler bulutta saklanır. İlgili bilgilere, programlara ve verilere kolay erişim sağlayan bu tür hizmetlere bulut teknolojileri adı verilmektedir (Banger, 2018). Günümüzde bulut teknolojisi hem kişisel düzeyde hem de kurumsal düzeyde kullanılmaktadır. Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS), Google Cloud ve Alibaba Cloud en sık kullanılan bulut teknolojisi sağlayıcıları arasındadır (Dignan, 2020).

Verilere herhangi bir platformdan, herhangi bir zamanda, herhangi bir yerden erişilebilmesi bulut bilişimin en önemli hedefidir. Verilerin hacmi ve boyutundaki hızlı

büyüme nedeniyle, artan cihaz yetenekleri bile kullanıcıların cihazda veri depolaması için yeterli değildir. Verilerin izole ve ayrı bir yerde saklanması ve yönetilmesi, cihazın performans ve veri kaybı riskinden dolayı hem bireyler hem de işletmeler için daha caziptir. Bulut bilişim, kullanıcıların herhangi bir özel program veya donanıma ihtiyaç duymadan basit bir arayüz üzerinden internetten tüm kaynaklarına erişmelerine ve kullanmalarına imkân sağlamaktadır. (Khan, 2017: 4). Bulut bilgi işlem önemlidir çünkü istemciler, kullanıcılar, yöneticiler ve hatta cihazlar ihtiyaç duydukları kaynaklara kolayca erişebilir. Günümüzde internete bağlı hemen hemen her cihaz bulut teknolojisini kullanmaktadır.

İhtiyaçlarınıza bağlı olarak, farklı bulut depolama türleri kullanılabilmektedir. Genel bulut, internet bağlantısı ve bulut alanı olan herkesin kullanımına açık bir genel buluttur. Bireysel kullanıcılar ve küçük işletmeler için bu tür genellikle yeterlidir. Google, AWS, Microsoft gibi bulut sağlayıcılarının tümü genel bulut türleridir. Özel bulut, erişimi yalnızca o grupla sınırlı olan belirli bir grup veya kuruluş için özel olarak oluşturulmuş bir türdür. Topluluk bulutu, benzer bulut gereksinimlerine sahip olan ve iki veya daha fazla grup arasında paylaşılan bir buluttur. E-devlet uygulamaları bu tür bulutlara örnek olarak verilebilir. Son olarak, bir hibrit bulut, genel, özel veya topluluk olabilen en az iki bulut türünün birleşiminden oluşur. Örneğin, özel bir bulut üzerinde çalışan bir araç takip uygulaması, Google tarafından bir genel bulut hizmeti olarak sağlanan bir harita uygulamasını kullanarak hibrit bir bulut oluşturmaktadır (Huth ve Cebula, 2011: 2).

Bulut teknolojisinin bazı teknik avantajları da bulunmaktadır. Bulut sayesinde standart uygulamalar için zor olan işlemleri gerçekleştirmek mümkün hale gelmektedir. Örneğin, çok büyük veriler her yerde saniyeler içinde paylaşılabilir. Daha ekonomik olmasının yanı sıra bakım maliyeti de yok denecek kadar azdır (Aymerich, vd., 2008: 115).

Kullanıcılar için en büyük avantajlardan bazılarının, uygulamayı kullanmak için artık bir bilgisayara bağlı olmalarına veya herhangi bir yeni ekipman satın almalarına gerek kalmaması olduğu ifade edilmektedir. Hangi ekipman kullanılırsa kullanılsın bakım sorunları azalacaktır. Depolama kapasitesi ve uyumluluk sorunları gibi teknik sorunlarla uğraşmanıza gerek yoktur. Ayrıca, kullanıcılar talep üzerine kullanma ve ödeme imkanına sahiptir. Bu nedenle harcamalarını en aza indirmek için kullanımı azaltma yönünde hareket edebilirler. (Armspan, 2009: 14-19)

Bulut teknolojisi sayesinde özellikle KOBİ'ler veri depolamaya yatırım yapmadan ve bu alanda istihdam yaratmadan verilerini depolayabilmektedir. Ayrıca büyük işletmeler bulut bilişimin maliyet tasarrufu, uzaktan erişim, kullanım kolaylığı ve entegrasyon çalışması gibi avantajlarından da faydalanabilmektedir (Ghosh, 2007: 7).

1.3.5 Robotik Sistemler

Son yıllarda endüstriyel robotlar, kaynak, malzeme taşıma ve montaj gibi çok çeşitli alanlarda popüler bir imalat yöntemi olarak ortaya çıkmıştır. Robotlar, RIA (Endüstriyel Robotik Derneği) tarafından, çalışma ortamları hakkında bilgi toplayan ve böylece hareketlerini güncelleyen önceden planlanmış görevler yoluyla malzemeleri, parçaları, araçları veya özel ekipmanı taşımak için tasarlanmış, yeniden programlanabilir, çok işlevli ve uzaktan taşınabilir cihazlar olarak tanımlanmaktadır. (RIA, 2020). ISO'dan (International Organization for Standardization) bir başka tanım ise şu şekildedir. Endüstriyel robot, endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere programlanabilen, yerine sabitlenebilen veya üç veya daha fazla eksende hareket ettirilebilen çok amaçlı, otomatik olarak kontrol edilen ve uzaktan manuel olarak çalıştırılan bir cihaz olarak tanımlanmaktadır (ISO, 2020).

Günümüzün robotik sistemleri, başta otomotiv, elektronik ve elektrik endüstrilerinde olmak üzere sermaye yoğun seri üretimin sonucudur. Öte yandan geleceğin robotlarının, işlevsellik ve performans verileri açısından bugünün robotlarının gelişmiş versiyonları olmayacağı öngörülmektedir. Aksine, daha geniş bir uygulama alanı sunan ve tüm endüstrilerde kullanılabilen yeni tasarım ve zekaya sahip bir versiyondur (Hagele vd., 2008: 964).

Robotlar 21. yüzyıla kadar, insanları güvenli bir mesafede tutmak için engellerin arkasında çalışıyordu. Daha yakın zamanlarda, geliştirilmiş güvenlik standartları nedeniyle, robotlar ve insanlar aynı çalışma alanında çalışabilmekte ve bu durum insan-robot iş birliğini geliştirmektedir (Schraft ve diğerleri, 2002: 2136-2138). Bu iş birliği, kullanılan robot sayısına da yansımış ve son yıllarda robot kurulumlarında önemli bir artışa neden olmuştur.

Uluslararası Robotik Federasyonunun 2020 yılında hazırladığı raporda belertilen istatistiklere göre endüstriyel robotların yıllık kurulumu en fazla olan ülkelerin Asya ülkeleri olduğu anlaşılmaktadır. Bunu Avrupa ülkeleri ve ABD takip etmekte olup

2019'da en çok kurulu kapasiteye sahip ülkeler en çoktan en aza Çin, Japonya, ABD, Güney Kore ve Almanya olarak gerçekleşmiştir. Bu beş ülke tek başına toplam yıllık küresel kurulumların yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır (IFR, 2020). 2013 yılı itibariyle Çin, dünyada en fazla robot kurulumuna sahip ülkedir. 2019'da ABD ve tüm Avrupa ülkelerinden daha fazla 140.492 ünite kuruldu (IFR, 2020). Almanya ise 2019 yılında bu alanda 20.473 ünite kurarak dünyanın beşinci, Avrupa'nın ise birinci büyük ülkesi oldu. Ülkedeki birimlerin çoğu otomotiv endüstrisinde üretilmektedir (IFR, 2020).

Robotlar kuruldukları sektöre göre incelendiğinde kurulumların büyük çoğunluğunun yaklaşık dörtte birini oluşturan otomotiv endüstrisinde olduğu görülmektedir. Elektrik/elektronik sektöründe bilgisayarlar ve bileşenleri, radyolar, televizyonlar, haberleşme cihazları, tıbbi cihazlar, hassas aletler ve optik aletler üretilmekte olup, otomotiv sektörüne çok yakın bir oranla ikinci sırada yer almaktadır. Daha sonra sırasıyla metal ve makine, kimya ve gıda endüstrileri gelmektedir (IFR, 2020).

Teknik alanda uzun süredir var olan robotik sistemlerin rolü, Endüstri 4.0 ile beraber farklı bir role bürünmüştür. Teknoloji geliştikçe sadece verilen görevleri yapabilen robotlar, otonom robotlara dönüşmekte ve yapay zekanın yardımıyla ileriyi planlayabilen ve taklit edebilen multidisipliner gelişmiş sistemlere doğru evrilmektedir. Otonom robotlar da tıpkı insanlar gibi çevrelerini algılama, kendi kararlarını verme ve buna göre hareket etme yeteneğine sahiptir. Lazer tarayıcılar, kameralar ve çarpışma sensörleri ile çevresini algılayabilir. Durmak, manevra yapmak ve engellerin etrafından dolaşmak bu eylemlere örnektir (Palmerini vd., 2014:9-31).

1.3.6 Yapay Zekâ, Makine Öğrenme ve Derin Öğrenme

Yapay zeka kavramı ilk olarak 1956 yılında bilgisayar bilimcisi John McCarthy tarafından makinelerin insanlar gibi düşünüp düşünemeyeceği konusundaki ilk bilimsel konferansta ortaya atılmıştır (Washington Üniversitesi, 2006: 4). Bugün AI ile ilgili en büyük yanılgılardan biri, geliştirilen her şeyin AI teknolojisi olarak adlandırılması ve pazarlama taktiklerine tabi olmasıdır. Bunun için AI teknolojisinin ne olduğunu anlamak gerekiyor.

AI (Yapay Zeka), Endüstri 4.0 devriminde adından sıkça söz ettiren teknolojilerden biridir. Adını duyunca kimileri tedirgin olurken, kimileri heyecanlanır ve hatta geleceğin şekillenmesinde başrol oynayacağını düşünür. Yapay zeka, herhangi bir makinenin veya

bir makineye bağlı diğer parçaların zeki varlıklara benzer şekilde çalışabilmesidir. Yıllardır insanlar, makinelerin insanlar gibi düşünüp düşünemeyeceği sorusunu sormaktadır. Turing Testi olarak bilinen ilk çalışma 1950'lerde matematikçi Alan Turing tarafından yapılmıştır. Bu teste göre, bir insan, etkileşimde bulunduğu bir şeyi yöneten bir makine ile bir insan arasında ayrım yapamıyorsa, bir makinenin zeki ve düşünen olduğu söylenebilir.

Bir ürünün yapay zekâ içerdiğini s"yley'bilmek için en azından planlama, öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, bilgilendirme, algılama, eylem veya yaratıcılık gibi biyolojik olarak belirli bazı yetenekleri gerçekleştirmesi gerekir (Grinaker, 2019). Robotik kol yapay zekâ içermezken, Boston Dynamics'in robotik kolu, düştüğünde, merdiven çıktığında, kapıları açtığında vb. yapay zeka içerir. Arabalardaki otomatik ön cam silecekleri yapay zekâ içermese de şerit değiştiren, engellere göre yön değiştiren, işaretlere uyan ve yayalara yol veren Tesla araçları yapay zeka kapsamında değerlendirilmektedir (Bektaş, 2021).

AI uygulamalarını ortaya çıkarmak için çeşitli programlama dilleri, algoritmalar ve yapay sinir ağları kullanılır. Yapay zekâ tekniklerini ortaya çıkaran bu süreçler, makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi çeşitli öğrenme biçimleri olarak bilinmektedir.

Mevcut verilerden türetilen parametreleri kullanan ve ardından bu verilere benzer yeni veriler üzerindeki sonuçları tahmin eden bir istatistiksel yöntemler sınıfı olan makine öğrenimi, günümüzde yapay zeka uygulamalarını keşfetmek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir (Nilsson ve diğerleri, 1998, 1-3).).

Derin öğrenme, bir tür makine öğrenimidir. Derin öğrenme yöntemlerinde uygulama, algoritmanın önemli özelliklerini belirtmeden sinir ağlarını kullanarak bu özellikleri öğrenir (Robins, 2020). Örneğin, özellikleri nedeniyle bir makinenin kazanmasını neredeyse imkansız kılan tüm insan rakiplerini yenerek Go oyununda şampiyon olan AlphaGo adlı bir AI programı bu sinir ağlarına sahiptir (Silver ve diğerleri, 2016: 488).

Son yılların en önemli kavramlarından biri olan yapay zekanın Endüstri 4.0 devriminde birçok alana uygulanacağına inanılmaktadır. Şirketlerin yapay zeka sayesinde daha iyi tam zamanlı üretim gerçekleştireceği, üretim hatlarını daha kısa sürede programlayarak daha fazla ürün çeşitliliği yaratacağı, tedarik zincirlerindeki aksamaları ortadan kaldıracağı ve pazarı daha iyi yöneterek rekabet avantajı elde edeceği iddia

edilmektedir. Hizmet sektörlerinde rutin ve öngörülebilir işlerin yerini yapay zeka uygulamalarına bırakması beklenmektedir.

Endüstri 4.0'ın, gerekli becerilere sahip işveren ve çalışanları, girişimci ve yatırımcıları, tüketici ve üreticileri en uygun şekilde bir araya getirerek çeşitli alanlarda çalışma ortamını iyileştireceğine inanılmaktadır. Yapay zekanın bu gücünün riskleri de beraberinde getirdiğine dair endişeler bir süredir konuşulmaktadır. Teknolojik gelişmenin ivme kazanmasıyla birlikte gelecekte yapay zekanın tüm ekonomik sisteme uygulanacağı öngörülebilir. Bu nedenle siber saldırılara ve büyük ölçekli manipülasyona karşı çok açık bir sistem oluşturmak, yapay zeka konusunda çeşitli endişeleri de beraberinde getirmektedir. Hükümetlerin, kuruluşların ve bireylerin yapay zeka teknolojilerini paylaşmaya ve kullanmaya nasıl karar verdiği, bu sorunların ele alınmasında önemli bir rol oynamaktadır.

1.3.7 Yatay ve Dikey Entegrasyon

Sistem entegrasyonu, Endüstri 4.0 vizyonunu ve hedeflerini gerçekleştirmek için önemli adımlardan biri olarak görülmektedir. Sistem tüm üretim sürecini analiz eder. Bu nedenle, fiziksel nesnelerin yönetimi, organizasyonu ve bilgi sistemleri ile bağlantılarında yapısal değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır (Dombrowski ve Wagner, 2014: 101).

Önde gelen sanayi şirketleri, çevrimiçi siparişlerden bireysel ürün geliştirmeye, ürün verilerinin otomatik aktarımından üretim sistemlerine ve müşteri hizmetlerine kadar tüm küresel değer zinciri ağını dijitalleştirmeye ve birbirine bağlamaya başlamıştır. Aynı zamanda envanter yönetiminden üretim planlamasına kadar her konuda veriler tedarikçiler, müşteriler ve diğer değer zinciri ağları ile eşzamanlı olarak paylaşılmakta ve koordineli bir çalışma yapılmaktadır.

Endüstri 4.0'ın dijitalleşmesi, yatay ve dikey değer zincirleri için eşit derecede önemlidir. Yatay değer zinciri boyunca bilgi ve mal akışı müşteriden işletmeye akar ve tedarikçinin yeniden planlamasıyla entegrasyon ve optimizasyon sağlar. Bu süreç satın alma, üretim, lojistik, planlama ve diğer departmanları da entegrasyon ve inisiyatif sürecine dahil eder. Ayrıca müşterilerin taleplerini karşılamak ve istenen hizmetleri yerine getirebilmek için gereken tüm değer zinciri noktalarını içermektedir. Öte yandan dikey entegrasyon sayesinde işletme içindeki satış, Ar-Ge, üretim, ulaştırma ve diğer

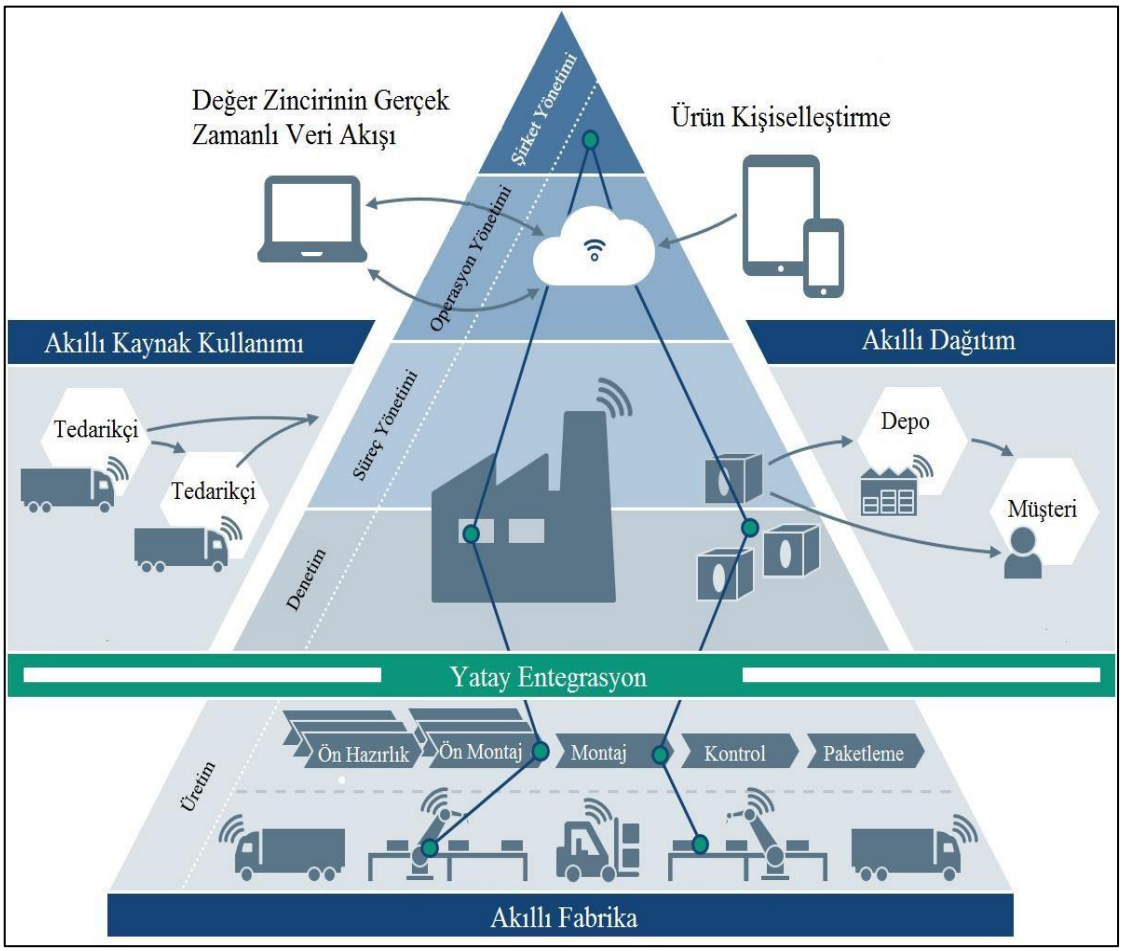
departmanlar arasında bilgi ve veri aktarımı sağlanmak mümkündür. Üretim sistemlerinin optimal bağlantısı, sistem arızalarının önlenmesi ve daha iyi analitik düşünme sayesinde kalite ve esneklik artar ve maliyetler düşer (Gaisbauer, 2014: 16).

Günümüzde işletmeler varlıklarını korumak, potansiyel risklerini azaltmak, büyüme oranlarını artırmak ve piyasa değerini maksimum noktaya çıkarmak istemekledirler. Bu nedenle yatay ve dikey entegrasyonun tamamlanmasının işletmeye büyük avantajlar sağlayacağına inanılmaktadır. Bu avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (Schuldenfrei, 2019):

- Ar-Ge, üretim ve tedarik zincirine dair bilgilerin tüm departmanlar tarafından kullanılması
- Verimli veri yönetimi ve gerçek zamanlı veri analizi
- Fabrikadaki tüm bileşenlerin ve sistemlerin IoT ile birbirine bağlı hale getirilmesi
- Tüm üretim hattı sürecinin tüm adımlarının otomatikleştirilmesi
- Sürekli bilgi akışı ve optimizasyon

Aşağıdaki şema, bir akıllı fabrikanın yatay ve dikey entegrasyonuna genel bir bakış sunmaktadır.

Şekil 3- Akıllı bir Fabrikadaki Yatay ve Dikey Entegrasyon



Kaynak: PNGEgg, "Horizontal integration Industry 4.0 Architecture Vertical integration Strategic planning, Independence And Unity Day", (Çevrimiçi) https://www.pngegg.com/en/png-hjfpn

1.3.8 Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR)

Endüstri 4.0 ile fiziksel dünya ile dijital dünyayı bütünleştirerek gerçeklik algısına yeni bir boyut kazandıran VR ve AR, son zamanlarda adından sıkça söz ettiren kavramlardan biri olmuştur. Bu iki kavramın birbiriyle pek çok ortak yönü olmasına rağmen, aralarındaki farkların tam olarak bilinmemesi bazı durumlarda kafa karışıklığına yol açabilmektedir. Sanal gerçeklikte, fiziksel dünya bilgisayar destekli olarak dijital ortamda yeniden oluşturulmakta ve bir simülasyona dönüştürülmektedir. Artırılmış gerçeklikte, fiziksel dünya ve bilgisayar tarafından üretilen simülasyonlar, algıyı geliştirmek amacıyla gerçek zamanlı olarak birbiriyle etkileşimde bulunmaktadır.

Geleneksel kullanıcı arayüzlerinden farklı olarak VR, kullanıcılara daha iyi bir deneyim sağlamak için fiziksel dünyayı dijital bir ortamda simüle etmek amacıyla bilgisayar

teknolojisini kullanmaktadır. Bu teknolojinin amacı, kullanıcıların temel düzeyde bir ekranla çalışmak yerine, üç boyutlu bir dünyaya girip etkileşimde bulunmalarını sağlamaktır. Bu dijital dünyada kullanıcılar görme, duyma ve hatta koku alma yoluyla daha gerçek bir deneyim elde edebilmektedirler (Bardi, 2019), VR eş zamanlı ve etkileşime dayalı bir teknolojidir. Bu etkileşim kameraları, VR gözlüklerini, biyosensörleri, taytları, eldivenleri ve daha fazlasını içermekle birlikte cihaz, tüm bu donanımların koordinasyonu sayesinde çalışmaktadır (Liagkou v.d. 2019: 713-714).

VR teknolojisi, profesyonel ve kamusal uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Örneğin, araba tasarımı ve imalatında VR kullanılarak, yeni modellerin yıllar yerine sadece birkaç ayda piyasaya sürülmesi mümkün hale gelmektedir. Bu arada, mimarlık ve inşaat mühendisliğinde binaların, yerleşim alanlarının ve iç mekanların tasarımı, inşaattan önce gerçek zamanlı olarak tasarlanabilmektedir (Kovar vd., 2017).

VR teknolojisinden yararlanacak sektörlerin arasında sağlık sektörü ön planda bulunmaktadır. Bu teknoloji hasta muayenesi veya tedavisi için insan hareketini, kas fonksiyonunu, eklem ve vücut ölçümlerini gerçek zamanlı olarak yakalamaktadır (Bogut v.d., 2013:1076). VR, cerrahi eğitim için de kullanılır. Kadavra veya hastalar üzerinde çalışmak zorunda kalmadan gerekli başlangıç deneyimi sağlanarak zaman kazanılması suretiyle olası hatalar bertaraf edilebilmektedir (Delorme v.d., 2012, 33). Bunun yanında VR teknolojisinin, ruhsal ve nörolojik hastalıkların tedavisinde de olumlu bir etkiye sahiptir. Kapalı mekân korkusu, örümcek korkusu, uçma korkusu, sosyal fobi, yükseklik korkusu vb. fobilerin tedavisinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Botella v.d. 2000).

VR ile sanal fabrikalar oluşturmak da mümkündür. Üretim hatları, binaların yeterliliği, bina birimleri, makinelerin yerleşimi, gürültü seviyeleri, binaların genel yoğunluğu vb. VR sisteminde simüle edilebilir. Böylece zamandan ve maliyetten tasarruf ederek verimlilik artırılabilmektedir. Bunun yanı sıra üretim sürecinde kullanılan makineler tasarlanabilmekte ve çalışanların sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde tüm makinelerin kullanımının öğrenilmesine yönelik eğitimler dijital ortamda yapılabilmektedir (Yang vd., 2011: 132).

Nesnelerle etkileşimi artırmak için ulaşılması zor bilgilere daha hızlı ve daha net bir şekilde erişilmesi gerektiğinden, AR teknolojisi bunu başarmanın önemli bir yoludur. AR ile bireyler olağan algı düzeylerinden daha üst seviyeye ulaşabilmektedirler. AR

teknolojisinin temel amacı, akıllı telefon kameraları, giyilebilir kameralar, projektörler gibi belirli cihazların yardımıyla bilgisayar tarafından oluşturulan görsel verileri kullanarak insanların çevreleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmalarını sağlamaktır (Esengül ve İnce, 2018: 201-202). Fiziksel ve sanal dünyaların birleştirilmesi, 3B nesnelerin fiziksel dünyadaymış gibi cihazlar aracılığıyla görüntülenmesi ve bu görüntülenen nesnelerin gerçek zamanlı olarak kontrol edilmesi AR'nin en önemli katkılarından biridir (Zhao v.d., 2017: 94).

Sağlık, eğitim, sanat, mimarlık ve ofis gibi birçok alan AR teknolojisinden yararlanma potansiyeline sahiptir. Yöntemde kullanım alanına göre bazı farklılıklar vardır. Sağlık, saha hizmeti ve pazarlama gibi alanlarda kullanıcılar gözlük, eldiven ve maske gibi akıllı giyilebilir teknolojiler takarak nesneler hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmektedir. Sensörler, alıcılar ve GPS gibi gömülü cihazlar, eğitim, ofis ve konum gibi alanlarda nesnelerin içine veya üzerine yerleştirilmektedir. Bu sayede bir bilgisayar, tablet veya akıllı telefon yardımıyla nesnelerin boyutunu, şeklini, yapısını ve konumunu dijital ortamda değiştirmek mümkündür. Bu teknoloji, video kameralar, projektörler ve tarayıcılar, ofis işleri, inşaat ve bakım işleri, mimari ve film yapımı gibi alanlarda çevre hakkında bilgi toplamaya yardımcı olmaktadır. Bu sayede ürünün görünümü, varsa kusurları ve arızaları daha ürün ortaya çıkmadan bilinebilmektedir (Mackay, 1996: 2-3).

1.3.9 3D Yazıcılar

Endüstri 4.0'ın ayrılmaz bir parçası olan 3D yazı teknolojisi yeni bir teknoloji olmayıp kökeni 19. yüzyıla kadar uzanmakta ve son otuz yıldır üretimde kullanılmaktadır. Eklemeli imalat olarak da bilinen 3D yazma, üç boyutlu bir çizim veya modelden katman şeklinde yazdırılarak fiziksel nesneler oluşturma işlemidir. 3D teknolojisinden önce, istenen şekil elde edilene kadar katmanları birbirinden ayırmak için indirgeme yöntemleri kullanılıyordu. 3D yazma, istenen şekil elde edilene kadar eklemeyi içerir. 3D teknolojisi, gevşek malzeme ile başlamakta ve ardından nesneyi üç boyutlu bir şekle dönüştürmek için dijital bir şablon kullanmaktadır (Huang ve diğerleri, 2002: 1191). Bu yüksek performanslı teknoloji ile değişen müşteri ihtiyaçlarına cevap vermek, müşteri ve ürünlere göre bireysel ürünler geliştirmek mümkün hale gelmektedir.

3D yazıcılar, daha yüksek yatırım maliyetlerine rağmen, ürünlerin normalden daha kısa bir zamanda pazara sunulmasına yardımcı olmakta, ürünler yüksek adetlerde

üretilebilmekte ve bu durum stok maliyetlerini düşürmektedir. 3D teknolojisi, rüzgâr türbinlerinden tıbbi implantlara kadar her boyutta ve geniş bir uygulama yelpazesinde kendisine yer bulmuştur ve şu anda ağırlıklı olarak otomotiv, havacılık ve sağlık hizmetlerinde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışma, 3D yazıcıların öncelikle işlevsel parçalar oluşturmak, birbirine geçen bileşen prototipleri, prototip kalıpları, metal döküm kalıpları, görsel yardımcılar, eğitim ve araştırma, mimari gösteri modelleri ve 3D yazıcılarla bileşen kombinasyonlarının doğrudan oluşturulması için kullanıldığını belirtmektedir. (Wallers ve Caffery, 2013).

3D yazıcıların geleneksel üretim teknikleriyle kıyaslandığında bazı avantajları şunlardır (Beyca vd., 2018: 220-221):

- Geleneksel eksiltmeli imalat tekniklerinde, parça üretilirken birçok ham madde azaltılmakta ve israf edilmektedir. 3D yazmada, parça üretmek için yalnızca yeterli miktarda ham madde kullanılır ve kalan parçalar ile başka nesneler üretilebilir. Bu nedenle atık oluşumu azalmaktadır.
- Geleneksel üretimde prototip üretmek günler hatta haftalar alabilirken, 3D teknolojisi çalışan bir prototipi saatler içinde üreterek zamandan tasarruf sağlamaktadır.
- Çoğu parçanın çeşitli montaj tesislerinde üretildiği geleneksel üretimde, çoklu üretim adımları ürünün genel kalitesini de etkilemektedir. 3D yazı ile üretilmesi gereken parçalar tek operasyonda üretilebilir. Bu, çalışanların ürün kalitesi üzerindeki etkisini ortadan kaldırmaktadır.
- Kompleks parçalar çok düşük kurulum maliyetleri ile üretilebildiği için özel tasarım ürünler kolaylıkla ve düşük maliyetle üretilebilir.
- Yazıcınız için yazılımla tasarlayabileceğiniz her şey anında gerçek olabilmektedir.
- Üretim tamamen otomatik olduğundan, çok az personel gerekir veya hiç personel gerekmez.

Toplu üretilen ürünlerin aksine, 3D ürünler kolayca kişiselleştirilebilir. Boyut, maliyet ve hız kısıtlamalarının kademeli olarak aşılması durumunda sensör içeren insan organları ve hücrelerinin üretilmesinin mümkün olacağına inanılmaktadır (Schwab, 2016: 13). Son zamanlarda, sıcaklık ve nem gibi çevresel koşullarla etkileşimli olarak kendi kendini değiştirebilen ürünler yaratmak için 4D teknolojisi üzerine araştırmalar

yapılmaktadır. Teknolojinin giyim ve ayakkabının yanı sıra vücuda uyum sağlayacak şekilde tasarlanan implant gibi sağlıkla ilgili ürünlerde kullanılacağı düşünülmektedir.

1.3.10 Siber Güvenlik

Teknolojinin gelişmesi günlük hayatı kolaylaştırırken diğer yandan güvenlik kaygıları da her geçen gün artmaktadır. Her şeyi internet üzerinden birbirine bağlamak, sistem verilerini bulutta tutmak ve bunlara ağ üzerinden erişmek için internet ağlarının sıklıkla kullanılması, Endüstri 4.0'ın önemli unsurlarından biri olan siber güvenlik ve gizlilik konusunu daha da kritik bir hale getirmektedir.

Son on yılda, belirli ülke ve şirketlere yönelik siber saldırılar artmıştır. Çünkü askeri sistemler, enerji, siber sistemler, sağlık ve trafik kontrolü, su kaynakları ve kişisel bilgileri içeren veri tabanları gibi çeşitli cihazlar saldırılara açık halde bulunmaktadır (Schwab, 2016: 74).

Endüstri 4.0 gelişimi çerçevesinde BİT'in hızlı büyümesinin neden olduğu sosyal sorunlardan birinin mahremiyet olduğu kabul edilmektedir. Bilgilerin paylaşılması ve izlenmesi, veriler üzerinde kullanıcı kontrolünün kaybı ve özel hayat bilgilerinin kolayca açığa çıkması mahremiyeti büyük ölçüde aşındırmıştır (Andersson & Mattsson, 2015; Morrar vd., 2017: 17). Örneğin 2015 yılında Almanya'daki sanayi şirketlerinin üçte ikisi siber saldırıya uğramış ve veri hırsızlığı, endüstriyel casusluk ve sabotaj girişimleri şeklinde gerçekleşen bu saldırılar şirketlerin başa çıkması gereken yeni sorunlar olarak ortaya çıkmıştır. Bu saldırıları gerçekleştirenlerin yüzde 16'sı rakip şirketler, yüzde 14'ü bilgisayar korsanları ve yüzde 6'sı Gizli Servisler iken en büyük tehlike ise şirketin kendi çalışanları olmuştur. Veri hırsızlığının %65'inden mevcut veya eski çalışanlar sorumludur (Efe ve Işık, 2020: 12).

Yeni üretim sistemleri, nesneler arasındaki bağlantıyı uzaktan yöneterek ilgili komutları iletebildikleri için normal veri sistemlerinden daha fazla risk altındadır. Sanal ve fiziksel sistemlere yapılan saldırılar ekipmanları, çalışanları ve şirketleri etkileyerek hasara neden olabilmektedir. Kritik veri sızıntısını önlemek ve üretim sistemlerini güvenli bir altyapıda tutmak için siber güvenlik araştırmaları yapılmaktadır (Khan, 2017: 4).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte tüm veriler bulut platformlarında saklanmakta, para transferi, satın alma gibi işlemler sanal olarak gerçekleştirilmekte ve dolayısıyla bu işlemler sırasında paylaşılan kişisel ve ticari bilgilerin saldırılara karşı korunması

gerekmektedir. Bu konuda geliştirilen en etkili çözümlerden birinin blockchain teknolojisi olduğuna inanılmaktadır. Özetle blockchain, verilerin birden fazla kopya oluşturarak birbirine bağlanmasını ve dijital dünyaya dağıtılmasını gerektiren bir kriptografi örneğidir ve bu verilerle herhangi bir işlem yapılması gerektiğinde, o işlemin tüm kopyaların onayını alması gerekmektedir. Günümüzde blockchain kripto para olarak adlandırılsa da bankalar, devlet kurumları, noterler gibi farklı alanlarda kullanılabilmektedir.

Blockchain teknolojisi kullanılmadan önce, veriler sanal ortamda tek bir yerde saklanıyordu. Bu durum, bir kez erişildikten sonra verilerin siber saldırılara maruz kalma riskini artırmaktadır. Bir blok zincirinde, tüm veriler önden arkaya bir veri bağlantısı aracılığıyla kaydedilmekte ve daha sonra çoğaltılarak dağıtılmaktadır (Usta ve Doğantekin, 24-31).

Standart savunma uygulamalarını benimsemek, eğitim sağlamak ve farkındalık yaratmak siber saldırıları önlemenin en etkili yollarındandır. Bu nedenle şirketler, şirketin savunmasını baltalamak için kötü amaçlı yazılım tarafından gönderilen istenmeyen postaları tespit edebilmeleri için çalışanlarını eğitmelidir. Bunun dışında güvenilir ve saygın bir antivirüs yazılımı da kurulmalı ve cihazlar için güvenlik güncellemeleri otomatik olarak yapılmalıdır. Bilinmeyen kaynaklardan gelen e-postalar açılmamalı, bilinmeyen kişilerden gelen davetler ve mesajlar silinmelidir. Uygulamalar ücretsiz web sitelerinden veya reklamlardan indirilmemelidir. Sanal satın almalar yalnızca ürün web siteleri gibi saygın web siteleri aracılığıyla yapılmalıdır. Şifre oluştururken karakter, rakam, büyük ve küçük harf kombinasyonu kullanılmalıdır. Kullanılan web tarayıcısının güncel olmasına dikkat edilmelidir. Güçlü saldırılara dayanıklı büyük şirketler tarafından sağlanan DNS hizmetlerinden yararlanılmalıdır (La Trobe University, 2020).

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ TARIŞMALAR VE İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

2.1 ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ TARTIŞMALAR

Küreselleşmenin de etkisiyle sermaye dolaşımının serbestleşmesi ve üretimin devri, üretimin emeğin ucuz, vergi avantajlarının olduğu, devletlerarası kalkınmanın kolay olduğu Çin ve diğer Uzak Doğu ülkelerine kaydırılmasına neden olmuştur. Geçmişte üretimin yön değiştirdiği bu ülkeler kendi ürünlerini geliştirmiş ve ürünlerini üreten diğer ülkelere rakip olmuşlardır. Almanya, başta Çin olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde yaşanan bu atılıma tepki olarak Yeni Sanayi Devrimi'nin adını duyurdu.

BİT, uzun süredir otomasyonun ve hatta üretimin ayrılmaz bir parçası olmuştur. On yıllardır tüm endüstrilerde sensörler ve çipler şeklinde kullanılmaktadır, ancak mevcut teknoloji sistemlerinin yetersizliği nedeniyle uygulaması sınırlı kalmıştır. Başka bir deyişle, bu teknolojiler potansiyellerini tam anlamıyla hayata geçirememiştir (Xu Da, 2011: 631). Bunun nedenleri ise, kurulu sistemin belirli bir üretim alanıyla sınırlı olması, yönetim ve üretim departmanları arasında sınırlı temas ve düşük derecede entegrasyon sağlamasıdır. Bu nedenle, teknolojik yenilik yoluyla yönetim ve üretim arasında entegrasyonu sağlayan, akıllı ve otonom operasyonlara izin veren daha geniş bir operasyonel perspektif gereklidir (Cheng vd., 2015: 408-410). Fatorachian ve Kazemi 2018'de yürüttükleri araştırmada , bu ihtiyacı karşılamak için kolaylaştırıcı teknolojileri üretim yapısına dahil eden Nesnelerin İnterneti ve CPS'nin ortaya çıkmasının yeni bir devrim anlamına geldiğini ve bu ihtiyaçların geleceğin temelini oluşturduğunu vurgulamaktadır (Fatorachian ve Kazemi, 2018: 634).

Endüstri 4.0'a teknolojik bir bakış açısıyla bakan Oesterreich ve Teuteberg, bu yeni endüstriyel paradigmayı dijital değer zincirlerinin oluşturulması, üretim yapılarının dijitalleştirilmesi ve otomasyonu ve üst düzey iletişim fırsatlarının etkisi olarak açıklamaktadır (Oesterreich ve Teuteberg, 2017). Endüstri 4.0 ile ilgili literatüre bakıldığında değer zinciri ile ilgili araştırmaların oldukça yoğun olduğu görülmektedir. Değer ağının yatay entegrasyonunu, üretim sistemi ağının dikey entegrasyonunu ve tüm

değer zincirinin tüm noktalarını uçtan uca bağlamanın dijital entegrasyonunu gerçekleştirmeye yönelik çalışmalar literatürde yoğun olarak bulunmaktadır.

Bazı ülkelerde başka isimleri de olan Endüstri 4.0'ın yeni bir devrim olup olmadığı konusunda uzun süredir çeşitli tartışmalar bulunmaktadır. Uluslararası literatürdeki gelecek öngörülerini incelediğimizde, Üçüncü Sanayi Devrimi'nin lokomotifi olarak otomasyon kavramının sıklıkla kullanılmasının bu tartışmaları haklı çıkaran argümanlardan biri olduğunu görüyoruz.

BİT, üretimde uzun süredir kullanılmaktadır. Endüstri 4.0, akıllı üretim veya akıllı fabrikalar gibi yeni üretim sistemlerini benimsemekte ve en önemli eleştirilerden biri BİT kullanımıyla ilgili olarak yürütülmektedir. Bazıları, günümüzün üretim sistemlerinde BİT'in yalnızca geliştirilmiş sürümlerini kullanmanın yeni bir devrim olmayacağını savunmaktadır. Ayrıca eleştiride dikkat çeken diğer detaylar arasında bugüne kadar yaşanan dönüşümlerin küçük olması ve daha önceki sanayi devrimlerinde gözlenen değişimlerin henüz gerçekleşmemiş olması yer almaktadır (Demir ve Cicibaş, 2017: 5-6).

Sachsenmeier, 2016 yılında yaptığı çalışmasında Endüstri 4.0'ın tanımının eksik olduğuna ve Endüstri 4.0'ın kendi uygulama alanlarını bulabilmesi için bu boşlukların doldurulması gerektiğine dikkat çekmiş ve eserlerinde bu tanımlamaların ve uygulamaların doğru bir şekilde nasıl yapılacağından bahsetmiştir. Orijinal tanımın sınırlı bir alanda doğduğunu ve daha sonra politika, akademi, danışmanlık ve iş yönetimi gibi paydaşlar tarafından genişletildiğini vurgulamaktadır. Ancak bugün, iş dünyasının ve toplumun bu tanımları henüz kanıksamadığını ve bunun sonucunda Endüstri 4.0'a karşı kamuoyunda bir ilgisizlik olduğunu iddia etmektedir (Sachsenmeier, 2016). Endüstri 4.0 araştırmasına genel olarak baktığımızda, tanımın farkındalık düzeyini ölçmenin ve devrimin olası etkisini tahmin etmenin merkezde yer aldığını görüyoruz. Dolayısıyla, Sachsenmeier'in eleştirisini haklı çıkaracak düzeyde bazı nedenler bulunmaktadır.

Demirbağ ve Yıldırım, Endüstri 4.0'a literatür ve tematik açıdan bakan bir çalışma yürütmüşlerdir. 2018 yılında yapılan bu çalışmada yeni devrimin temeli eğitim, teknoloji, yönetim vb. ana konuları ve alt dallarını içermektedir. Çalışmanın sonunda Endüstri 4.0'ın henüz çok genç olduğu ve iş modellerinin dönüştürülmesi ve endüstriyel süreçlerin iyileştirilmesi için yeni teknolojilerin kullanılması konusunda çalışmaların

çoğunun yapıldığı ifade edilmektedir. Ayrıca çoğu çalışmanın vaka çalışmaları gibi nitel yöntemlere odaklandığı ve nadiren deneysel yöntemler kullandığı ve bu durumun alanın çok yeni olmasında kaynaklandığı iddia edilmekledir (Demirdağ ve Yıldırım, 2018).

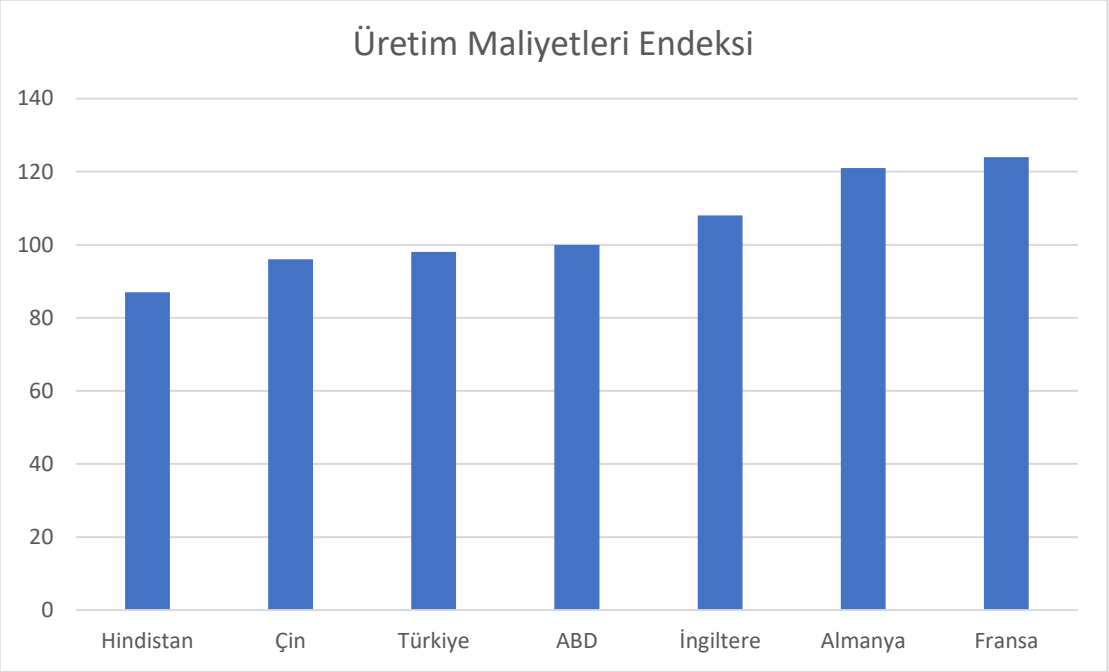
Piccarozzi ve arkadaşları 2018 yılında yaptıkları araştırmalarında dönüşümü oldukça zor olan Endüstri 4.0'ın birden çok disiplinin kesiştiği ve birbirini etkilediği bir tema olduğunu belirtmişlerdir. Endüstri 4.0'ın yönetim ve işletme yönlerini özel olarak incelemenin çok zor olduğunun ifade edildiği çalışmada, buna katkıda bulunan faktörlerin, teknik mühendislik, BİT veya sürdürülebilir kalkınma alanlarındaki araştırma yoğunluğu olduğu vurgulanmaktadır. Bir yandan, konunun zenginliği göz önüne alındığında bu anlaşılabilir görünmekte, öte yandan ise Dördüncü Sanayi Devrimi'nin birçok yönünün ilgili şirketler tarafından tam olarak araştırılmadığı veya hiç araştırılmadığı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0'ın henüz yeni bir araştırma konusu olduğu, dolayısıyla çeşitli disiplinlerin sınırlarının henüz belirlenmediği belirtilmektedir. Endüstri 4.0'ın şirketlerin değer yaratması, rekabet gücü kazanması, başarıya ulaşması, stratejiler geliştirmesi ve tüm bunları hayata geçirmesi için başlangıç noktası olduğunun vurgulanması gerekmektedir. Almanya'da ve Endüstri 4.0'ın itici sektörlerinden biri olan otomotiv endüstrisinde, yeni devrimle ilgili deneysel çalışmaların sadece üç ülkede küçük bir örneklemle yapıldığını belirtmekte fayda vardır (Piccarozzi vd., 2018: 16). -20).

Yang ve Gu araştırmalarında Endüstri 4.0'ın henüz emekleme döneminde olduğunu ve birçok teknik unsuru entegre etmeye çalıştığını, adının ilk duyulduğu andan itibaren birbiri ardına yeni kavramların ortaya çıktığını ve Endüstri 4.0'ın bugüne kadar hiç gelişmediğini vurgulamaktadırlar. Bu konuda tek teknik standart, her ülkenin kendi versiyonlarının bulunmasıdır. Ayrıca ülke pazarlarının ve sektörlerinin birbirinden farklı olmasının, Endüstri 4.0 yaklaşımlarının bu kadar çeşitli olmasının ana nedenlerinden biri olduğunu belirtmektedir. Örneğin Almanya'daki tamamen otonom ve internet tabanlı akıllı fabrikalar, Endüstri 4.0'ın temelini ifade etmektedir. Öte yandan Avrupa Birliği'nin hedefi ise bu devrime bütünsel olarak yanıt vererek çeşitli alanlarda akıllı teknolojiler geliştirmektir. Önceki üç sanayi devriminden farklı olarak, bu sanayi devriminin nasıl şekilleneceği konusunda önemli düzeyde farklılıklar vardır (Yang ve Gu, 2021: 2).

2.1.1 Neden Endüstri 4.0'a Ulaşılmaya Çalışılıyor?

Her ürünün üretim maliyeti vardır. Hammadde, emek, sermaye ve işletme ile üretimde maliyetler üretim faktörlerine göre belirlenir. Mart 2016'da TÜSİAD ve BCG ortaklaşa "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Endüstri 4.0 Gelişen Ekonomik Perspektif" başlıklı bir rapor yayınlayarak BCG'nin işgücü ücretleri, verimlilik ve enerji maliyetleri Endeksi ve döviz kurunu dikkate alarak küresel "üretim maliyet endeksi"ni oluşturdu. Endekste seçilen ülkelerin birim maliyeti aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (TÜSİAD, 2016: 33).

Grafik 1 - Üretim Maliyeti Endeksi



Kaynak: TÜSİAD, **Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi,** İstanbul, Sis Matbaacılık, 2016, s.33.

Yukarıda görüldüğü gibi Hindistan'da birim maliyet 87, Çin'de birim maliyet 96'dır. Türkiye ise 98 birim ile Çin'den 2 adet daha fazla üretim maliyetine sahiptir. Adını Endüstri 4.0 devriminden alan Almanya'da bir birim maliyet 121 adet iken Amerika Birleşik Devletleri'nde 100'dür. Görüldüğü gibi en pahalı üretim 124 adetle Fransa'da gerçekleştirilmektedir. Gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde üretim endeksinin düşük olması nedeniyle gelişmiş ülkeler yatırımlarını bu ülkelere kaydırarak üretim

maliyetlerini düşürmeye çalışmaktadır. Çin, uzun yıllardır bu yönlendirilmiş ürün konsantrasyonu ülkelerinin ön saflarında yer almaktadır.

Çin'e rekabet gücü konusunda ona rakip olmak isteyen gelişmiş ülkelerden biri olan Almanya, başta endüstriyel alan olmak üzere çeşitli üretim alanlarındaki tüm teknolojileri seferber eden Endüstri 4.0 kavramını önermiştir. Üretim maliyet endeksini artıran önemli bir unsurun işçilik olması nedeniyle, emeğin üretimdeki payı azaltılarak veya ortadan kaldırılarak ülkenin Endüstri 4.0 dönüşümünde öncü olması planlanmaktadır. Üretimi bırakan çalışanların yakında doğacak bilgi yoğun işlere yönlendirileceği öngörülmektedir.

Bir ülkenin teknolojik gücü, geleceğini şekillendirmede önemli bir rol oynar. Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Japonya ve diğer ülkeler hızla gelişmekte olup bu ülkeler ucuz işgücüne sahip olmakla kalmayıp, üretim teknolojisi açısından da gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşmış durumdadırlar. Türkiye ise bu ileri teknolojileri başka ülkelerden satın almakta ve bulunduğu konuma göre üretim sistemine entegre etmektedir (Eğilmez, 2017).

2.2 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜ PİYASASININ DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ

Teknolojik gelişime yapılan doğru yatırımlar, gelecekte başarılı projelerin hayata geçirileceğinin göstergesidir. Bu amaçla girişimciler, büyük ölçekli teknolojik dönüşümü gerçekleştirmek için finansal kaynakları verimliliği artırmak için kullanmaktadır. Bu nedenle yeni teknolojiler daha yüksek katma değere sahiptir ve maliyetleri düşürerek verimliliğin artmasına yardımcı olmaktadır.

Üçüncü sanayi devrimi tarafından yönlendirilen Endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyalar arasındaki çizgileri bulanıklaştırıp teknolojileri birleştirerek birçok işin doğasını değiştirmiş ve onu yeniden icat etmiştir. Hawksworth, araştırmasında Endüstri 4.0'ın üç farklı aşamaya ayrılabileceğine dikkat çekmektedir. İlk aşama, 2020'lerin başlarını içeren algoritmik dalgadır. Finans ve BİT gibi alanlarda basit bilgi işlem görevlerini otomatikleştirmeye ve yapılandırılmış verileri analiz etmeye odaklanmaktadır. İkinci aşama, bugüne kadar devam eden yükselen dalgaydı. Bu aşamanın 2020'lerin sonuna kadar pazarı tamamen ele geçirmesi beklenmekte olup bu süreç dronlar ve robotlar gibi kısmen kontrol edilen alanlardaki yapılandırılmamış verilerin yanı sıra form doldurma,

iletişim kurma ve bilgi alışverişi gibi tekrarlayan görevleri içermektedir. Son aşama otonom dalgadır. Manuel işlerin ve çalışanların faaliyetlerinin otomasyona dayanamayacağı ve 2030'larda otonom dalganın piyasayı ele geçireceği iddia edilmektedir. Bu aşamada hangi sektör olursa olsun müdahale ve problem çözme gerektiren işlerin bile yerini makineler ve robotların alacağına inanılmaktadır (Hawksworth, 2018: 14).

Endüstri 4.0'ın ilk birkaç yılda işgücü piyasası üzerinde çok fazla bir etkisinin olmayacağı düşünülmektedir. Otomasyon ve robotlaşma yaygın olarak işler için bir tehdit olarak görülse de makine ve robotik yeteneklerle ilgili yeni görevlerin ortaya çıktığı bilinmektedir. Öte yandan, bu cihazlar insan becerilerini tam olarak taklit edememektedir. Ülkeler teknolojik yeniliklere yatırımlarını artırdıkça, işgücü talebinin önümüzdeki birkaç yıl içinde artması beklenmektedir. Araştırmalar, yeni mesleklerin sayısının yanı sıra işlerin otomasyonunun da artacağını göstermektedir. Massachusetts Institute of Technology tarafından yürütülen bir araştırma, Covid-19 gibi kriz durumlarında bile otomasyon ve yapay zeka uygulamalarının artan rolünün işgücü piyasasında yeni fırsatlar yarattığını vurgulamaktadır (Szostak vd., 2020: 2). İşgücü piyasasında beklenen değişimler şu şekilde özetlenebilir:

- Vasıfsız işgücü talebinin azalması,
- Nitelikli iş gücüne ve dijital becerilere olan talebin artması,
- Çalışma koşullarındaki değişikliklere hızlı cevap verebilecek esnek yapıların ortaya çıkması,
- Sosyal yapılardaki değişiklikler,
- Robotları destekleyen iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları,
- Risk önlemeyi güçlendirmek için tehlikeli işleri robotlara emanet etmek,
- İnsan-makine ve insan-makine iş birliğini geliştirmek,
- Çalışma koşullarını iyileştirmek,
- Çalışma saatlerini azaltarak iş-yaşam dengesini iyileştirmek,
- İnsan- bulut platformu sayesinde serbest çalışanların sayısını artırmak,
- Vasıfsız işçi ücretlerin düşmesi ve vasıflı işçi ücretlerinin yükselmesi.

Yukarıda belirtilen değişimlerin sadece sanayi yapısının tamamlandığı ülkelerde değil, gelişmekte olan ve sanayileşmiş ülkelerde de gerçekleşeceği düşünülmektedir. Yetersiz ve vasıfsız emek-yoğun işgücü ile yasal altyapı eksikliğinden kaynaklanan düşük işçilik

ve üretim maliyetleri, sanayi öncesi gelişmekte olan ülkelerin ortak özellikleridir. Aynı zamanda bu ülkelerdeki eğitim sistemleri nitelikli iş gücü yetiştirmede yetersiz kalmaktadır. Sonuç olarak, bu ülkelerin ekonomik sistemlerini hızlı bir şekilde dönüştürmeleri ve katma değeri yüksek ürünler elde etmeleri zordur. Endüstri 4.0 üretim biçimini daha da değiştireceği için az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde kitlesel işsizlik yaşanabileceği iddia edilmektedir. Bu nedenle az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere sanayileşmiş ülkelerle rekabet edebilmeleri için yüksek kaliteli, düşük maliyetli ve kişiselleştirilmiş ürünler üretme yeteneklerini artırmaları önerilmektedir (Coulter, 2019: 599).

Graetz ve Michael, endüstriyel robot kullanımının üretkenlik, istihdam ve çalışılan saatler üzerindeki etkisini anlamak için 2015 yılında bir araştırma yapmıştır. 1993 ve 2007 yılları arasında, seçilmiş 17 gelişmiş ülkede endüstriyel robotların kullanımı %150'den fazla artarak üretkenliği, katma değeri ve ücretleri artırmış ve bu sonucuna göre BİT üreten sektörlerin verimliliğinin, BİT kullanan sektörlere göre daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Sonuç, teknolojik gelişmenin istihdam üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, bunun yerine düşük ve orta vasıflı işçilerin istihdamını azaltan bir yönde ilerlediğidir. Robotların gelişim yönünün daha çok hizmet sektörüne yönelik olduğu ve popüler alanların arasında medikal robotlar, fabrika lojistik sistemleri ve dronların yer aldığı ifade edilmektedir. Ayrıca, artan robot kullanımının verimlilik darboğazı oluşturduğu ve uzun vadede marjinal getirileri azalttığı iddia edilmektedir. Artan robot kullanımının özellikle düşük ve orta vasıflı işçiler için olumsuz sonuçlara yol açabileceğinin vurgulanması gerekmektedir. Çalışılan saat üzerindeki etkiye bakıldığında, yüksek vasıflı işçilerin çalışma saatlerinin etkilenmediği, düşük ve orta vasıflı işçilerin çalışma saatlerinin ise azaldığı görülmektedir (Graetz & Michaels, 2015). Çalışmanın Almanya gibi dijital olgunluk endeksi 3-4 arasında olan ülkeleri kapsadığı için Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin durumunu tam olarak yansıtmadığı belirtilmelidir. Gelişmekte olan ülkelerin düşük ve orta vasıflı işçileri istihdam etmesi, robot kullanımının artması durumunda istihdam üzerindeki etkisinin gelişmiş ülkelere göre daha fazla olacağını düşündürmektedir.

2.2.1 İstihdam ve İşsizlik

Endüstri 4.0, toplumun emek-yoğun işlerden bilgi-yoğun işlere dönüşümünü hızlandırmaktadır. Bunun sonucunda da yeni mesleklerin ortaya çıkacağı

düşünülmektedir. Ancak bu geçişte teknolojik işsizlik olup olmayacağı konusunda bazı anlaşmazlıklar vardır. Bu soruya ilişkin olarak birinci görüş işsizlik olacağı, ikinci görüş geçici işsizlik olacağı ve son görüş ise işsizlik olmayacağı yönündedir. En çok kabul gören görüş söz konusu iş kayıplarının geçici olacağı yönündedir. Daha önceki sanayi devrimlerinde işsizliğin geçici olduğu ve belli bir süre sonra işgücünün yeni mesleklere yöneleceği söylenmektedir. Öte yandan, yeni mesleklere adaptasyon bir gecede olmuyor ve insanların bu mesleklerde farkındalık ve eğitim geliştirmesi zaman alıyor.

Endüstri 4.0'ın genel olarak maliyetleri azaltıcı yönünden dolayı ve otomasyonu zor olan işler için işgücü talebini artıracağına inanılmaktadır (Acemoğlu ve Restrepo, 2016: 13). Özellikle otomasyon, bazı işlerin robotlarla yapılmasının çalışanlardan daha ucuz olmasına neden olarak sermayenin emeğin yerini almasına neden olmaktadır. Bu da üretim süreçleri otomasyona dayalı olan mal ve hizmetlerin fiyatlarını düşürerek hane halkını zenginleştirmekte, aynı sektördeki tüm mal ve hizmetlere olan talebi ve işgücü talebini artırmaktadır. Bu bağlamda, banka memuru istihdamı ile ATM makineleri arasındaki etkileşimi düşünelim. ATM'ler, hızla yaygınlaşan ve daha önce emekle yapılan işleri daha pahalı hale getiren otomasyon teknolojisinin en görünür örneklerinden biridir. Bu teknolojinin bir sonucu olarak banka maliyetleri düşmüş ve bankalar daha fazla şube açmaya başlamış, böylece diğer otomatik olmayan pozisyonlarda banka çalışanlarına olan talep artmıştır (Bessen, 2015: 105-109).

Artan üretkenlik, daha yüksek gerçek gelirlere sebep olmakta bu da hem otomatik hem de otomatik olmayan ürünler için daha yüksek talebe yol açmaktadır. Dolayısıyla otomasyonun olmadığı sektörlerde oluşacak işgücü talebi, otomasyonun işgücü talebi üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmaktadır. Bunun bir örneği, ABD ekonomisinin ve birçok Avrupa ülkesinin ekonomisinin tarımsal mekanizasyona adaptasyonudur. Makineleşmeyle birlikte gıda fiyatları düşmüş ve bu da çiftlik ürünleri dışında mallara ihtiyaç duyan tüketicilerin zenginleşmesine sebep olmuştur. İlk aşamada, makineleşme süreci nedeniyle işini kaybeden birçok işçi için iş sahası yaratılmıştır (Acemoğlu ve Restrepo, 2018: 7).

İşin doğası büyük ölçüde emek yoğun istihdamdan yüksek performanslı akıllı robotlara ve yapay zeka teknolojisi kontrolüne doğru bir geçiş yaşamaktadır. Daha düşük beceri düzeyine sahip çalışanlar, bu değişime uygun olarak yeniden eğitilmedikleri takdirde, bu teknolojiler tarafından yerinden edilme riskiyle karşı karşıya kalacaklardır. Öte

yandan, Endüstri 4.0 gelişmelerine uyum sağlayabilen çalışanlar farklı, ilgi çekici işlere geçebilir veya daha az talepkar işler bulabilirler. Bu dönemde, işverenlerin teknik ve BİT becerileri ile yaratıcılık ve karar verme becerilerine sahip çalışanlara ihtiyacı vardır.

Sümer tarafından 2018 yılında yapılan bir araştırma, Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Analiz, rutin çalışma biçimlerine sahip oldukça öngörülebilir mesleklerin yerini yeni teknolojiler alacağından, eninde sonunda kitlesel işsizlik olacağı sonucuna ortaya koymaktadır. Eğitim ve/veya beceri düzeyi yüksek olması nedeniyle yeni teknolojilerden olumsuz etkilenmeyen meslekler ise yasa koyucular, üst düzey yönetici ve yöneticiler, meslek sahipleri, vasıflı tarım işçileri ve sanatkârlar olarak sıralanmaktadır. Ancak teknisyenler, yardımcı profesyoneller, katipler, servis çalışanları, mağaza ve market satış görevlileri, makine operatörleri ve montajcılar, gerçekleştirdikleri öngörülebilir işler nedeniyle kolayca yeni teknolojilerle değiştirilmektedir. Öte yandan, bu meslekler öngörülemeyen yüz yüze görevler gerektirdiğinden, yeni teknolojilerin sağlık meslek mensubu yardımcılarının, işletme ve idari yardımcı meslek mensuplarının, hukuk, sosyal, kültürel ve ilgili meslek yardımcılarının yerini alamayacağına işaret edilmiştir (Sümer, 2018).

2020 yılına kadar AB ülkelerinin işgücü piyasasının yaklaşık 825.000 BİT uzmanına ihtiyaç duyacağı ve bu talebin ağırlıklı olarak büyük veri analistleri ve ağ güvenliği uzmanlarına odaklanacağı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda genç nüfusta işin dijitalleşmesi konusunda farkındalığın artırılması gerektiğine inanılmaktadır. Almanya'da yapılan bir araştırma, dijital teknolojilerin BİT alanında en iyi iş fırsatlarını sunmasına rağmen gençlerin sadece %13'ünün bu yönde kariyer yapmak istediğini göstermiştir (Davies, 2015: 6).

Dijital teknolojiler yeni yetenekler gerektirdiğinden, dönüşüm sırasında ortaya çıkan bir başka zorluk da bunlarla başa çıkmak için uygun eğitimli personeli işe almaktır. Bu anlamda Z kuşağı diğer kuşaklara göre teknolojiye daha entegre olduğu için bu kuşağı dijital işlere yönlendirmek daha kolay görülmektedir. Dijital teknolojileri benimseyen şirketler, onları anlayan insanlara ihtiyaç duymakta ve sosyal medya yönetiminden BİT sektörüne kadar, dijital dönüşüm iş gücü becerilerinde bir değişiklik gerekmektedir.

Teknolojik gelişmeler, sürekli değişimler ve artan talepler, küresel anlamda tüketimin artmasına neden olmuştur. Çünkü bu büyümenin daha çok hizmet sektörü odaklı gerçekleşmiş olup kültürel ve sportif faaliyetler, yaşlı bakımı, sağlık hizmetleri,

danışmanlık vb. son yıllarda iş imkanlarının hızla artması ekonomiyi hizmet sektörü yönünde geliştirmeye yöneltmiştir. Ancak akıllı robotlar, yapay zeka ve dijital teknoloji işsizliğe yol açmakta, Türkiye'deki mesleklerin sadece %2'si otomatikleşirken, bu mesleklerdeki işlerin yaklaşık %60'ı otomasyon riski altında bulunmaktadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi, veri girişi, veri toplama ve veri işleme gibi emek yoğun ve öngörülebilir meslekler otomasyonla karşı karşıyadır. Öte yandan, sosyal etkileşim içeren ve yönetim ve uzmanlık gerektiren işlerin daha az otomasyona uğrayacağı tahmin edilmektedir. McKinsey'in 2020 yılında bugünkü verilere dayalı analizine göre, 2030 yılında Türkiye'de istihdam edilen kişi sayısının yaklaşık 33,3 milyon olacağı tahmin edilmektedir. Otomasyon ve yapay zeka uygulamalarının etkisiyle 2030 yılına kadar 7,6 milyon işin kaybedilebileceği tahmin edilmekte ve Türkiye işgücü piyasasının 2030 yılına kadar otomasyon ve yapay zeka uygulamalarının da etkisinden yararlanarak 8,9 milyon yeni istihdam yaratması beklenmektedir. Bu istihdam yaratımlarına ek olarak, sürdürülebilir enerji uzmanları, yapay zeka özellikli sağlık uzmanları ve dijital hizmet tasarımcıları gibi bugün var olmadığı düşünülen meslekler ortaya çıkarak toplam 1,8 milyon yeni iş yaratılacaktır (Singh vd, 2020, 4-5.). Araştırmalar, insanların Endüstri 4.0'ın yarattığı işlerin kaybettikleri işlerden çok daha ağır basacağı bir gelecekle karşı karşıya kalacağını göstermektedir.

Dolayısıyla Endüstri 4.0 dönüşümü çerçevesinde Türkiye'deki mevcut duruma göre ülkedeki otomasyon oranının %20-25 olması ve buna bağlı olarak istihdam edilen kişi sayısının 2030'da 36,4 milyona çıkması beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın 2030'a kadar 3,1 milyon ek iş yaratması, bunun yanında 21,6 milyon işçinin ise mevcut işlerinde çalışmaya devam ederken, teknik becerilerini geliştirmeye ihtiyaçları olduğu belirtilmiştir. İstihdamın sektörel dağılımına bakıldığında en yüksek istihdam artışının %30 ile perakende, %40 ile sağlık hizmetleri ve gıda ve %20 ile konaklama sektöründe olması beklenmektedir (Singh, Alok vd., 2020, 6).

Türkiye'de Endüstri 4.0'da işsizlikle ilgili en büyük sorunlardan biri genç işsizliğidir. TÜİK verileri, ülkedeki genç işsizlik oranının yükselişte olduğunu göstermektedir. Genç işsizlik oranı 2010'da %21,7, 2015'te %18,5 ve 2019'da %25,4 oldu. 2020 yılında Covid-19'un etkisiyle bu oran %24,9'a yükselmiştir. (Şahin, 2021). Türkiye'nin genç işsizliği oranı AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında, genç işsizliği konusunda çok zor durumda olan Türkiye'nin, teknik önlemler alınmadığı takdirde önümüzdeki günlerde sorunun daha da derinleşeceği öngörülmektedir.

McKinsey tarafından, otomasyonun işgücü piyasası geçişlerindeki işler üzerindeki etkisi üzerine 2017'de yapılan ayrı bir çalışmada, Almanya'nın otomasyon potansiyelinin 2030 yılına kadar yaklaşık yüzde 25 olduğu tahmin edilmekte ve yüksek yoğunluklu bir geçiş yaşanması durumunda ise, bu oran yüzde 47'ye yükselmektedir. Dönem içinde, ılımlı senaryoda 9 milyon işin kaybedileceği ve 10 milyon işin ise ortaya çıkacağı iddia edilmektedir. Profesyonel hizmetler, avukatlar, yöneticiler, tıbbi hizmetler, BİT uzmanları ve perakende satış müdürleri gibi mesleklerde istihdamın artacağı, yemek servisi çalışanları, ofis destek çalışanları ve şoförler gibi daha öngörülebilir mesleklerde istihdamın ise azalacağı vurgulanmaktadır. İş gücünde meslek grupları arasındaki geçişlerin 2030 yılına kadar %32'ye kadar çıkacağı tahmin edilmektedir (Manyika, James, vd., 2017b: 94-95).

Endüstri 4.0 dönüşümünde, akıllı ve üretken yeni teknolojilerin yüksek üretkenliğe sahip çalışanların yerini alacağı ve dolayısıyla işgücü piyasasını olumsuz etkileyeceği savunulmaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 157). Öte yandan, işgücüne yönelik gerçek tehlikenin bu tür yüksek üretkenlik teknolojilerinden değil, endüstrinin henüz denemediği ve içselleştirmediği, işgücü hareketliliğine yol açacak şekilde otomatikleşen teknolojilerden gelebileceği de tartışılan görüşler arasındadır (Acemoğlu ve Restre Wave, 2018: 7).

Acemoğlu ve Restrepo tarafından 2017 yılında yapılan bir araştırma, otomasyon, robotik ve yapay zeka gibi teknolojik yeniliklerin insan emeğinin yerini nasıl alabileceği ve bunun neden istihdamda düşüşe ve ücretlerin durgunlaşmasına yol açıp açmayacağına dair kavramsal bir çerçeve geliştirilmiştir. Bu çalışma teknolojik yeniliği, emeğin görevleri tam olarak yerine getirmeden önce üstlendiği görevleri devralan veya görevleri yerine getirirken emeği tamamlayan bir araç olarak tanımlamaktadır. İşgücü arzı esnek olduğunda, otomasyonun istihdamı azaltma eğiliminde olduğu, yeni görevlerin ise istihdamı artırdığı ileri sürülmüştür. Uzun vadede teknoloji emeğe göre ne kadar ucuz hale gelirse, teknolojinin o kadar çok kullanılacağı ve emeğin gereksiz hale geleceği vurgulanmaktadır. Öte yandan oran çok yüksek olmadığı taktirde teknoloji kullanımı ile istihdamın artacağı söylenmektedir. Aşırı otomasyona karşı önyargının nedeninin, şirketlerin otomasyon kararlarını düşük fırsat maliyetlerinden ziyade ücret oranlarına dayalı olarak almaları olduğuna işaret edilmektedir. Ayrıca, yetenek düzeyi daha yüksek olan bir işgücünün, yetenek düzeyi daha düşük olan bir işgücüne göre yeni görevlerde daha şanslı olduğu söylenmekte ve istihdam artabilmekte, bu da iki düzey

arasında bir dengesizliğe yol açmaktadır. Ancak belli bir süre sonra bu yeni görevlerin standardize edilerek düşük vasıflı işgücü ile yapılabileceği, bu normalleşme oranına göre iki seviye arasındaki dengesizliğin aynı kalacağı ve büyümenin daha da artacağı iddia edilmektedir. (Acemoğlu ve Restrepo, 2017). Acemoğlu ve Restrepo tarafından yapılan bu çalışma, genel bir tablo sunmuş ve sektörler arası değişiklikleri temel almamıştır. Günümüzde teknoloji bazı alanlarda daha yoğun kullanılırken bazı alanlarda daha az kullanılmaktadır. Teknoloji yoğun endüstrilerde işgücü hareketliliği düşük olduğundan, her yeni teknolojinin geliştirilmesinin istihdam oranlarını önemli ölçüde etkileyip etkilemediği tartışmalı görünmektedir. Ayrıca işlerin otomasyon düzeyinde de farklılıklar vardır ki bu da işçilik maliyetlerini etkileyen önemli bir faktördür.

Özsoy tarafından 2018 yılında yapılan bir çalışmada, güncel Endüstri 4.0 araştırma bulgularına dayalı olarak dönüşümün istihdam üzerindeki etkisine ilişkin hem iyimser hem de kötümser görüşlerin yer aldığı bir literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca araştırma, Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkisini azaltmak için politika önerileri içermektedir. Araştırmalar, iyimser görüşlerin karamsar görüşlere göre daha yaygın olduğunu göstermekte ve iyimserlerin genel olarak iş alanı geliştikçe istihdam olanaklarının ve teknoloji ile karlılığın artacağını, bu durumun yapay zekanın ve robotiklerin gelecekteki gelişimde önemli rol oynayacağını iddia ettiklerini vurgulamaktadır. İyimserler, geliştirilen tüm teknolojilerin işgücü yerine geçen teknolojiler olmadığını, yalnızca teknolojinin yerine geçemeyecek işlerde tamamlayıcı rol üstlendiklerini ve bu tamamlayıcı teknolojilerin daha fazla iş gücü gerektirebileceğini vurgulamışlardır. Raporda ayrıca teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişen koşulların yeni istihdam olanakları yarattığı belirtilmektedir. Örneğin, sosyal medya ve akıllı telefonlardaki uygulama mağazaları bu duruma örnek olarak verilebilir. Karamsar bir görüş ise hızlı teknolojik gelişme ve düşük teknoloji fiyatları nedeniyle sermayenin beklenenden daha fazla emeğin yerini alacağını savunmaktadır. Yapay zekâ ve robotiğin işgücünün yerini alacağı işlerin büyük çoğunluğunu kapsayan düşük ve orta vasıflı işgücü tarafından gerçekleştirileceği ve bu nedenle olumsuz etki yaratacağı belirtilmektedir. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki ucuz işgücü çekiciliğinin teknolojik gelişme ile ortadan kaldırılabileceği vurgulanmaktadır (Özsoy, 2018).

2.2.2 Esnek İstihdam

Endüstri 4.0'ın işler ve iş gücü üzerindeki olası etkisine bakıldığında incelenmesi gereken en önemli konulardan biri işgücü piyasası esnekliğidir. İstihdam yapıları, çalışma biçimleri, üretim yöntemleri ve rekabet koşulları teknoloji geliştikçe hızla değişmektedir. Bu değişikliğe uyum sağlamak için, tüm bileşenlerin sert olmaması ve çok az çaba ve maliyetle yeniden düzenlenebilmesi önemlidir.

Parlak ve Özdemir'in 2011 yılında yaptıkları bir araştırmaya göre esneklik, üçüncü sanayi devriminde en çok tartışılan kavramlardan biri olmakla birlikte kavramın tam olarak neyi aktarmaya çalıştığı konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Genel olarak Türkiye'de esneklik istihdam ilişkisinde esneklik, çalışma sürecinde esneklik (fonksiyonel esneklik olarak da bilinir) ve çalışma saatlerinde esneklik olmak üzere üç farklı türe ayrılır. Belirli süreli çalışma, yarı zamanlı çalışma, geçici çalışma, taşeronluk, evden çalışma vb., atipik istihdam olarak da bilinen esnek istihdam türleridir ve esnek istihdam ilişkileri kategorisine aittir. Yoğunlaştırılmış çalışma haftaları, iş paylaşımı, yıllık hesaplanan çalışma saatleri, esnek ve vardiyalı çalışma saatleri, çağrı üzerine çalışma ve sıfır saatli sözleşmeler, vardiyalı çalışma, esnek emeklilik ve fazla mesai çalışma saatlerinde esneklik türleridir (Parlak ve Özdemir, 2011 yıl): 3-49). Tüm dünyada olduğu gibi, bugün Türkiye'de de belirli süreli istihdam en popüler esnek istihdam türüdür. Belirli süreli istihdamın ardından ise kısmi süreli istihdam gelmektedir.

Firmalar zamanla süreklilik arz etmeyen ihtiyaçlarını karşılamak için süresiz çalışan insanları işe almak yerine, gerektiğinde bunu dışarıdan temin ederek maliyetleri düşürmeye çalışmaktadır. Bu nedenle, kendi hesabına çalışanlar, işveren tarafından karşılanan sağlık sigortası, haftalık tatil ve asgari ücret gibi herhangi bir sosyal güvence olmaksızın bağımlı işçi olarak çalışmak durumunda kalmaktadır.

Serbest çalışanlar tarafından gerçekleştirilen işlerin dağılımına bakıldığında, işlerin yaklaşık %45'ini bilgisayar programlama, BİT çözümleri, pazarlama ve danışmanlık gibi hizmetler, %30'unu düşük vasıflı işler ve %25'ini ise ürün satış işleri oluşturmaktadır. İş piyasasına bakıldığında, 2019 yılında sanat ve tasarım sektöründe çalışanların %75'i ve eğlence sektöründe çalışanların %55'i serbest meslek sahibiydi (Stefan, 2020). Endüstri 4.0'ın etkisi altında, düşük vasıflı işlerde çalışanlar ve serbest çalışanların çoğu, farklı alanlarda uzmanlaşmak için işlerini değiştirerek önümüzdeki

birkaç yıl içinde otomasyonla yüzleşmek zorunda kalacaklardır. Benzer bir durum, şu anda bilgi yoğun olarak kabul edilen otomatikleştirilmesi muhtemel olan ancak yeni sistemde var olması beklenen kodlama ve veri girişi gibi işler ve otomasyona duyarlı sektörlerde pazarlama danışmanlığı için de geçerlidir.

Teknolojik değişimlerin esnek istihdam türleri üzerindeki en büyük etkilerinden biri uzaktan çalışmadır. Uzaktan çalışma, operatörlerin ve uzaktan çalışmanın ötesine geçse de günümüzde çoğunlukla evde (home office) yapılmaktadır (Parlak ve Özdemir, 2011: 26). Dijital ortam, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki yenilikler sayesinde çalışanların iş yerine gelmelerine gerek kalmadan bilgi yoğun işlerini istedikleri yerde yapmalarına olanak sağlamaktadır. Bugün bile aynı ülkede bulunmadan farklı ülkelerdeki işletmelerle işçi-işveren ilişkisi kurmak mümkündür.

2020 yılında meydana gelen Covid-19 salgınının ortasında, uzaktan çalışma, işletmelerin hizmet sunmaya devam etmesine yardımcı olmada önemli bir rol oynamıştır. Sektöre ve işe göre değişmekle birlikte, küresel olarak uzaktan çalışma dostu işlerde çalışanlar evden çalışmaya devam etmiştir. Hatta Koç Holding, pandemiden bağımsız olarak 35 bin çalışanını evden çalıştırmaya devam edeceğini ve kalıcı olarak uzaktan çalışacağını ifade etmiştir (Koç Bayi, 2020: 20).

2020 yılında Dingle ve Neiman, Covid-19 pandemisinin etkisi ile endüstriyel ilişkilerde daha tartışmalı hale gelen uzaktan çalışma için hangi işlerin daha uygun olduğuna ve hangi ülkelerde daha fazla yapılabileceğini incelemek için bir çalışma yaptı. Araştırma, ülkenin satın alma gücü ile insanların gelir düzeyleri ve evden yapılabilecek iş oranı arasında net pozitif bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu pozitif korelasyonla bağlantılı olarak, Meksika ve Türkiye'deki işlerin %25'inden azı uzaktan çalışma için uygunken, İsveç, Almanya, ABD ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde işlerin %40'ından fazlası uzaktan çalışma için uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Eğitim hizmetleri, mesleki, bilişsel ve teknik hizmetler, kurumsal yönetim, finans ve sigortacılık, BİT, toptan ticaret, emlak ve kamu hizmetleri alanlarındaki işler bilgi yoğun işlerdir ve bu işlerin uzaktan çalışma için daha uygun olduğu vurgulanmaktadır. Konaklama ve yemek, tarım ve ormancılık, perakende ticaret, inşaat, nakliye lojistiği, imalat ve sağlık hizmetleri gibi işlerin emek yoğun olması ve işyerine bağlı olması veya bire bir çalışma gerektirmesi nedeniyle evden çalışmaya uygun olmadığı ifade edilmektedir. (Dingel ve Neiman, 2020: 4).

Genel olarak değerlendirildiğinde; uzaktan çalışma ile yapılabilecek işlerin yüzdesi ile ülkenin satın alma gücü ve kişilerin gelir düzeyi arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın esnek istihdam türleri üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, uzaktan çalışma en yaygın uzaktan çalışma türüdür ve teknolojik gelişimin etkisiyle talep artmaktadır. Aynı artış yarı zamanlı işler için de geçerlidir. Ayrıca Covid-19 pandemisinin de bu süreci hızlandırma etkisi var. Öte yandan bireylerin farklı şekillerde istihdam edilme imkanının ortaya çıkması nedeniyle freelance çalışmaya olan talep her geçen gün artmaktadır.

2.2.3 Ücretler

Şu anda, dünya varlıklarının yarısı dünya nüfusunun en zengin %1'i tarafından kontrol edilmekte ve dünya insanlarının yarısı varlıkların %1'inden bile daha azına sahip bir şekilde yaşamını sürdürmektedir (Shorrocks ve diğerleri, 2019: 2). OECD raporuna göre gelir eşitsizliği son elli yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. OECD nüfusunun en zengin %10'luk kesiminin ortalama geliri, yirmi beş yıl önce en yoksul %10'luk dilimin yedi katından bugün dokuz katına çıkmış iken Şili ve Meksika gibi ülkelerde bu fark yirmi beş kattan daha fazladır (OECD, 2020a). Tüm gelir gruplarındaki artışlara ve yoksulluktaki azalmaya rağmen gelir dağılımındaki eşitsizlik devam etmektedir.

2017 yılında Almanya, İngiltere, Fransa, İspanya ve İtalya gibi AB ülkeleri dahil olmak üzere gelir dağılımı incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın gelir dağılımı üzerindeki etkisi ve gelir eşitsizliği ile endüstri 4.0 arasındaki ilişkinin boyutu arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bulgulara göre İngiltere, Fransa ve İspanya gibi ülkelerde gelir eşitsizliğinin hızla artması beklenmektedir. Çünkü yüksek teknoloji, düşük vasıflı işçilerle birleşip onların yerini alma eğiliminde olduğundan, bu ülkelerdeki yöneticilerin kaynaklara ve hizmetlere, vergi düzenlemelerine vb. daha iyi erişimi olmaları konusunda piyasaya müdahale edilmesi önerilmektedir. Almanya, endüstriyel dijitalleşme alanında çok ileri düzeyde ve %30 Gini katsayısına sahip olduğu için Endüstri 4.0'ın getireceği teknolojik değişimle birlikte ülkedeki gelir eşitsizliğinin düzeleceği ileri sürülmektedir. Ayrıca 2010 yılında Alman Federal Hükümeti tarafından benimsenen Endüstri 4.0 stratejisinin Gini katsayısının iyileştirilmesinde etkili rol oynadığının da altı çizilmelidir (Kuzmenko ve Roienko, 2017: 7-10).

2019'da Acemoğlu ve Restrepo, endüstriyel robotların ABD istihdamı ve ücretler üzerindeki etkisini 1990-2007 dönemini temel alarak ABD yerel işgücü piyasası

üzerinden analiz etmiştir. Yapılan analizde robotların olumlu etkisinin verimlilik artışı, olumsuz etkisinin ise robotların doğrudan çalışanların yerini alması olduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında robotik ve otomasyonun işgücü üzerindeki etkisinin esas olarak çalışanları önceki işlerinden uzaklaştırma şeklinde olduğu vurgulanmaktadır. Öte yandan, bazı işlerin robotlar tarafından yerine getirilemediği ve çalışanların istihdamda kaldıkları görülmüştür. Yeni işler için işe alınan işçiler daha fazla teknoloji ile donatılmakta ve daha üretken olmaları için istihdam edilmektedir. Analiz sonunda bin çalışana bir robot kullanılmasının istihdamı %0,2 (400.000 iş), ücretleri ise %0,42 oranında azalttığı ifade edilmektedir (Acemoğlu ve Restrepo, 2020: 28-29).

2017 yılında McKinsey tarafından yapılan bir çalışmada, dünya genelinde sektörlere göre ücret değişimleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Türkiye dahil 54 ülkeyi kapsayan araştırmaya göre 2017 yılında dünya genelinde tüm sektörlerdeki tüm işlere ödenen ücretler 33.585 milyar ABD doları iken, bu işlere ödenecek ücretlerin 2055 yılına kadar %43 oranında azalarak 14.570 milyar ABD doları düzeyine düşeceği öngörülmektedir. Almanya'da ödenen toplam ücretlerin, 2017'de 1.648,9 milyar dolardan 2055'te %45 azalarak 749,6 milyar dolara, Türkiye'de 2017'de 336,9 milyar dolardan 153,4 milyar dolar azalarak 2055'te %42'ye gerileyeceği tahmin edilmektedir.

Çalışmanın sonucunda oluşturulan ve 2023 yılı itibarla hala güncellenmekte olan aşağıdaki tabloya bakıldığında, imalatın dünya çapında en yüksek ücretlere sahip olduğu görülmektedir. Bunu perakende ticaret, yönetim, destek ve kamu hizmetleri, tarım, ormancılık, balıkçılık ve avcılık, sağlık ve sosyal yardım, eğitim ve inşaat takip ediyor.

Tablo 1 - Dünyada ve Türkiye'de Sektörlere Göre Toplam Ücretlerdeki Muhtemel Değişmelerin Karşılaştırması (milyar $)

Sektör	Dünya 2017	Dünya 2055	Türkiye 2017	Türkiye 2055
İmalat Sanayi	5.100	2.700	90,9	36,8
Perakende Ticaret	4.900	2.400	68,3	23,3
İdare, Destek ve Memurluk	3.300	1.200	30,5	11,5
Tarım, Orman, Balık, Avcılık	3.200	1.600	63,2	31,8
Sağlık ve Sosyal Yardım	2.800	958,3	12,5	4,4
Eğitim	2.300	670,6	17,3	3,8
İnşaat	2.300	956,7	22,7	10,9
Ulaşım ve Lojistik	1.600	875,3	16,1	10,3
Profesyonel, Bilimsel ve Teknik Hizmetler	1.400	459,3	8,4	2,6
Finans ve Sigortacılık	1.400	489,8	5,2	2,1
Konaklama ve Gıda	1.000	619,2	11	8,5
Toptan Ticaret	849,5	358,9	4,5	1,4
Bilişim	619	218,6	4,3	1,3
Emlakçılık	555,7	199,3	1,6	0,6
Sanat, Eğlence ve Dinlence	280,9	110,7	1	0,3
Maden	278,8	127,4	1,2	0,6
Şirket ve Girişim Yön.	153,2	46,2	-	-
Yardımcı Hizmetler	147,8	59,9	0,8	0,3
Diğer	1.400	519,6	7,1	2,9

Kaynak: McKinsey Global Institute, "Where machines could replace humans — and where they can't yet" – April 2023 Update

https://public.tableau.com/app/profile/mckinsey.analytics/viz/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans

Dünyadaki hangi sektörlerin göreceli olarak daha fazla ücret düşüşleri yaşadığına baktığımızda, en büyük düşüşlerin %70'e varan bir oranla eğitim ve kurumsal yönetimde yaşanacağı tahmin edilmektedir. Profesyonel, teknik hizmetler ve diğer hizmetler %67 ile ikinci sırada yer alırken sağlık ve sosyal yardım, finans ve sigorta ve bilişim %65 ile üçüncü sırada yer almıştır. Düşüşün neredeyse tamamının bilgi yoğun sektörlerde yoğunlaşmış olması ilk bakışta şaşırtıcı gelebilir. Bununla birlikte, BİT ve yapay

zekanın hızlı gelişimi nedeniyle, bu endüstrilerde diğer endüstrilere göre daha yüksek ücret ödenen veri toplama ve veri girişi gibi görevlerde otomasyonun daha kolay hayata geçirilebileceği dikkate alındığında bu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Ücret düşüşlerinin en az olduğu sektörler sıralamasında ise %38 ile konaklama ve yiyecek-içecek sektörü, %45 ile ulaştırma ve lojistik sektörü ve %47 ile imalat sanayii ilk sıralarda yer almaktadır. Bunun nedeni, yüksek otomasyon oranına rağmen sektörün eğitim ve sağlık gibi sektörlere göre toplam ücretlerin istihdama oranının çok daha düşük olmasıdır. Diğer bir deyişle, yüksek ücretli işlerin otomasyonu, düşük ücretli işlere göre toplam ücretler üzerinde daha büyük etkiye sahiptir.

Türkiye'de ücretlerde en fazla düşüşün hangi sektörlerde yaşanacağına ilişkin tahminlere baktığımızda %78'lik düşüşle eğitim ilk sırada, %70'lik düşüşle sanat, eğlence ve boş zaman etkinlikleri ikinci sırada, %69 ile üçüncü sırada mesleki, teknolojik hizmetler ve bilişim ve son olarak %68 ile toptan ticaret dördüncü sırada yer almaktadır. Firma ve iş yönetimine ilişkin veriler bulunmadığından, sektörün dünya ve Almanya ile paralel bir oranda gerilemesi beklenmektedir. Ülkede gerilemenin en az olacağı sektörler incelendiğinde ise ilk sırada %22 ile konaklama ve yiyecek-içecek sektörü, ikinci sırada ulaşım ve lojistik, üçüncü olarak tarım, ormancılık, balıkçılık ve hayvancılık dördüncü sırada ise inşaat sektörü ise %51 ile yer almaktadır.

Tüm bu çalışmalar değerlendirildiğinde, otomasyon yoluyla sağlanan verimlilik artışlarının ortalama ücret artışlarına yol açmadığı görülmektedir. Çünkü bu teknolojilerin getirdiği değişiklikler, büyük ölçüde emekten değil, sermaye ve diğer faktörlerden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, otomasyon riski taşıyan işler için ücretler düşüş eğilimi göstermektedir. Öngörülebilir görevleri yerine getiren düşük ve orta vasıflı işçiler, artan robot kullanımı nedeniyle ücretlerin düşme riskiyle karşı karşıyadır. Ayrıca, yüksek otomasyon oranına rağmen, toplam ücretlerin istihdam edilen kişi sayısına oranı yüksek olan eğitim ve sağlık gibi sektörlerde göre daha fazla düşüş beklenmektedir. Diğer bir deyişle, yüksek ücretli işlerin otomasyonu, düşük ücretli işlere göre toplam ücretler üzerinde daha büyük etkiye sahiptir. Türkiye'de, özellikle tarım sektöründe, öngörülebilir işlerde daha az çalışan bulunmaktadır.

2.2.4 Çalışma Süreleri

Birinci sanayi devrimi ile kişi başı çalışma saati yılda 3.000 saatin üzerine çıkmış, günümüzde ise 1.500-2.000 saat civarına inmiştir. Tarım toplumuna geçişle birlikte çalışma saatlerinin arttığı, Sanayi Devrimi ile zirveye ulaştığı ve ardından giderek azaldığı görülmektedir. Çalışma saatlerinin en az olduğu ülkelere baktığımızda başta AB ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerin ilk sıralarda yer aldığını görebiliriz. Bir ülkenin GSYİH'si ile üretkenlik düzeyleri ve çalışılan saatler arasında ters bir ilişki vardır. GSYİH ve üretkenlik arttıkça çalışılan saatler azalır (Giattioni v.d., 2013).

Küresel düzeyde en uzun çalışma saatlerinin genel olarak Asya ülkelerinde olduğu görülmektedir. 2015 yılında yapılan bir analiz, 71 Asya şehrinde haftalık ortalama çalışma saatlerini içermektedir. Araştırma sonuçlarına göre ilk on şehir şöyle sıralanmaktadır: Hong Kong-Çin 50.11 saat, Mumbai-Hindistan 43.78 saat, New Diamond-Hindistan 42.57 saat, Bangkok-Tayland 42.1 saat, Dubai-BAE 42.03 saat, Taipei-Çin 41.17 saat, ve son olarak Jakarta- Endonezya 40.42 saat (Li, 2016)

Aşağıdaki tabloda OECD ülkeleri başta olmak üzere her ülke için yıllara göre ortalama haftalık çalışma saatleri verilmiştir.

Tablo 2 - Seçilmiş Ülkelerin Haftalık Ortama Çalışma Saatleri (2000-2019)

Ülkeler	**Haftalık Ortalama Çalışma Saatleri (Tam ve Kısmi Zamanlı)**					
	2000	**2004**	**2008**	**2012**	**2016**	**2019**
Hollanda	30,6	29,8	29,6	29,2	29,2	29,4
Almanya	35,7	34,8	34,5	34,6	34,5	34,3
Japonya	-	-	-	36,7	35,9	34,7
Birleşik Krallık	37,1	36,6	36,6	36,1	36,5	36,6
OECD Ortalaması	37,4	37,3	37,3	37	37,1	37
Güney Kore	-	-	-	43,4	42,7	38,1
ABD	38,9	38,5	38,6	38,3	38,4	38,6
Brezilya	42,7		41,1	40,8	39,7	39,5
Romanya	41,3	41,6	41,2	40,8	40,6	40,5
Meksika	45,4	45	45,1	44,7	45,2	44,9
Türkiye	-	-	51,4	50,1	47,9	46,4
Kolombiya	-	50,3	49,4	48,9	47,9	47,6
Hindistan	-	-	-	-	-	48

Kaynak: OECD, Reports,https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AVE_HRS

Tabloda haftalık çalışma saatleri resmi rakamlara göre gösterilirken, birtakım araştırmalar bazı çalışanların bu saatlerin çok üzerinde çalıştığını göstermektedir. Örneğin bu oran, Kolombiya %26,6, Meksika %28,7, Türkiye %32,6, Şili %9,7 ve Güney Afrika %18,1'dir. İsrail'de %15,1, Birleşik Krallık'ta %12,2 ve ABD'de %11,1 haftada 50 saatten fazla çalıştığı iddia edilmektedir (World Population Review, 2021).

Japonya Çin ve Güney Kore'de de benzer durumlar vardır. Bu bağlamda Japonya'da, sağlık sorunlarına ve uzun çalışma saatlerinden kaynaklanan ölümlere dikkat çekmek için "Ölümüne Çalışma" adı verilen bir kavram kullanmaktadır. Çin'de de Endüstri 4.0'ın geliştirilmesinde en önemli sektörlerden biri olan bilişim alanında haftanın 6 günü sabah 9'dan akşam 9'a kadar çalışılan ve insan hakları konusunda çeşitli tartışmalara neden olan "996" olarak bilinen bir çalışma biçimi bulunmaktadır (Zhong Qiqing vd., 2019).

Çalışma saatlerinin ne kadar verimli olduğuna dair diğer benzer araştırmalarda, çalışma saatleri boyunca verimli çalışmanın olmadığı vurgulanmaktadır. Teknoloji sayesinde bazı işler iş günü içinde otomatikleştirilebilmekte, bu da özellikle bilgi yoğun işlerde boşta kalma sürelerinin artmasına neden olmaktadır. Ancak belli bir üretim bandında çalışan mavi yakalı çalışanlar mesai saatleri içinde bu kadar boş zaman bulamamakta ve sadece mola saatinde dinlenme şansına sahip olmaktadır.

Birleşik Krallık'ta 2.000 çalışan üzerinde yapılan 2019 tarihli bir araştırma, ankete katılanların dörtte üçünün beş günde yaptıklarını aslında dört günde yapılabileceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Çalışmaya katılanların %55'i mevcut işlerinde iş-yaşam dengesinin en önemli faktör olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, iş-yaşam dengesine önem veren çalışanların, vermeyenlere göre daha az kazanmalarının sorun olmadığını iddia etmişlerdir (Adrjan, 2019).

ABD'de 2019'da yapılan başka bir araştırma, yaz aylarında çalışanlarına cuma günleri tam veya yarım gün izin veren şirket sayısının önemli ölçüde artarak %55'e ulaştığını ortaya koymuştur. Bu çalışma şeklinin aynı zamanda en iyi performans gösterenleri çekmek için bir fırsat olduğu ifade edilmektedir. Aynı zamanda çalışanların şirkete olan güveninin de bu sayede %54,7'den %57,6'ya yükseldiği görülmüştür (Baker, 2019).

Yukarıdaki çalışmalardan da görülebileceği gibi, çalışma saatlerinin azaltılması ve iş-yaşam dengesindeki yaşam oranının artırılması en çok gelişmiş ülkelerin gündeminde yer almaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde; Endüstri 4.0 dönüşümünde robotik

ve yapay zekâ teknolojilerinin kullanımının artması nedeniyle işler otomatikleştikçe çalışma saatlerinin azalması muhtemel görünmektedir. Bu düşüşün ülkelere ve sektörlere göre değişeceğini söylemek daha doğru olur. Yakın zamanda bilgi yoğun işlerin yapıldığı büro işlerinde iş gününün dörde indirilmesinin yaygınlaşacağı, emek yoğun işlerde ise çalışılan saat sayısının azaltılıp gün sayısının aynı kalacağı öngörülmektedir.

2.2.5 İş Sağlığı ve Güvenliği

İşin doğası gereği meydana gelen sürekli değişim, çalışanların fiziksel ve ruhsal sağlığını da etkilemektedir. Önceleri iş, çalışanlara daha fazla fiziksel ve psikolojik yük getirmekteydi, ancak teknolojik gelişmelerin de etkisiyle durum tersine dönmüştür. Artık çalışma dünyasında fiziksel aktivite azalmakta ve zihinsel yük artmaya başlamaktadır. ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) tarafından yayınlanan son tahminlere göre her yıl 2,4 milyon işçi meslek hastalıklarından, 380.000 işçi ise iş kazalarından ölmekte ve 374 milyon işçi çeşitli ölümcül olmayan meslek hastalıklarından mustarip olmaktadır (ILO, 2019: 3).

Yeni teknolojiler, karlılığı ve verimliliği yüksek seviyelere çıkarmakla birlikte iş ve çalışanlarla ilgili yeni sorunları ve sağlık kaygılarını da beraberinde getirmektedir. 1997 yılında yapılan bir çalışmada Pearson ve Mitter, çalışanların ofislerde ve masalarda gerçekleştirdiği veri işleme işine dayalı olarak bilgisayar kullanımıyla ilgili beş sağlık sorununu incelemiştir. Bu problemler stres ve yorgunluk, tekrarlayan tehlikeler, kas-iskelet rahatsızlıkları, cilt rahatsızlığı ve görme bozukluğu ile ilişkili sorunlardır (Pearson ve Mitter, 1997: 175-189).

Çalışmada ayrıca Endüstri 4.0'ın çalışanlar üzerindeki fiziksel etkisinin yanı sıra zihinsel etkisine de dikkat çekilerek otomasyon, dijitalleşme ve işyerlerinde artan robot kullanımının iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki olası etkileri araştırılmıştır. Dijitalleşme ile çalışma saatleri ve işyeri kavramının şeffaflaşabileceği, çalışanların iş-yaşam dengesinin bozulabileceği, günün hangi bölümünün iş hayatı veya özel hayat olarak karıştırılabileceği vurgulanmaktadır. İş yerinde artan entelektüel yoğunluğun çalışanlar üzerinde daha fazla mental stres oluşturabileceği ve bunun da bazı sorunlara yol açabileceği iddia edilmektedir. Robotların kullanımı arttıkça, robot hareketlerinin yetersiz hesaplanması veya robotlar ile insanlar arasındaki mesafenin yetersiz olması gibi nedenlerle çalışanların zarar görebileceği endişesi de bulunmaktadır. Ayrıca AR ve

VR kullanımının artmasının kısa ve uzun vadede çalışanların ruh sağlığına zarar verebileceği iddia edilmektedir (Cabrelli ve Graveling, 2019: 2-5).

İş yerine olan bağlılığı ortadan kaldıran yeni teknolojilerin gelişmesi nedeniyle, işe uygunluğuna bağlı olarak çalışanlar görevlerini ev, kafe, park vb. her yerde yapabilir hale gelmektedir. Bu, çalışanları işle ilgili yaralanma riskiyle karşı karşıya bırakmakta ve bir kez iş kazası meydana geldiğinde, kazanın iş kazası olup olmadığını kanıtlamayı zorlaştırmaktadır.

Çalışma hayatına yönelik yasal altyapıya ilişkin 2017 yılında yayınlanan "Weissbuch Arbeiten 4.0 - White Paper Work 4.0" raporunda Almanya'da iş sağlığı ve güvenliğinin geleceğine büyük önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bir işin "insani" olabilmesi için temel insani ihtiyaçlara göre tasarlanması, etkili sağlık ve güvenlik standartlarına sahip olması ve çalışanların başarabileceği şekilde yapılandırılması gerektiği belirtilmektedir. Araştırmada, gelişen teknolojinin zorlu, tehlikeli ve monoton görevlerin yerine geçebileceğini ve çalışanlara kendini gerçekleştirme, yaratıcılık ve sosyal etkileşim için daha fazla zaman tanıyabileceği ifade edilmektedir. Bu çalışmada zihinsel sorunlar, insani gelişmeyi olumsuz etkileyen ve 2004 yılından bu yana işe devamsız gün sayısını %72 artıran, 2015 yılında ortalama 25,6 güne yükselten ve maliyetlerin artmasına neden olan erken emekliliğin önde gelen nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Araştırmada, sorunu çözmek için yapılması gerekenlere bakıldığında, İş sağlığı ve güvenliği mevzuatının yeni teknolojileri bünyesine katacak şekilde geliştirilmesi öncelikler arasında yer almaktadır. Ayrıca uzaktan çalışanlara uzmanlar tarafından psikolojik danışmanlık ve destek sağlanmakta, sorunların önlenmesi ve çalışma kültürünün bir parçası haline gelmeleri için farkındalık yaratılmakta, çalışanlara manevi yönden yetkinleştirilmeleri için eğitimler verilmekte, değişen çalışma koşulları konusunda yöneticilere eğitimler verilmekte ve önleme araştırmaları yapılmaktadır (BMAS, 2017: 135-142).

İş sağlığı ve güvenliğinin geleceğine ilişkin Türkiye'deki gelişmelere bakıldığında Almanya'daki kadar kapsamlı çalışmaların yapılmadığı görülmektedir. Çelik ve Can 2019 çalışmalarında Endüstri 4.0 devriminde iş sağlığı ve güvenliğini güncellerken işin ofis ve uzaktan çalışma olarak ikiye ayrılacağını ve revizyon sürecinde bu ayrımın dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Çelik ve Can, 2019: 123 -125).

2.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞLERİN VE MESLEKLERİN DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ

Geleceğin nasıl olacağı bugünün en büyük tartışma noktalarından biridir. Teknoloji ürünlerinin hızla gelişmesi, işlerin artan otomasyonu ve yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşmasının işletmeleri nasıl ve ne şekilde etkileyeceği gelecekteki tartışmaların başlangıç noktası olmuştur.

Zaman içinde yenilikçi teknolojiler, farklı bilimsel ve teknolojik disiplinleri entegre ederek fiziksel, dijital ve biyolojik alemler arasındaki sınırları ortadan kaldırmaktadır. Bu, inovasyona dahil olan her girişimci için yeni pazarlar ve büyüme fırsatları anlamına gelmektedir. (Klaus, 2015).

Yakın gelecekte prototip üretmek için 3D yazıcılar gibi yeni teknolojilerin kullanılmaya başlanmasının girişimciler ile pazar arasındaki engelleri azaltacağına inanılmaktadır. 3D yazıcılar ile yeni fikirlere sahip girişimcilerin düşük başlangıç yatırım maliyeti ile küçük şirketler kurması mümkün hale gelmektedir. Bu sayede ürünler geleneksel yöntemler olmadan daha ucuza gerçekleştirilebilmektedir (Anderson, 2012: 80). Değişen tüketici beklentileri nedeniyle son yıllarda kişiselleştirilmiş ürünlere olan talep önemli ölçüde artmıştır. Arabalar, giysiler, teknolojik aletler, ilaçlar vb. tüm parçalar dahil olmak üzere her ürünün zaman içinde özelleştirilmesi beklenmektedir. Sonuç olarak, tüketicinin ürüne olan bağının ve sadakatinin artacağına inanılmaktadır.

McKinsey tarafından 2017 yılında yapılan bir araştırmada bugünkü ücretli çalışma sistemi incelenmiştir. Bulgulara göre, günümüz teknolojisi kullanılarak dünyadaki işlerin yaklaşık yarısı otomatikleştirilebilir. Çalışmada sanılanın aksine mesleklerin sadece %5'inin tamamen makineler tarafından yapılabileceği vurgulanmaktadır. Ayrıca mesleklerin %60'ının yapıldığı işlerin yaklaşık %30'u makineler tarafından yapılabilecektir. Bu da Endüstri 4.0 devriminin tüm çalışanları kapsayan bir dönüşüm ve değişim anlamına geldiğini düşündürmektedir (Manyika vd., 2017a).

2.3.1 İşlerin ve Mesleklerin Otomasyonlaşması

Değişim, işin doğasının bir parçasıdır. Dolayısıyla Endüstri 4.0 devriminde teknolojinin gelişmesiyle birlikte emek yoğun ve bilgi yoğun bazı işler akıllı robotlar ve yapay zekâ uygulamaları tarafından otomatik olarak yapılabilir hale gelecektir. Otomasyon olarak

bilinen bu sürecin, hızlanan teknolojik gelişme nedeniyle son yıllarda daha da artacağı belirtilmektedir. Bazıları, yeni işler yaratıldıkça otomasyonun benzer bir hızda gerçekleşeceğini savunurken, diğerleri bunun daha hızlı gerçekleşeceğini ve işçileri işsizlik riski altında bırakacağını iddia etmektedir.

Oxford Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, 2017 yılında 702 farklı meslek üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Çalışma, risk altındaki iş sayısını, iş otomasyon oranını, ücretler ve eğitim seviyeleri arasındaki otomasyon ilişkisini ve Endüstri 4.0'ın işin geleceği üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik olarak yapılmıştır. Araştırma otomasyonu yüksek, orta ve düşük otomasyon seviyelerine ayırarak, ABD'deki işlerin yüzde 47'sinin yüksek riskli kategoriye girdiğini ortaya koymuştur. Bu işlerin önümüzdeki on veya on iki yıl içinde tamamen otomatikleştirilebileceği iddia edilmektedir. Nakliye ve lojistik hizmetlerinde çalışanların, çoğu ofis ve idari destek çalışanının ve sanayi sektöründeki üretim hatlarında çalışanların çoğunun bu yüksek risk grubuna girdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, yüksek oranda otomatikleştirilmiş işler arasında eğitim düzeyi düşük ve düşük ücretli işler olduğu da ifade edilmektedir (Frey ve Osborne, 2013: 44-45).

Frey ve Osborne hangi işlerin ne kadar hızlı otomatikleştirildiğini incelediklerinde, işleri eğitim düzeyine göre bir aralığa yerleştirerek olası otomasyon seviyesini ölçmeye çalışmışlardır. Çalışma, eğitim seviyeleri ve ücretler arttıkça, iş otomasyonu oranının düştüğünü ortaya koymuştur. Mevcut meslek durumuna bakıldığında, fizyoterapistler, mekanik, tesisat ve bakım gibi alanlarda çalışan operasyon müdürleri, acil durum yönetim müdürleri, ruh sağlığı ve madde bağımlılığı sosyal hizmet uzmanları ve odyologlar en çok ihtiyaç duyulan ilk beş meslek arasında yer almaktadır. En hızlı otomatikleştiği söylenen işler ise telefonla pazarlama, teftiş, kanalizasyon işçileri, matematik teknisyenleri ve sigorta komisyoncularıdır (Whitehouse ve Rojanasakul, 2017).

Fizik tedavi mesleği orta düzeyde gelir grubunda yer alırken, lisans eğitimi gerektirmekte ve otomasyon oranları en düşük olan mesleklerden biri olarak göze çarpmaktadır. Bunun nedeni, her hastanın bireysel olarak tedavi edilmesi gerektiği ve her hastanın kendine özgü bir durumu olduğudur. Orta gelir seviyesinde, lise veya dengi bir seviyede yapılabilecek operasyon yönetimi, başarısızlığa uğrayabilecek ve meydana gelebilecek pek çok benzersiz durumu içerdiğinden otomatikleştirilme ihtimali daha

azdır. Ruh sağlığı ve madde bağımlılığı sosyal hizmet uzmanları, fizik tedavi mesleği ile benzer özellikler taşımaktadır. Acil durum yönetimi sektörü, afetler, acil durumlar ve savaşlar gibi senaryolar gibi birçok benzersiz değişken içerdiğinden otomatikleştirilmesi zor olan işlerdendir. Diğer sağlık mesleklerine göre daha fazla kazandıran ve doktora gerektiren bir meslek olan odyoloji, diğer sağlık meslekleri gibi hastalarla bire bir bakım ve hastalara özel eğitim gerektiren, otomasyon oranı düşük bir meslektir. Bu işlerin ortak noktası, eğitim seviyeleri ve maaşları ne olursa olsun, çok dar bir alanı kapsamaları ve benzersiz olmaları, yani tekdüzeden uzak olmalarıdır (Bektaş, 2021).

Aşağıdaki tabloya bakıldığında eğitim gerektirmeyen hemen hemen tüm işlerin otomatikleşeceği ve çok az kişinin işe alınacağı tahmin edilmektedir. Kredi analistleri yıllık ortalamanın üzerinde gelir elde etseler de kredi almış kişilerin incelemesi güncel teknolojinin kullanıldığı bilgisayar programları ile yapılabilmektedir. Bu, kredi analistleri için otomasyon oranını büyük ölçüde artırmaktadır. Öte yandan, bire bir insan odaklı işler için otomasyon oranına baktığımızda, otomasyon oranının düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca, orta düzeyde beceri gerektiren bazı işler kısmen otomatikleştirilirken, yüksek düzeyde beceri gerektiren işler ise tam tersine hiç otomatikleştirilmemiştir. Örneğin, orta vasıflı satış temsilcilerinin otomasyon oranı %85, perakende satışların otomasyon oranı %92 ve yüksek vasıflı satış mühendislerinin otomasyon oranı %0,41'dir. Bunun nedeni ise pazarın Amazon, eBay, Trendyol, Hepsiburada gibi satış temsilcisi, perakendeci gibi pozisyonlar için işgücü istihdamı gerektirmeyen sanal satış platformlarına doğru kayması olarak gösterilmektedir.

Aşağıdaki tablo, seçilen işler için maaş düzeylerini, eğitim düzeylerini ve otomasyon oranlarını içerir.

Tablo 3 - İşlerin ve Mesleklerin Otomasyonlaşma Oranları

Meslek	Eğitim	Yıllık Gelir ($ bin)	Otomasyonlaşma (%)
Diyetisyen	Lisans	60	0,39
Otel Yöneticisi	Lisans	60	0,39
Satış Mühendisi	Lisans	108	0,41
Doktor – Operatör Dr.	Doktora	210	0,42
Eğitim Koordinatörü	Y. Lisans	65	0,42
Psikolog	Y. Lisans	95	0,43
Dişçi	Doktora	174	0,44
İlkokul Öğretmeni	Lisans	60	0,44
Okul Müdürü	Y. Lisans	95	0,46
Terzi	Lise	48	0,49
IK Yöneticisi	Lisans	120	0,55
Öğretmen	Lisans	30	0,95
Makine Mühendisi	Lisans	90	1,1
Eczacı	Doktora	120	1,2
Baş Yönetici	Lisans	195	1,5
BİT Yöneticisi	Lisans	146	3,5
Avukat		140	3,5
Finans Yöneticisi	Lisans	140	6,9
Çocuk Bakıcılığı	Lise	23	8,4
Polis	Lise	62	9,8
Kozmetikçi	Lise Sonrası	30	11
Sosyal Hizmet Çalışanı	Lise	34	13
G. Müdür – Op. Müdürü	Lisans	122	16
Sağlık Memuru	Lise Sonrası	32	30
Evde Sağlık Görevlisi		24	39
Hâkim	Doktora	115	40
Bilgisayar Programcısı	Lisans	98	43
Ekonomist	Y. Lisans	113	43
Müşteri Temsilcisi	Lise	35	55
Finans Danışmanı	Lisans	123	58
Mağaza Görevlisi		27	64
Bilgisayar Destek Uzm.	Lisans	57	65
İdari İşler Yöneticisi	Lisans	99	73
Kamyon Şoförü	Lise Sonrası	44	79
Satış Temsilcisi	Lise Sonrası	68	85
Hamal		28	85
Perakende Satışçı		27	92
Hazır Yemek Çalışanı		20	92
Muhasebeci – Denetmen	Lisans	77	94
Garson		24	94
Kasiyer		22	97
Kredi Analisti	Lisans	81	98

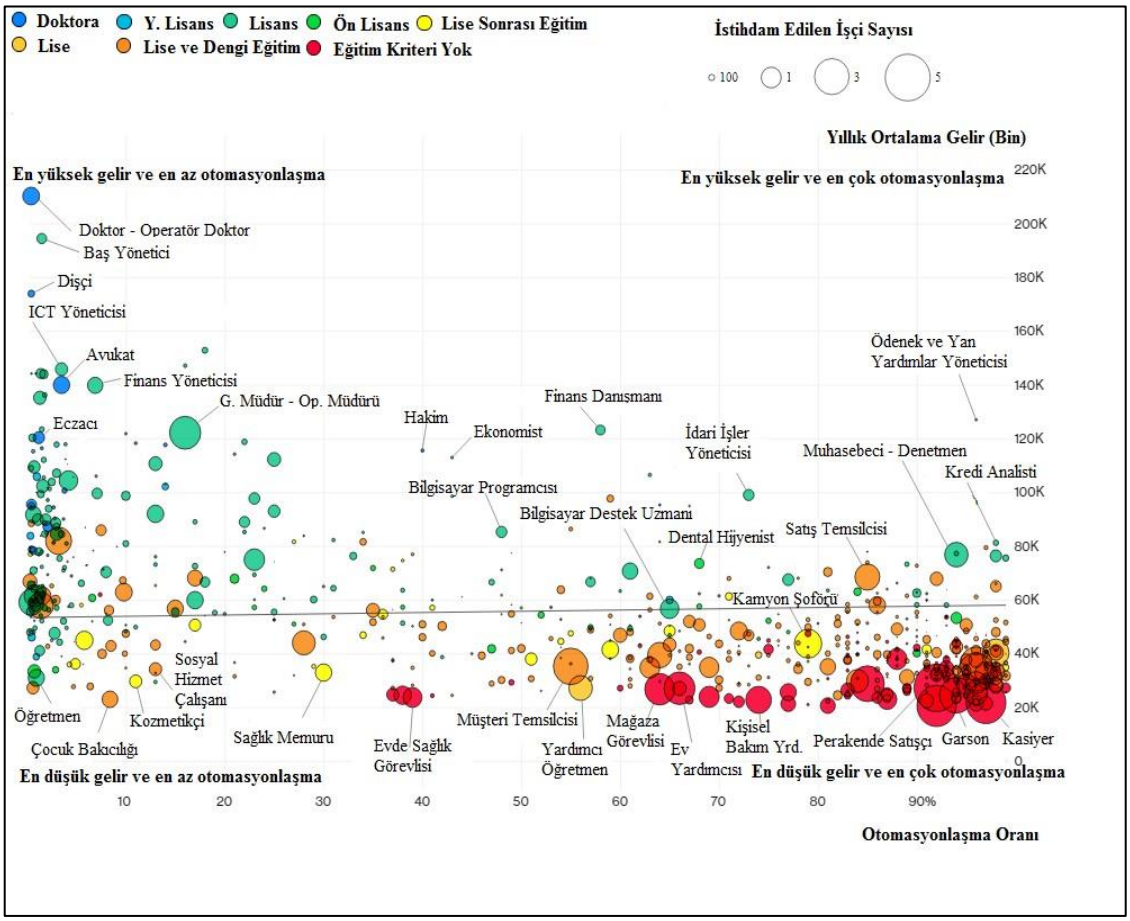
Kaynak: Frey, Carl Benedikt, Michael A. Osborne, "THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION ?"

Teknolojik gelişmelerin iş dönüşümü üzerindeki potansiyel etkisi mesleğe ve sektöre göre değişmektedir. Otomasyona karşı en savunmasız işler, makine operatörleri gibi oldukça standartlaştırılmış fiziksel faaliyetlerdir. Otomasyona duyarlı bilgi yoğun

süreçler artık daha hızlı toplanıp işlenebilmekte, bilgisayar programları analizleri insanlardan daha hızlı gerçekleştirebilmektedir. Çoğu iş bu iki tür faaliyeti içerdiğinden, bu işler emek yoğun kabul edilmekte ve bu işlere kredi teklifleri hazırlamak, avukatlara, muhasebecilere yardımcı olmak ve diğer basit ofis görevleri örnek olarak gösterilmektedir.

Birtakım işler teknoloji aracılığıyla sermaye yoğun bir şekilde yapılabilse de bazı işlerin istihdamın azaltılmak yerine artırılarak bu yeni işlere kaydırılabileceği iddia edilmektedir. Teknoloji, insan yönetimi ve sosyal etkileşim gibi özel bilgi gerektiren işlerde emeğin yerini alacak kadar güçlü olmadığından, otomasyonun bu işler üzerindeki etkisinin çok daha az olması öngörülmektedir.

Şekil 4 - Eğitime Göre Otomasyonlaşma Seviyeleri



Kaynak: Whitehouse, Mark, Mira Rojanasakul, "Find Out If Your Job Will Be Automated https://www.bloomberg.com/graphics/2017-job-risk/

Tablodan da görüleceği üzere işlerin büyük çoğunluğunda işin gerektirdiği eğitim düzeyi düştükçe istihdam ve otomasyon oranları yükselmektedir ancak etkileşim ihtiyacı ya da eksikliği gibi bazı istisnalar da bulunmaktadır. Bunun yanında düşük

vasıflı işlerde çalışan çok sayıda işçinin yüksek otomasyon oranları ile karşı karşıya olduğu ifade edilirken, Endüstri 4.0 devriminin istihdama ve iş gücüne getireceği dramatik değişiklikleri gözler önüne sermektedir.

Endüstri 4.0 devrimi başlayıncaya kadar teknolojik gelişmeler, düşük vasıflı, düşük ücretli işçiler ile yüksek vasıflı, yüksek maaşlı işçiler arasında bir kutuplaşma yaratıyordu. 1979-2009 yılları arasını kapsayan döneme ilişkin olarak Autor 2010 yılında yaptığı analizde, bu kutuplaşmanın Endüstri 4.0 devriminde artarak devam edeceğini, çünkü orta gelirli ücretler sağlayan orta vasıflı işlerin otomatikleştirilip yerini sermayeye bırakacağını ifade etmiştir. İşsiz kalan orta vasıflı işçilerin işsizlik karşısında düşük ücretli, düşük vasıflı işlere geçeceğini veya işgücü piyasasında daha az kişinin bulunduğu yüksek ücretli, yüksek vasıflı işler arayacağını ve sonunda çoğunun işsiz kalacağını ve daha az vasıf gerektiren hazır yemek ve perakendecilik gibi işlerde çalışacaklarını belirtmiştir. (Autor, 1998). 2010:8-9). Bununla birlikte, gelecekte ortadan kalkacağı düşünülen işlerde istihdam edilen kişilerin daha az otomatikleşebilen yani yaratıcı veya sosyal zeka gerektiren işlere, daha düşük ücretli işlerin ikamesi olarak yönlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca bu geçişi sağlamak için çalışanlara eğitim ve koordinasyon sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

2055 yılına değin, kendisinden önceki sanayi devriminde olduğu gibi, şu anda bilinmeyen birçok yeni işin ortaya çıkacağı öngörülmektedir. 2004 yılında Facebook liderliğindeki sosyal medya sektörünün ortaya çıkması ve ardından Instagram ve Twitter gibi şirketlerin ortaya çıkmasıyla birlikte bu sektörde sadece on beş yılda binlerce yeni iş ortaya çıkmış olup gelecekte de farklı mesleklerin ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

2.3.2 Yeni, Varlığı Devam Edecek Olan, Yok Olması Beklenen Meslekler ve Roller

Teknolojik gelişmeler sayesinde robotların ve bilgisayarların, insanların sadece günlük işlerini devralacağı değil, aynı zamanda bunları daha iyi ve daha ucuza yapacağı öngörülmektedir. Endüstri 4.0'ın madenciler, bankacılar, moda tasarımcıları, kaynakçılar, tarım işçileri ve üst düzey yöneticiler gibi çeşitli vasıflara sahip çalışanların günlük iş akışını değiştireceğine ve bazı meslekleri ortadan kaldırarak diğerlerine yer açacağına inanılmaktadır.

Otomasyon hızlandıkça, insan-robot etkileşiminin karmaşıklığı da artmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, üretim sistemlerinde olası arızaları önlemek için işe alınacak

yüksek vasıflı, eğitimli ve deneyimli çalışanlara olan ihtiyacın artması durumu literatürde "otomasyon paradoksu" olarak adlandırılmaktadır. İnsan-makine işbirlikçi etkileşimini artırmak için mobil robotların, akıllı makinelerin ve yapay zeka uygulamalarının kullanımının ve Endüstri 4.0'ın bu eğilimi güçlendirmeye devam edeceğinin vurgulanması önem arz etmektedir. Akıllı teknolojiler, yönetim faaliyetlerinde çok önemli olan ve işletmelerin günlük yönetim faaliyetlerine yardımcı olan sağduyu, yaratıcılık, insanların deneyim yoluyla edindiği problem çözme becerileri ile giderek daha fazla donatılmakta, insanların çeşitli günlük görevlerini üstlenmektedir. Ayrıca dijital modelleme ve simülasyon gibi esasında pahalı olan ancak giderek daha ucuz hale gelen uygulamaların üretime yönelik araştırma, geliştirme ve tasarım sürecini daha deneysel hale getireceği düşünülmektedir. Bu durumun, iş süreçlerini bir "tasarım-yap-test" döngüsüne sokacağı ifade edilmektedir. Öte yandan, yönetim, koordinasyon ve iletişim görevlerinin karmaşıklığının artması beklenmektedir. Bu nedenle ister yönetici, isterse de düşük vasıflı çalışan olsun herkesin kültürel ve uluslararası işbirliği ve iletişim konusunda yetkin olması gerekmektedir (Nübler, 2018: 54-55).

McKinsey, 2017 yılında yaptığı çalışmada, bugün mevcut olan teknolojiyi kullanarak otomasyon yoluyla ne kadar iş yapılabileceğini ortaya koymaya çalışmıştır. Bunu yapmak için küresel işgücü piyasasının %78'i analiz edilmiş, hangi departmanların ne kadar kişi istihdam ettiği, bu süreçten ne kadar etkilendikleri ve bu departmanların ne kadar otomasyona geçtiği irdelenmiştir. Özel sektör çalışanları ve devlet çalışanları da sağlık ve refah, eğitim ve diğer hizmet sektörlerinin içerisinde değerlendirilmiştir (McKinsey Global Institute, 2017a).

Çalışmanın sonucunda oluşturulan ve 2023 yılı itibarla hala güncellenmekte olan aşağıdaki tablo, teknolojinin dünyadaki çeşitli sektörlerdeki toplam istihdamı nasıl etkilediğine ilişkin verileri sunmaktadır.

Tablo 4 - Teknolojinin Dünyadaki Toplam İstihdama Etkisi (milyon kişi)

Sektör	Toplam İstihdam 2017	Etkilenen İstihdam 2055	Otomasyonlaşma (Yüzde)
Tarım, Orman, Balık, Avcılık	662,8	328,9	50
İmalat Sanayi	371,9	237,4	64
Perakende Ticaret	349,5	187,4	54
İnşaat	186,9	82,2	44
İdare, Destek ve Memurluk	155,6	63,2	41
Eğitim	120,6	41,1	34
Sağlık ve Sosyal Yardım	92,2	35,1	38
Ulaşım ve Lojistik	89,7	53,6	60
Konaklama ve Gıda	86,8	37	43
Finans ve Sigortacılık	55,2	24,4	44
Profesyonel, Bilimsel ve Teknik Hizmetler	38,1	14,8	39
Toptan Ticaret	30	14,9	50
Emlakçılık	29,2	12,8	44
Bilişim	18,5	7,6	41
Maden	15,5	8,3	54
Sanat, Eğlence ve Dinlence	11,9	5	42
Yardımcı Hizmetler	6,6	3	45
Şirket ve Girişim Yön.	0,964	0,569	37
Diğer	86,8	37	43

Kaynak: McKinsey Global Institute, "Where machines could replace humans — and where they can't yet" - April 2023 Update
https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMac hinesCanReplaceHumans

Tablodan da görülebileceği gibi, Endüstri 4.0'ın endüstriler arasında meslekler ve rollerde bir kaymaya yol açacağı öngörülmektedir. Bu değişimin hızı ve kapsamı ülkeye ve sektöre göre değişecektir. Teknolojinin nereye gittiğine bağlı olarak, bazı alanlarda yapay zeka ve robotik kullanımı diğerlerinin önünde yer alabilecektir.

Sanayi sektörünün otomasyon oranının yüksek olduğu sektörlerden biri olduğu düşünüldüğünde emek yoğun işlerin öngörülebilir bir şekilde otomasyona maruz kalması ve otomasyonun büyük bir kısmının kaynak, kesme, lehimleme, montaj gibi emek yoğun görevlerin akıllı robotlara devredilebileceği beklenmektedir. Benzer şekilde, robotların yüksek bilgi aktarımı kabiliyetlerinden dolayı veri toplama faaliyetinin de otomasyona kaydırılabileceği ifade edilmektedir. Öte yandan, pazar talebini yönetmek, yatırımları planlamak, rakiplerle rekabet etmek ve müşteri getirileri elde etmek için idari işler daha az otomatikleşecektir. Sonuç olarak, sanayi sektöründeki yönetici pozisyonlarının personel istihdamına devam etmesi beklenmektedir.

Hazır gıda sektöründe de sanayi sektörü ile benzer bir durum yaşanmaktadır. Hazır yemekler belirli bir programa göre hazırlanır. Yemek hazırlayan çalışanlar, bağlı oldukları kuralları ihlal etmeden ürünleri müşterilere en hızlı şekilde sunmaya gayret göstermektedir. Ürünün un, şeker ve yağ safhasından, hamburger veya pizza şeklinde müşteriye sunulduğu ana kadar geçen süreç son derece öngörülebilirdir. Dolayısıyla fast food sektöründeki otomasyonun büyük bir kısmının bu emek yoğun süreçte gerçekleşmesi beklenmektedir. Ancak sektördeki gelişmeleri takip etme ve zincirleri yönetme gibi görevlerde daha az otomasyon olacağının altını çizmek gerekmektedir.

Eğitim, yönetim ve danışmanlık ve finans gibi sektörler bilgi yoğunluğu yüksek alanlardır. Bu nedenle, emek-yoğun işler bu sektörlerde bir azınlıktır. Bu alanlardaki otomasyonun bilgi yoğun işlerde ortaya çıkması beklenmektedir. Yapay zeka uygulamalarının büyük verilerden sunduğu yüksek verimlilik nedeniyle, bilgi toplama, analiz ve uzmanlık gerektiren bazı yoğun bilgi gerektiren görevler otomasyona kaydırılabilecektir. Yönetim pozisyonlarının otomasyonu, endüstri ve yemek hizmetleri gibi sektörlerde daha az görüleceği öngörülmektedir.

Kalıcı ve yeni mesleklerde ve rollerde büyük veri, robotik sistemler, siber güvenlik, IoT ve yatay ve dikey entegrasyon gibi bileşenlerin etkisi bulunmaktadır. Ayrıca bu bileşenlerde istihdam edilecek insanların yetiştirilip yerleştirilmesi için eğitim,

geliştirme ve insan kaynakları uzmanlıklarının kalıcı olduğu görülmektedir. Yönetime dair meslekler ve roller de yerini korumaktadır.

Yeni mesleklere ve rollere bakıldığında yeniliğe odaklı AI, makine öğrenme, büyük veri gibi bilgi teknolojilerinde mesleklerin oluştuğu fark edilmektedir. Ayrıca kalıcı mesleklerde olduğu gibi bu yeni mesleklerde de çalışacak insanların yetiştirilmesi ve yerleştirilmesi için eğitim ve insan kaynaklarıyla ilgili yeni roller ortaya çıkmaktadır. Gereksiz mesleklerde ise öngörülebilir işlerin çoğunlukta olduğu emek ve bilgi yoğun meslekler bütünüyle karşı karşıya kalınmaktadır. Emek yoğun işlerin büyük çoğunluğu akıllı robotlar ve otonom araçlar sayesinde gerçekleştirilirken bilgi yoğun tarafta ise AI ve çeşitli BİT çözümleri kullanılmaktadır.

Yeni dönemde genel ve operasyon yöneticileri, veri analistleri ve bilim insanları, yazılım ve uygulama geliştirme analistleri ve satış ve pazarlama uzmanları gibi bazı mesleklerin ve rollerin hem kalıcı hem yeni hem de gereksiz mesleklerde aynı anda yer alacağı öngörülmektedir. Bunun sebebi teknolojinin geldiği seviyenin her sektörü ve mesleği aynı oranda etkilememesinden dolayıdır.

World Economic Forum (Dünya Ekonomik Forumu) tarafından hazırlanan "The Future of Jobs" (Mesleklerin Geleceği) raporu 2 yılda bir hazırlanmakta ve çalışma yaşamına dair ön planda olan gelişmelerin takip edilmesi, iş yapış şekillerinin değişimi ve iş hayatında talep edilebilecek yeni becerilere dair sonuçlar ortaya koyarak konuya ilgi duyan kişileri bilgilendirmektedir. Bu rapor, dünya çapında değişik sektörlerde hizmet sunan çok uluslu firmalardan edinilen yanıtların değerlendirilmesiyle oluşturulmaktadır. Raporda gerek mevcut durum gerekse de gelecekte olabilecek gelişmelere dair daha net bir tablo oluşturabilmek amacıyla çalışanlarla ilgili son veriler ışığında kamu ve özel sektörden üst düzey kişiler, stratejinin belirlenmesinden sorumlu kişiler ve insan kaynakları yöneticilerinin görüşleri yer almaktadır.

WEF tarafından hazırlanan bu rapora göre ortaya çıkması ve kaybolması beklenen mesleklere dair yapılan araştırma aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Tabloda ortaya çıkması beklenen meslekler arasında Yapay zekâ ve makine öğrenmesi uzmanı, İş zekâsı analisti, Bilgi güvenliği analisti, Robotik Mühendisi ve Büyük Veri Uzmanı gibi mesleklerin yer alması Endüstri 4.0'ın işgücü piyasasında ne denli büyük bir değişim yaratacağını gözler önüne sermektedir. Aynı istatistikte tarım aletleri operatörlerinin

bulunması ise şaşırtıcı ve arka planı araştırılması gereken bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (WEF, 2023).

Tablo 5 - 2023-2027 Döneminde Ortaya Çıkması ve Kaybolması Beklenen Meslekler

Yeni Meslekler	Kaybolacak Meslekler
Yapay zekâ ve makine öğrenmesi uzmanı	Banka Memurları ve İlgili Memurlar
Sürdürülebilirlik uzmanları	Posta Hizmetleri Memurları
İş zekâsı analisti	Kasiyerler ve Bilet Memurları
Bilgi güvenliği analisti	Veri Giriş Görevlileri
FinTech Mühendisleri	İdari Sekreterler
Veri Analistleri	Malzeme Kayıt ve Stok Tutma Görevlileri
Robotik Mühendisi	Muhasebe, Defter Tutma ve Bordro Memurları
Büyük Veri Uzmanı	Yasa koyucular
Tarım Aletleri Operatörleri	İstatistik, Finans ve Sigorta Memurları
Dijital Dönüşüm Uzmanları	Kapıdan Kapıya Satış Elemanları
Blockchain Geliştiricileri	Güvenlik görevlileri
E-Ticaret Uzmanları	Kredi Sorumluları

Kaynak: World Economic Forum- The Future of Jobs Report -2023

Aynı raporda ILO tarafından yapıldığı belirtilen Meslek İstihdam istatistiklerine göre ise daha farklı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Meslek İstihdam istatistiklerine göre gelecek yılllar içinde istihdamın en fazla artacağı ve azalacağı meslekler sıralanmış ve istihdamın en fazla artması beklenen meslekler arasında ilk beş sırada, tarımsal ekipman operatörleri, ağır vasıta ve otobüs şoförleri, mesleki eğitim öğretmenleri, Mekanik ve makine tamircileri ve iş geliştirme uzmanları bulunmaktadır (WEF, 2023).

Yapay zekanın gelişmesi nedeniyle çalışanlara ihtiyaç duymadan bazı kodlar yazılabilecek şekilde geliştirme araştırması yapılmaktadır. Aynı zamanda açık kaynak felsefesine dayalı programlama dillerinde yazılan kodları içeren kütüphanelerin sayısının artması ile basit ve temel uygulamalar eskisinden daha hızlı yazılabilmektedir. Yazılım ve uygulama geliştirme analistleri, bu kullanıma hazır kodlar üzerinde yeni bir dünya tasarlayabilmektedir.

2.3.3 İş Süreci ve Kalitesi

Literatürde girdi başına çıktı miktarı verimlilik olarak adlandırılmaktadır. Verimlilik artışları, birim girdi başına çıktıyı artırarak veya birim çıktı başına girdiyi azaltarak elde edilir. Geleneksel üretimle karşılaştırıldığında, akıllı fabrikalar işletmelere daha fazla esneklik sağlamaktadır. Üretim sürecinin otomasyonu, üretim hattı boyunca üretilen ürünler hakkında senkronize edilmiş veriler sunmaktadır. Yapılandırılabilir robotların kullanılması, aynı üretim tesisinde farklı ürünlerin üretilmesinin önünü açmakta ve bu sayede en küçük bileşenlerde değişiklik yapılarak tüketicilerin isteklerine uygun ürünler üretilebilmektedir. Bu esneklik aynı zamanda yeniliği de teşvik eder. Küçük prototipler ve yeni ürünler, karmaşık araçlara veya yeni üretim hatları oluşturmaya gerek kalmadan hızla üretilebilir hale gelmektedir.

Robotik, akıllı iş akışları ve entegre sensörler gibi yenilikçi dijital teknolojiler kullanılarak oluşturulan makineler, ekipman ve malzemeler otomatik olarak izlenebilir ve geleneksel olarak emek yoğun endüstriler otomatik hale gelebilmektedir (Aghimien ve diğerleri, 2018: 4-5). Simülasyon araçlarını, simülasyon modellerini, bilgi sistemlerini ve büyük veri analitiğini kullanarak iş akışlarını simüle etmek, ürün kalitesini iyileştirebilmekte ve üretkenliği artırabilmektedir.

Ürün geliştirmeyi dijital ve fiziksel üretimle birleştirmek, ürün kalitesini önemli ölçüde artırabilmekte ve üretimde hata oranlarını önemli ölçüde azaltabilmektedir. Günümüz teknolojisiyle, hataları tespit etmek ve hata düzeltme araçlarının üretim sürecinde gerçek zamanlı olarak müdahale edebilmek için sensörlerden gelen verileri kullanarak her bir parçayı izlemek mümkün görünmektedir. Bu veriler büyük veri teknolojisi kullanılarak analiz edilmekte böylece küçük ama kalıcı problemler tespit edilip çözülebilmektedir. Kalitenin bu şekilde iyileştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesinde ve dolayısıyla rekabet gücünün artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Avrupa'daki en büyük yüz üreticinin tüm kusurları ortadan kaldırması, kusurlu ürünleri imha etmesi veya yeniden işlemesi halinde maliyetlerinden yılda yaklaşık 160 milyar Euro tasarruf edeceği düşünülmektedir (Davies, 2015: 4).

Endüstri 4.0'da tanımlanan diğer bir üretkenlik etkisi, iyileştirilmiş karar verme süreçleridir. Yanlış kararlar maliyetleri artırabilir, zaman kaybına neden olabilir, üreticiler ve tüketiciler arasındaki ilişkiye zarar verebilir, ürün kalitesini düşürebilir ve potansiyel olarak güvenlik riskleri yaratabilir. Gerçek zamanlı verilere erişim, doğru

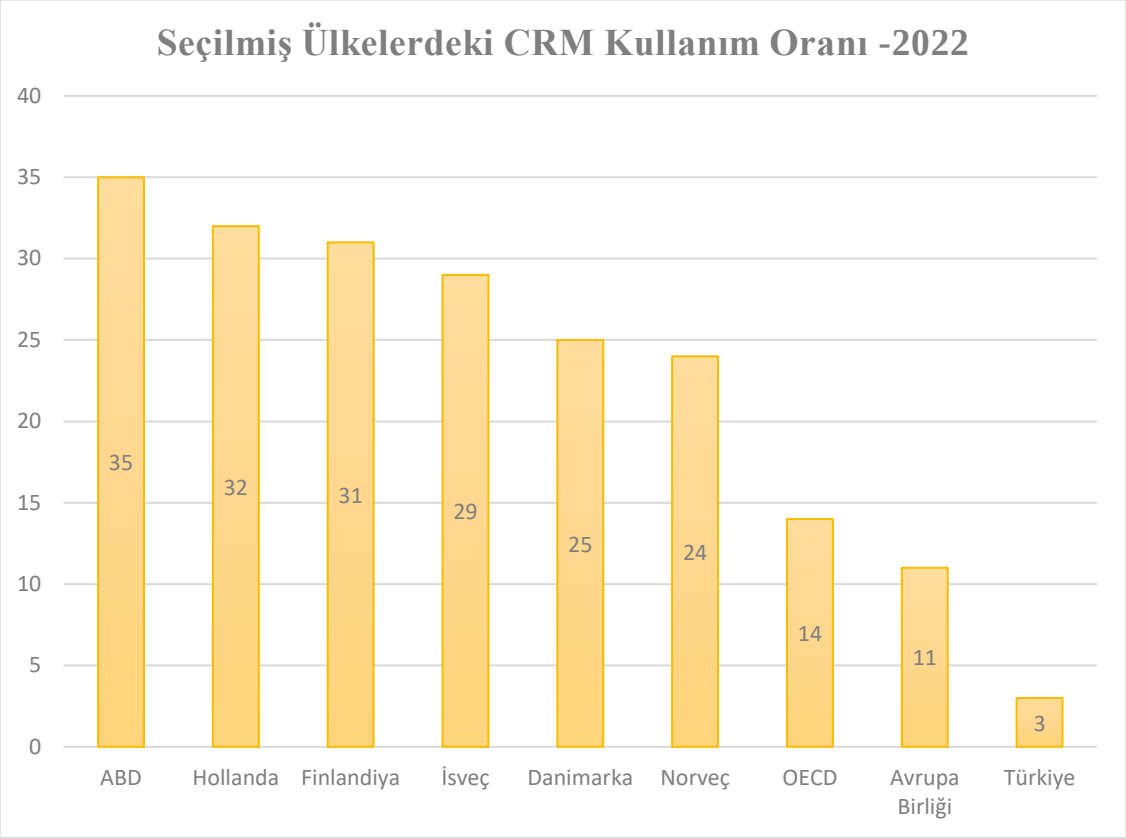
karar vermenin en önemli koşullarından biridir. Endüstri 4.0 bileşenleri, gerçek zamanlı bilgi sağlamaktadır ve daha iyi karar verme sürecini desteklemektedir.

Teknolojik değişmelerin işletmelerin verimliliğini artırmaya yönelik en önemli katkılarından biri de Endüstri 4.0'ın bileşenlerinden biri olan yatay ve dikey entegrasyonu mümkün olduğunca hızlandırmak ve kolaylaştırmaktır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin iş sürecinin her aşaması için sunduğu çeşitli çözümler sayesinde üretim, tedarik, satış gibi üretim süreçleri için veri elde edilebilmektedir. Aynı şekilde, ürün tedarikçilerinden son tüketicilere bilgi akışı sorunsuz bir şekilde tasarlanabilmektedir. Tüketicilerin satın almak istedikleri ürünlerin geçmişe göre daha fazla kişiselleştirilmesi talebi, işletmelerin bu yönde hareket etme sürecini etkin bir şekilde değiştirmiştir (Bektaş, 2021).

Bir Endüstri 4.0 dönüşümünde mümkün olan her yerde bu yatay ve dikey entegrasyonu sağlayan teknolojiler kullanılmalıdır. Bu amaçla yatay entegrasyonun önemli bir aşaması olan müşteri ilişkileri yönetimine yönelik çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu teknikler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Müşterilerle ilişkileri geliştirmek, müşterileri elde tutmak, satışları artırmak, yeni müşteriler bulmak ve müşterilerden mümkün olan en hızlı ve net geri bildirimleri almak şirketin ana hedefleridir. CRM (müşteri ilişkileri yönetimi) yaklaşımının en önemli yönü, şirketin web sitesi, telefon görüşmeleri, e-postalar, canlı sohbet, pazarlama materyalleri ve son zamanlarda sosyal medya dahil birçok farklı iletişim kanalından veri toplanmasıdır. Veri derleme çabalarını kolaylaştırmak için CRM yöntemlerini kullanan sistemler sayesinde işletmeler, hedef kitleleri hakkında daha fazla bilgi edinebilir ve bu kitlelerin ihtiyaçlarına en iyi ve hızlı şekilde nasıl cevap verebileceklerini öğrenebilirler (Kulpa, 2017).

CRM yaklaşımı sayesinde bir işletme rekabette büyük avantaj sağlayarak rakiplerini ekarte edebilmektedir. Aşağıdaki tablo, Türkiye'nin de içinde bulunduğu bazı OECD ülkelerinde kurumsal CRM programlarının 2022 yılı itibariyle kullanım oranlarını göstermektedir.

Tablo 6 - Seçilmiş Ülkelerdeki CRM Kullanım Oranı -2022

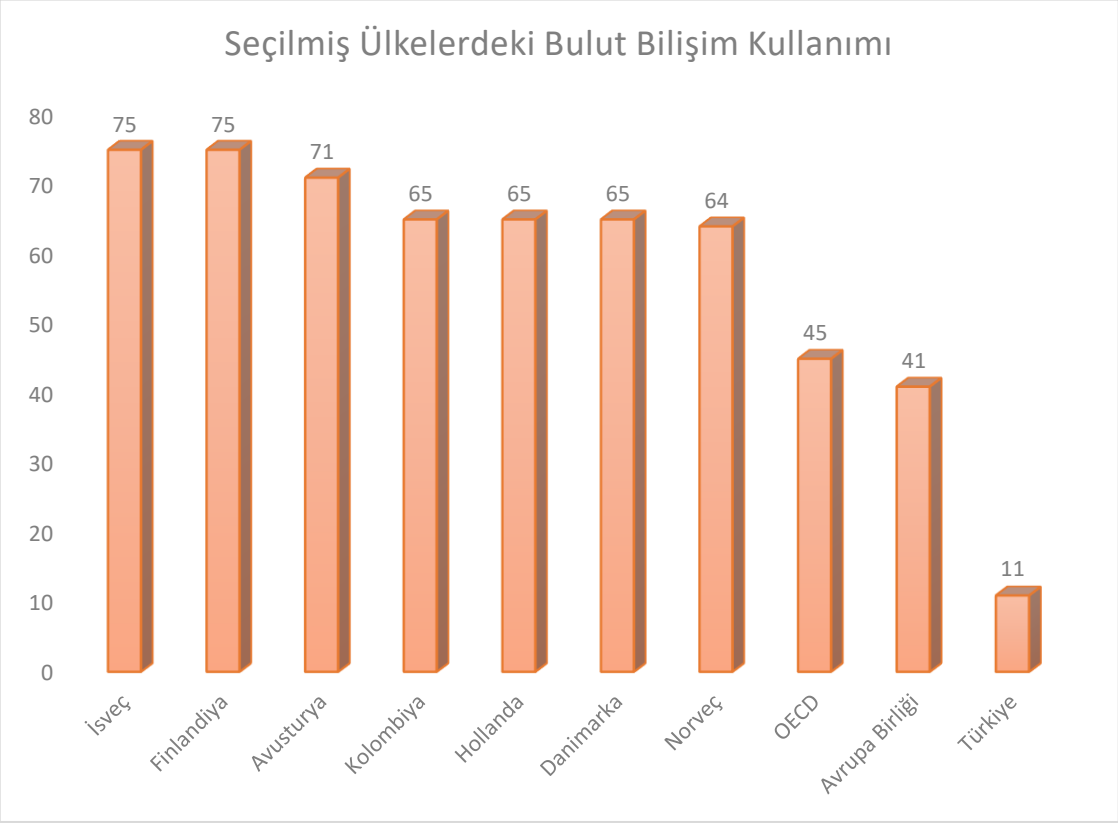


Kaynak: OECD Statistics, https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/25

CRM, gelişim için tüketicilerden olumlu veya olumsuz geri bildirim almak ve şikâyetlerini dinlemek için çok önemlidir. Karşılaşılan sorunları en hızlı şekilde çözecek aksiyonlar geliştirmek, Endüstri 4.0'ın temel hedeflerinden biridir. İstatistik en az 10 çalışanı olan işletmeleri kapsamakta olup tablodan da görüleceği üzere Türkiye 2022 yılı verilerine göre OECD ülkelerinin oldukça gerisinde yer almaktadır. İşletmeler, iş süreçlerini iyileştirmek ve kalitelerini artırmak için sürekli olarak verileri izlemekte ve ölçmektedir. İşletmeler 7/24 gerçek zamanlı veri akışına eriştiğinde, hızlı iş kararları alabilir, maliyetleri kontrol edebilir ve gerektiğinde yeniden yapılandırmak için bu analitiği kullanabilirler.

Bulut bilişim teknolojisi sayesinde işletmeler bu verileri toplayarak şeffaf hale getirerek ve aynı zamanda güvenliğini sağlayarak daha kolay analiz edebilmektedirler. Aşağıdaki tablo, Türkiye'nin de yer aldığı bazı OECD ülkelerinin kurumsal bulut bilgi işlem kullanım oranını göstermektedir.

Grafik 2 - Seçilmiş Ülkelerdeki Bulut Bilişim Kullanım Oranı- 2022



Kaynak: OECD Statistics, https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/25

CRM istatistiğinde olduğu En az 10 çalışanın istihdam edildiği işletmelerin dâhil edilerek oluşturulan tabloda OECD ülkeleri arasında en çok bulut bilişim kullanımı İsveç'te yapılmaktadır. Bu istatistikte Kolombiya'nın ilk sırlarda yer alması dikkat çekici olarak değerlendirilmektedir. CRM tablosunda olduğu gibi Türkiye yine son sıralarda yer almaktadır.

İş sürecini ve kaliteyi iyileştirmede bir diğer önemli faktör internet hızıdır. İster yatay ister dikey entegrasyonda olsun, tüm veriler sadece internet hızının izin verdiği hızda ihtiyaç duyulan yere aktarılabilir. İnternet hızı, günümüzde birçok teknolojinin etkin kullanımı için esastır. Bu amaçla ülkeler 5G teknolojisine yatırımlarını önemli ölçüde artırmaktadır.

Üretimde robotların kullanılmaya başlanması, iş akışını ve kaliteyi artıran faktörlerden biridir. Ülkeler, üretim maliyetlerini azaltmak için yatırımlarını robot teknolojisine kaydırmaktadır. IFR tarafından Ocak 2021'de yayınlanan ve her 10.000 çalışan başına düşen robot sayısının gösterildiği rapora göre, 2019'da dünyada her 10.000 çalışana 113 robot düşüyordu. Tahmin edilebileceği gibi en yüksek yüzdeye sahip ülkeler, kendi

teknolojilerini üretip dünyaya satan gelişmiş ülkeler olarak gerçekleşmiştir. Bu istatistiğe göre 10.000 çalışana düşen robot sayısında ilk beş ülke sırasıyla; Singapur 918, Güney Kore 868, Japonya 364, Almanya 346 ve İsveç 274'tir. Ayrıca Almanya, Avrupa endüstriyel robot pazarında %38 paya sahip olup, küresel endüstriyel robot pazarında en yüksek paya sahip ülke konumundadır. Avrupa'nın en büyük robot pazarı ve sahibi olan Almanya'nın 2010'da 720.000 olan bu sektördeki istihdam düzeyi, 2019'da 850.000'e yükselmiştir (IFR, 2021).

İyileştirilmiş iş süreçleri ve kalite yoluyla tüketici talebini uygun şekilde karşılamanın anahtarlarından biri, tedarik zincirinin uygun şekilde yönetilmesidir. Tedarik zinciri sadece üreticileri ve tedarikçileri değil aynı zamanda nakliyecileri, depoları, perakendecileri ve tüketicileri de içermektedir. Aynı zamanda şirket bünyesinde ürün geliştirme, pazarlama, operasyon, dağıtım, finans ve müşteri hizmetleri departmanları da sürece dahil olmaktadır. Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM), tedarik zincirindeki her bir birimin ihtiyaçlarını en düşük maliyetle karşılamak için tedarik zincirindeki tüm iş süreçleri ve faaliyetlerin bütünleşik olarak planlanması, koordinasyonu ve kontrolünü kapsar. Bu yönetim sayesinde ürünler daha hızlı teslim edilir, stoklar azalır, ürün kalitesi yükselir, süreçte daha fazla bilgi üretilir ve analiz edilir, stratejiler doğru belirlenir, nakliye ve işçilik gibi maliyetler azalır ve satışlar artar. Birçok şirket, SCM'den yararlanarak iş süreçlerini ve kaliteyi kolayca geliştirebilmektedir (Van der Vorst, 2004: 105-111).

2.4 ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞGÜCÜNÜN NİTELİKSEL DÖNÜŞÜMÜNE OLASI ETKİLERİ

Dünyada yaşanan endüstri devrimlerini inceleyen tüm bilim adamları, önceki sanayi devrimlerinin sadece ekonomik yapıları değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel yapıları da etkilediği konusunda hemfikirdir. Sanayi devrimi, yalnızca üretim biçimini etkileyip değiştiren değil, aynı zamanda insanların yaşam biçimini de değiştiren bir olgudur. Dolayısıyla Endüstri 4.0 devrimi, insanların yaşam tarzlarını, özelliklerini, yeteneklerini de değiştirmiştir.

Gerek iş hayatında gerekse de özel hayatında gün boyunca sürekli olarak dijital etkenlere maruz kalan insan beyni, insanı sürekli hareket eden bir makineye dönüştürmeye başlamıştır. Günümüzde kısa bir makaleyi baştan sona okumak, durup sakince düşünmek ve insanlarla sohbet konusunun derinliklerine inmek giderek

zorlaşmaktadır. Bu durum ise bazılarında hayal kırıklığı ve mutsuzluğa yol açabilmektedir (Schwab, 2016: 90).

Dijitalleşme ve ileri teknolojinin getirdiği yeni düzen ile insanların birbirleriyle bağlantı kurma gereksinimi artmaktadır. Literatürde endüstri 4.0'ın kişisel ve kolektif ilişkileri derinleştirirken insanların sosyal becerilerini ve empatilerini olumsuz etkileyeceği yönünde endişeler bulunmaktadır. Buna bağlı olarak, 2010 yılında üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bir araştırma, yaklaşık 25 yıl öncesine kıyasla empati düzeylerinde %40'lık bir düşüş yaşandığını ve 2000'li yıllarda gerçekleşen bu düşüşün büyük bir kısmının, teknolojinin insanlardaki yerinin değişmesinden kaynaklandığını ifade etmektedir. (Konrath vd., 2010: 186).

Yeni üretim sürecinde, akıllı sistemler rutin görevleri yerine getirme ihtiyacını ortadan kaldırdığından, çalışanların yaratıcı ve katma değeri yüksek faaliyetlere odaklanacağı varsayılmaktadır. Nitelikli çalışan bulma sorunu (gelecekte sorun olacağı düşünülen) göz önüne alındığında, yaşlıların çalışma ömürlerini uzatmaları ve daha uzun süre üretken kalmaları muhtemel görünmektedir. Endüstri 4.0'ın esnek çalışma tarzlarını mümkün kılacağı, çalışanların iş, özel yaşam ve kariyer gelişimini yöneteceği ve daha iyi bir iş-yaşam dengesi kuracağı iddia edilmektedir (Moraes ve Lepikson, 2017: 734).

Şahin v.d. 2015 yılında teknolojik gelişmeler, iş yapıları ve iş gücü nitelikleri konularında saha araştırması gerçekleştirmiştir. Anket yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmada katılımcılar, yeni teknolojilere adapte olmanın başarı oranlarını artırdığını, hizmet içi eğitimin çalışanların bilgi düzeyini artırarak yeteneğini geliştirdiğini ve uzmanlaşmada yeni teknolojilerin kullanılmasının firmanın genel performansına ve verimliliğine olumlu yönde katkı sağladığını ve endüstride teknoloji kullanımını artırdığını belirtmişlerdir. Öte yandan, yeni teknolojilerin kullanımının zamanı verimli kullanabileceği, çalışan memnuniyetini artırabileceği, çalışanların genel nitelik düzeyini etkileyebileceği ve işe bağlılıklarını artırabileceği konusunda fikir birliği yoktur. Ayrıca yeni teknolojilerin kullanımının çalışanların sosyalleşmesi ve motivasyonu üzerinde birebir etkisinin olmadığı da görülmektedir (Şahin, vd., 2015: 118-124).

Otomasyonun iş gücü üzerinde ne düzeyde güçlü bir etki yaratabileceğine dair bir çalışma yapılmıştır. TSE (tam zamanlı eşdeğeri) (Şeker, 2014: 30) kullanılarak kısa, orta ve uzun vadeli etki senaryoları altında farklı yapıların verileri karşılaştırılmakta ve bazı gelişmiş ülkeler, bölgeler için çeşitli çıkarımlar yapılmaktadır. Ülkelerin gelişmiş,

gelişmekte olan ve az gelişmiş kategoriler ekseninde incelendiği çalışmada 2030 yılına kadar otomasyonun Almanya'da 9,1 TSE'ye ve Türkiye'de 5,1 TSE'ye kadar işgücü hareketliliğine yol açacağı öngörülmektedir. Diğer ülkeler için yapılan tahminler ise şu şekildedir: ABD 38,6, İngiltere 6,6, Brezilya 15,6, Çin 111,2, Hindistan 56,9, Endonezya 17, İtalya 5,3, Japonya 15,5, Meksika 8,8, Rusya 11,3, İspanya 4,3, Singapur 0,8 ve Güney Kore 6,6 (McKinsey, 2018).

Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, ülkenin beceri düzeyi ve mevcut işlerin otomasyon oranı TSE sonuçları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Örneğin, Singapur en fazla robot kurulumuna sahip ve kişi başına düşen robot sayısı yüksek olan gelişmiş ülkelerden biri olmasına rağmen, mevcut işlerin otomasyon oranı düşüktür ve bu da TSE sonuçlarının düşük olmasına neden olmaktadır. Türkiye'yi incelediğimizde ise gelişmekte olan ülke kategorisinde yer almasına ve otomasyona duyarlı çok sayıda işe sahip olmasına rağmen TSE oranı 5,1 düzeyindedir. Bunun nedeni, ülkenin teknoloji seviyesinin işgücü hareketliliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olacak kadar güçlü olmamasıdır.

2.4.1 Yetkinlikler

Her yeni teknoloji, dünya genelinde işgücü piyasalarının tüm sektör ve mesleklerinde işin doğasını değiştirme gücüne sahiptir. Bu dönüştürücü güç, tarih boyunca mevcut olduğu için Endüstri 4.0'ın gelişiyle ilk kez görülen bir durum değildir. Endüstri 4.0'ın farkı değişime sebep olması değil, iş gücünde yaratacağı olası değişimlerle birlikte teknolojik gelişme hızının getireceği ve sosyal gelişimde yaşanması beklenen değişim hızıdır. Ülkelerin teknolojik donanımları, eğitim sistemleri, iş gücü yapıları, ekonomik güçleri ve yasal altyapılarının değişimle başa çıkma ve lider olma yarışında güçlerini artırma konusunda yeterli olup olmadığı tüm ülkelerin kendilerine sorması gereken sorulardır.

İş başı eğitim ve teknik eğitim programları, çıraklık modelleri ve benzeri yaklaşımların hemen hepsi çalışanların yeni beceriler geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bunun yanında çalışanların hayat boyu öğrenme felsefesini benimsemeleri de bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Çünkü yeni beceriler kazanmanın tek seferlik bir olay gibi görülmekten ziyade bir insanın kariyeri boyunca süreklilik arz eden bir yapıya dönüşeceği gözlemlenmektedir (Bektaş, 2021).

Endüstri 4.0 Devrimi sürecinden karlı bir şekilde çıkmak için ülkelerin geleceğin işgücünü planlamalarını doğru bir şekilde yapması ve bu yönde aksiyon alması önemlidir. Matematik, mühendislik, fen bilgisi gibi pozitif bilimlerin yanı sıra teknik ve mesleki eğitimde de belirli becerilere sahip bir işgücü yetiştirmek için yeni müfredatlar oluşturularak yeni sistemin temelleri atılmaktadır. Dijitalleşme sürecine uyum sağlamak için bu becerilerin gerek yeni gerekse de eski nesiller tarafından benimsenmesi oldukça önemlidir. Bu noktada sadece mevcut işgücü değil göç yoluyla ülkeye gelen işgücü de önemlidir. Bu değişim süresince değişim hızı ne kadar yüksek olursa işgücünü de bu değişim hızına ayak uyduracak şekilde planlamak ve gerekli esnekliği sağlamak gerekmektedir (Bektaş, 2021).

Endüstri 4.0'a geçiş sürecinin kısa vadede sorunsuz bir şekilde atlatılması için yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır. WEF tarafından hazırlanan The Future of Jobs raporuna göre işverenler 2023-2027 dönenimde stratejik olarak çalışanlarının liderlik ve sosyal etki alanlarında uzmanlaşmasını tercih ettiklerini ifade etmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen kişiler çalışanlara liderlik becerisi kazandırılmasının özellikle otomotiv, havacılık, altyapı, tedarik zinciri, taşımacılık ve ileri düzey üretim sektörlerinde önemli olduğunu vurgulamışlardır. Raporda ayrıca empati, birlikte çalışma, aktif dinleme, gibi sosyal becerilerin önümüzdeki dönemde revaçta olacağını belirtmişlerdir. İşlerin geleceği raporuna katılan iş liderleri Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde işgücü stratejileri ile alakalı olarak aşağıdaki tabloda görüleceği üzere farklı görüşlerde bulunmuşlardır (WEF, 2023)

Grafik 3- The Future of Jobs Report İşgücü Stratejileri 2023-2027

Tablo: World Economic Forum- The Future of Jobs Report -2023

Tablodaki verilere göre iş liderleri çoğunlukla var olan çalışanların beceri artırımı yoluyla mevcut işlerinde veya daha üst görevlerde istihdam edilmesi gerektiği yönünde görüş bildirmiştir. Ancak rapora göre otomasyon sürecinin hızlandırılması seçeneği de fazlasıyla önerilmiştir. Bu noktada birtakım bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin Çin, Vietnam, Kore Cumhuriyeti gibi doğu Asya ülkeleri hizmet içi eğitimle çalışanları istihdamda tutmayı tercih etmiştir. Avrupa'da ise farklı görüşler mevcuttur. İsviçre, İsveç ve Polonya gibi ülkeler otomasyon hızının artırılmasının önemini vurgularken, Çekya ve Fransa gibi ülkeler Asya ülkeleri ile aynı görüşü paylaşmaktadır (WEF, 2023).

McKinsey Globak Instıtute tarafından 2020 yılında yapılan bir çalışmada Türkiye'de işgücünün sahip olduğu yetkinliklerin hangilerinin mevcut teknoloji ile yapılabileceği ve gelecekteki yetkinlik tahminleri konuları incelenmiştir. Çalışmada beceriler "teknolojiden etkilenmez", "teknolojiden kısmi etkilenir" ve "teknolojiyle tamamen otomasyonlaştırılabilir" olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Yeni kalıplar üretme ve geliştirme, mantıksal çıkarım yapma, problem çözme, yaratıcı fikir geliştirme, birden fazla bireyle etkileşim kurabilme, doğal dilini anlama, sosyal ve duygusal algı yeteneği, sosyal ve duygusal mantık yürütme ve sosyal ve duygusal reaksiyon gösterme teknolojiden etkilenmeyen yetkinliklerdir. Duyusal algı, çıktı yorumlayabilme ve sunma becerisi, doğa dili üretebilme, küçük motor becerileri/el becerisi ve hareketlilik

teknolojiden kısmi etkilenen yetkinliklerdir. Ve son olarak bilinen kategorileri tanımlama, optimize etme ve planlama, bilgi çıkarma, büyük motor becerileri ve navigasyon bilgisi teknolojiyle tamamen otomasyonlaştırılabilen beceriler olarak belirlenmiştir (Singh, v.d., 2020: 16).

Türkiye yeni sanayi sistemine uygun bir işgücü yetiştirmek için 21,1 milyon çalışanın halihazırda işlerinde çalışmaya devam ederken aynı zamanda Endüstri 4.0 teknolojisinden yararlanarak becerilerini geliştirmesi gerekmektedir. Bunun yanında otomasyonun ve dijitalleşmenin yeniden beceri kazanması gereken ve işinden olması muhtemel görülen 7,6 milyon çalışan üzerinde artan bir etkiye sahip olacağı öngörülmektedir. Bu grupta yer alan 5,6 milyon kişinin yetkinliklerin geliştirerek yeni roller edinmesi ve 2 milyon kişinin de değişik sektörlerde ve mesleklerde çalışabilmek için yeni beceriler kazanması gerektiği ifade edilmektedir. İşgücüne dahil olan 7,7 milyon yeni çalışanı gerekli güncel becerilerle bu aşamada son derece büyük bir önem taşımaktadır. (McKinsey, 2020, 5).

Gelecekte işgücünün sahip olması gereken yetkinlikler beş kategoride incelenmektedir. Bu yetkinlikler; fiziksel ve elle yapılan emek yoğun işler, bilgi yoğun mesleklerde yoğun olan temel bilişsel beceriler hem bilgi hem de yaratıcılık gerektiren daha yüksek bilişsel beceriler, etkileşimin fazla olduğu işlerdeki sosyal ve duygusal beceriler ve beşinci olarak da AR-GE çalışmalarıyla gelişimi hızlandıran teknoloji temelli becerilerdir. Teknik ve sosyal yetkinliklerin diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de dönüşmesinin gereklilik olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumun nedeni ise veri girişi ve makine kullanımı gibi emek yoğun meslekler otomasyona daha duyarlı olduğu için temel bilişsel ve fiziksel yetkinliklere olan talebin çoğu sektörde azalacağına dair beklentidir. Eğer 2030'da beklenen yetenek dönüşümü gerçekleştirilebilirse en büyük değişikliğin %63 ile teknolojik yetkinliklerde olacağı öngörülmektedir. Bu süreçte sosyal becerilerin %22 ve daha yüksek bilişsel yetkinliklerin %7 artacağı öngörülürken temel bilişsel ve fiziksel becerilerin sırasıyla %10 ve %8 azalması beklenmektedir (McKinsey, 2020, 5). Bu beceriler çerçevesinde aşağıdaki tabloda 2030'da Türkiye'de en çok talep göreceği beklenen beceriler yer almaktadır.

Tablo 7 - 2030'da Türkiye'de En Çok Talep Göreceği Beklenen Yetkinlikler

1. Teknolojik yeniliklere hâkim olma	7. İleri seviye iletişim
2. Etkin öğrenme stratejilerine sahip olma	8. Uyum sağlayabilme ve sürekli öğrenebilme
3. Teknoloji tasarlama ve programlama	9. Yaratıcılık
4. İleri düzey veri analizi yapabilme	10. Kompleks problemleri çözme
5. Girişimcilik ruhu	11. Direktif verme, rehberlik etme ve öğretme
6. Duygusal zekâ	12. Eleştirel düşünce ve analiz

Kaynak: Singh, Alok, v.d., **Future of Work: Turkey's Talent Transformation in the Digital Era**, https://www.mckinsey.com/tr/~/media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/turkey/ our%20insights/future%20of%20work%20turkey/future-of-work-mckinsey-turkey-full-report.pdf, 18 Ocak 2021, s. 35.

Endüstri 4.0'ın yetkinliklere dair yaratacağı değişim genel olarak değerlendirildiğinde; gelecek, yetkinlikler için bir fırsat sunmaktadır, ancak bunun yanında eğitim ve öğretime yeterli düzeyde erişim sağlayamayan veya eğitim seviyesi daha düşük olan çalışanlar için önemli bir risk unsuru olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Çalışanlar mevcut işlerinin otomasyona uğraması sebebiyle kendilerini işsiz kalma riski ile karşı karşıya görmektedir. Söz konusu durumdan dolayı yetkinliklerin kutuplaşma yaratma ihtimali bulunmaktadır. Yani, otomasyonlaşma, becerisi yüksek olan vasıflı kişilerin işgücü piyasasında daha iyi ve iş güvencesi yüksek pozisyonlara erişim imkanlarını artırırken daha düşük vasıflı kişilere ters yönde etki ederek onları tamamen sistem dışına itme riski taşımaktadır.

2.4.2 Çekirdek ve Çevre İşgücü

Küreselleşme ve neoliberal politikaların etkisiyle işler parçalanmış ve farklı kıtalara, ülkelere ve işyerlerine yayılmaya başlamıştır. Bu süreçte işler, mekânsal ve biçimsel olarak farklı bölümlere doğru ilerlemiştir. Bu bölünmelerin bir sonucu olarak, bazı işler daha yüksek vasıflar gerektirmekte ve sermaye yoğunken, diğerleri daha az vasıflı ve emek yoğun hale gelmiştir.

Çekirdek işgücü, yüksek vasıflı ve sermaye yoğun işleri gerçekleştirirken, çevresel işgücü, vasıfsız ve emek yoğun işleri gerçekleştirir. Genel hatlarıyla incelendiğinde çekirdek işgücü, İyi eğitimli, kurumsal olarak kalifiye, genellikle süresiz iş sözleşmeleri olan, istihdamı daha düzenli, düşük iş gücü devrine sahip, işle ilgili stratejik

sorumluluklar alabilen, iyi çalışma koşullarına ve ücretlere sahip olan kişilerdir. Sektörün kariyer beklentilerinin uygunluğuna bakıldığında bu kişiler sendikalı ve mesleki eğitim görmüş çalışanlardan oluşmaktadır. Öte yandan çevre işgücü, düşük eğitim düzeyi, düşük nitelik düzeyi, yarı zamanlı veya geçici esnek istihdam, kayıt dışı istihdam, yüksek işgücü devri, stratejik iş sorumlulukları, kötü çalışma koşulları ve düşük ücret özelliklerine sahiptir. Hiçbir hakkı olmayan, kariyer odaklı olmayan, sendikalaşma oranı düşük, mesleki eğitim düzeyi düşük çalışanlardan oluşmaktadır (Shackleton vd., 1995: 35; Şimşek, 2000: 8-9).

İlk iki sanayi devriminde ağırlıklı olarak imalatta istihdam edilen çevre işgücü, üçüncü sanayi devriminin başlamasıyla birlikte teknoloji ve bilgi yoğun sektörlere kaymıştır. Bu süreçte çekirdek işgücü ise, üretim ve hizmet sektörlerinde yoğunlaşmıştır (Uyanık, 2008, 2016; Şahin vd., 2015: 105). Endüstri 4.0 dönüşümünün getirdiği teknolojik gelişmeler sayesinde hangi iş gücü türlerinin işlerini otomatikleştireceğine baktığımızda, otomasyon olasılığı yüksek işlerde çalışan çevre iş gücünün görevlerinin daha öngörülebilir olması nedeniyle endüstri 4.0 sürecinde daha az şanslı oldukları görülmektedir. Öte yandan, otomatikleştirilmesi pek mümkün olmayan işlerde çalışan çekirdek iş gücü, öngörülebilir görevlerinin olmaması nedeniyle daha şanslı olacağı varsayılmaktadır.

Teknolojik değişimlerin de etkisiyle son yıllarda çekirdek emek ve çevresel emeğin yanı sıra emeği tanımlayan kavramlardan biri de "sanal emek" kavramıdır. Başka bir deyişle, "Clickworker", tıklama işgücü olarak da isimlendirilen iş gücü kavramı, işi dijital ve telekomünikasyon teknolojilerinin bir kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilen ve/veya dijital ortamlar için içerik üreten ücretli veya ücretsiz emek olarak tanımlanmaktadır (Huws, 2012: 3). Yapısal olarak dağınık ve mobil olan sanal işgücü, BİT ve bulut teknolojilerinin kullanımı arttıkça ve İnternet kapsamı genişledikçe daha fazla kişiyi istihdam etmektedir. Bu kişiler yazılım, uygulama ve web geliştirme gibi uzmanlaşmış teknik alanlarda, satış ve pazarlama, finans ve muhasebe gibi yönetim pozisyonlarında ve grafik tasarım, video prodüksiyon, animasyon, multimedya ve içerik üretimi gibi yaratıcı alanlarda istihdam edilmektedirler. Sanal çalışma, başlangıçta yüksek yetenekler ve donanım gerektirmekteyken zamanla teknoloji yaygınlaştıkça ve daha kullanıcı dostu hale geldikçe bu donanımlar daha talepkar hale gelmiştir. Bu nedenle, günümüzde sanal işin bir kısmı çekirdek çalışanlar tarafından yapılır hale gelmiştir. Bu işlerin çoğu, giderek daha güvencesiz koşullar altında ve genel olarak

ücretsiz bir biçimde yapılmaktadır (Webster ve Randall, 5-7). Endüstri 4.0 dönüşümündeki rutin, öngörülebilir işlerin çoğunun yerini otomasyon ve sermayenin alması beklendiğinden, düşük ücretli, düşük vasıflı işçilerin yapabileceği bazı sanal işler de bu değiştirilebilir işler içerisinde yer almaya başlamıştır

Sanal çalışanlar bu kadar kısa sürede kendilerine yoğun bir istihdam alanı bulduklarından hangi yaka türü ve kategorisine girdikleri literatürde çeşitli tartışmalara konu olmuştur. Bir yandan yaratıcı, kültürel, sanatsal ve bağımsız işler sanal olarak yapılabilirken, diğer yandan web sitesi geliştirme gibi işler artık çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Bu dengesiz yapı, sanal işçilere ödenen ücretlerin ölçeğini büyük ölçüde genişletmekte ve işçilerin kayıt dışı işlere kaymasına sebep olmaktadır.

İşin benzersizliği ile iş otomasyon oranları arasında önemli bir bağlantı vardır. Bu alanda yapılan bir çalışma, bu konuda daha yüksek bir orana sahip işlerin çoğunlukla aynı anda birden fazla kişi tarafından yapılan ve inşaat şantiyeleri gibi çalışma alanlarında yapılan büyük işler olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca, esnek işgücü ile geçici olarak gerçekleştirilebilecek işlerin yüksek düzeyde otomatik olduğu, ilerleme için sınırlı fırsatlara sahip olduğu ve mevcut çalışanlar için işe gidip gelme eğitimi gerektirmediği belirtilmiştir (McGuinness vd., 2019: 16).

Daha yüksek eğitim düzeyine sahip çalışanlar, gelecekteki gelişim konusunda daha iyimserken, daha yüksek otomasyon oranlarına ve daha düşük eğitim düzeyine sahip çalışanlar geleceğe daha şüpheyle bakmaktadır (Moueddene vd., 2019: 12). Bu nedenle mentörlük ve destek faaliyetleri, artan eşitsizliği önlemek, herkesi Endüstri 4.0 dönüşümüne dahil etmek ve düşük vasıflı işçilerin işgücü piyasasında istihdam edilebilirliğini sürdürmek için gerekli yeteneklerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

2.4.3 Yaka Renklerinde ve Cinsiyet Rollerindeki Olası Değişimler

Teknolojik değişimler sayesinde, kaliteyi artırmak ve tedarik zinciri boyunca kesintisiz bir ilişki sürdürmek için tüm üretim hattından gerçek zamanlı veriler elde etmek giderek daha mümkün olmaktadır. Üretim hattı halen sıradan bir üretim hattı olmasına rağmen hat üzerinde robotlar, sensörler ve ICT bulunmaktadır. Bu da üretim sürecini donanım, yazılım ve veri sistemlerinden oluşan üçgen bir çerçevede şekillendirmektedir. Bu üçgen ilişki, üretim sistemlerine uyum sağlama, robotlarla iş birliği yapma, değişen görevleri

yerine getirme, gerektiğinde sorunları çözmek için üretim hattına müdahale etme gibi karmaşık yetenekleri beraberinde getirmektedir. Robotlar iş yapmak için daha güvenli, daha az maliyetli görülmekte ve daha az hata oranı ile çalışmaktadır. Bunun üretim sürecinde mavi yakalı olarak bilinen, çoğunlukla fiziksel emeğe dayalı tekdüze görevleri yerine getiren görece düşük ücretli işçilere olan talebi azaltacağına inanılmaktadır.

Endüstri 4.0 devrimi ile üretim bandında meydana gelen bu değişim, beyaz yakalı olarak bilinen, genel olarak ofislerdeki masalarda bilgi üreten, işleyen veya yan hizmetlere katılan hizmet sektöründeki çalışanları da etkilemiştir. Büyük verinin yıllar içinde katlanarak sipariş alma, siparişleri sıralama, tüketicilere uygun ürün sunma, müşteri verilerini işleme, muhasebe kayıtlarını tutma, ödemeleri alma, uygun standartlar belirleme gibi bilgi ve iletişim teknolojileri ve konumlanma ile doğru kişileri seçmek gibi yazılım aracılığıyla yapılabilecek görevleri yerine getirmesi beklenmektedir. Beyaz yakalı çalışanlar işletme ölçeğinde bu tür görevleri yapmaya devam etse de gelecekte bu görevlerin önemli bir kısmının gelişen teknolojik uygulamalarla gerçekleştirileceği konusunda görüş birliği vardır.

Zamanla işin doğası, işyerleri, çalışma tarzları ve kullanılan teknolojideki değişiklikler beyaz yakalı çalışanlar arasında bir miktar ayrışmaya yol açmıştır. Bazı çalışanlar günlük görevler üzerinde çalışırken, diğerleri daha önemli problem çözme ve yaratıcılık gerektiren, tekrar etmeyen, karmaşık ve yönetim gerektiren görevler üzerinde çalışmaya başlamıştır. Örneğin, bir bilgisayara veri girişi yapan bir çalışan daha öngörülebilir bir iş yaparken, bir başka çalışan bu bilgileri analiz eden, tekrarlanmayan, karmaşık görevleri yerine getiren bir görevde yer almaktadır. Bu nedenle bilgisayar mühendisleri, tasarımcılar, araştırmacılar, analistler, hukukçular gibi bilgi üreten çalışanlar için altın yakalı çalışan kavramı kullanılmaya başlanmıştır. Altın yakalı çalışanların genel özellikleri ekiplere liderlik edebilmeleri, ekip yönetebilmeleri, esnek bir beceri tabanına sahip olmaları, sürekli kişisel gelişime açık olmaları, çok sayıda iş ilişkisine, bilimsel ve teknik bilgiye sahip olmaları, disiplinler arası çalışabilmeleri, teknoloji üretebilmeleri, teknik ekipman kullanabilmeleri ve beyaz yakalılardan daha yüksek ücret kazanmalarıdır. Beyaz yakalı çalışanlar lise, ön lisans ve lisans derecesi gerektiren işlerde çalışabilirken, altın yakalı çalışanlar yüksek lisans, doktora, çift anadal ve hatta birçok farklı yeterlilik gerektiren işlerde çalışabilmektedirler (Wonacott, 2002: 1-3).

Bu çalışan tiplerine ek olarak iş hayatında “gri yakalı çalışan” olarak bilinen yeni bir çalışan tipinin ortaya çıkacağına inanılmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi mavi yakalı çalışanların eğitim düzeyi beyaz yakalı ve altın yakalı çalışanlara göre görece daha düşüktür. Mavi yakalı çalışanların eğitim ve öğretim yoluyla yeni becerilerle donatılmasına ihtiyaç vardır çünkü otonom sistemlerin kullanımı arttıkça mavi yakalı çalışan sayısının azalacağı iddia edilmektedir. Böylece bu kişilerin yeni ortaya çıkan mesleklerde istihdam edilmelerinin önünü açabilir. Bu, yeni bir "renk" anlamına gelmektedir. Tam olarak mavi ya da beyaz olarak tanımlanamayan bu yeni türe “gri” adı verilmektedir (Eriş vd., 2020: 264). Gri yakalı çalışanlar, mavi yakalı çalışanlardan daha kıdemli, beyaz yakalı çalışanlardan ise daha az kıdemlidir ve bu da mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlar arasında bir karışım sağlamaktadır. Teknik yetenekleri beyaz yakalı çalışanlar kadar iyi olmasa da mavi yakalılara göre daha üst düzeyde beceriye sahiptirler. Endüstri 4.0 dönüşümünde otomasyon arttıkça vasıflı teknisyenlerin gri yakalılara dönüşeceği öngörülmektedir. Bu kişilerin maaş düzeyinin ise, niteliklerine benzer şekilde, mavi yakalılardan daha yüksek ve beyaz yakalılardan daha düşük olacağı tahmin edilmektedir.

PwC tarafından 2018 yılında yapılan bir araştırma, Endüstri 4.0'ın eğitim düzeyleri üzerindeki etkisini değerlendirmeye çalışmıştır. 2020 yılında Türkiye'de bu süreçten ilkokul mezunlarının %0, lise mezunlarının %2 ve üniversite mezunlarının %2'sinin etkileneceği söyleniyor. 2030 yılına kadar bu oranların sırasıyla %13, %19 ve %8'e yükseleceği, 2035 yılına kadar ise sırasıyla %38, %35 ve %7 olması beklenmektedir. 2035 yılında Türkiye'de hangi sektörlerin eğitim seviyesinden daha fazla etkileneceğine ilişkin öngörüler şu şekildedir. İlkokul mezunlarının %46 ile sanayide, lise mezunlarının %55 ile sağlık ve sosyal hizmetlerde ve üniversite mezunlarının %50 ile toptan ve perakende ticarette bu durumdan daha fazla etkileneceği öngörülmektedir. (Hawksworth ve diğerleri, 2018: 30-34).

Üretim sürecindeki bazı işlerin, işin gerektirdiği yapısal ve kültürel faktörler nedeniyle cinsiyete özgü olduğu görülmektedir. Bu nedenle kadınlar ve erkekler, işlerinin benzersiz doğası nedeniyle otomasyonu farklı şekilde deneyimlemektedir. Erkek veya kadın işlerinin otomasyon oranlarına bakıldığında erkek işlerinin otomasyon oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise iletişim, ekip çalışması, planlama ve organizasyon gerektiren işlerden farklı olarak erkeklerin daha yüksek düzeyde teknik

ve dijital beceri gerektiren işlerde görev yapması olarak gösterilmektedir (Pouliakas, 2018: 27).

Tarihsel olarak teknolojik gelişmelerin işgücü üzerindeki etkisinden hareketle çok erken dönemden beri Endüstri 4.0'ın en büyük etkisinin işgücü üzerinde olmasının beklendiği görülmektedir. Bazı işlerin artık tamamen otomatik hale gelmesi beklenirken, yeni işlerin ortaya çıkması beklenmektedir. Sonuç olarak, düşük ve orta vasıflı işçilerin istihdam payındaki istikrarsızlık zamanla istihdam yüksek vasıflı işlere kayacaktır. Satı ve Yılmaz, 2020'de Endüstri 4.0'ın getirdiği iş ve kariyer değişikliklerinin Türkiye'deki kadın istihdamına etkisini eğitim, dijital okuryazarlık ve STEM eğitimi üzerinden incelemiştir. Çalışma, Türkiye'de kadınların işgücüne katılımının OECD ülkelerine göre çok düşük olduğunu, buna karşın istihdam edilen kişilerin meslek grupları ve rollerine bakıldığında diğer ülkelerle benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca kadınların bilgi ve iletişim teknolojileri, yönetim, hukuk ve mühendislik gibi alanlarda yeterince temsil edilmediği, eğitim ve sağlık alanlarında ise daha fazla kadının eğitim gördüğü vurgulanmaktadır. Kadınları bilgi ve iletişim teknolojilerinden uzak tutmanın onların kişisel gelişimlerine zarar verebileceği ve dolayısıyla kadınların istihdam oranlarını azaltabileceği tartışılmaktadır. Teknoloji geliştikçe eğitimin mekana daha az bağımlı hale geldiğini ve kadınların eğitim tercihinin kadın istihdamını artırabileceği vurgulanmakta ve dijitalleşme ve kadın istihdamındaki yıllara göre gelişmelere bakıldığında her ikisinin de arttığı görülmektedir (Satı ve Yılmaz, 2020).

Diğerleri gibi PwC tarafından 2018 yılındaki bir çalışmada, Endüstri 4.0'ın cinsiyet üzerindeki etkisini üç farklı gelecek senaryosu altında tahmin etmeye çalışılmıştır. Türkiye için ise beklenen sonuçlar şöyle özetlenebilir: Otomasyonun 2020'de %1'e ulaşması ve hem erkeklerin hem de kadınların %1'ini etkilemesi, 2030 yılına kadar otomasyonun %14'e çıkacağı, erkeklerin %14'ünü ve kadınların %16'sını etkileyeceği ve 2035 yılına gelindiğinde ise otomaasyonlaşmanın %33 düzeyinde olacağı, bu durumun erkekleri %36, kadınları ise %19 oranında etkileyeceği öngörülmektedir (Hawksworth, v.d., 2018: 27-31). Teknoloji başlangıçta kadınları daha çok etkilese de uzun vadede bu etki daha çok erkeklere doğru kaymaktadır. Bunun nedeni hem kadınlara hem de erkeklere verilen işlerin otomasyon düzeyinin gelişen teknolojiye karşı daha duyarlı hale gelmesidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN ENDÜSTRİ 4.0 POTANSİYELİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

3.1 TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN İNOVASYON KARNESİ

İkinci sanayi devriminin başlamasıyla birlikte günümüz gelişmiş ülkeleri ekonomik büyüme için inovasyonun önemini fark etmiş ve bu alana yatırım yapmaya başlamışlardır. 1980'li yıllara kadar gelişmekte olan ülkeler kapalı ekonomi modelini benimsemiş, düşük işgücü maliyetlerini ve hammadde kaynaklarını ekonomik büyüme için kullanmaya çalışmışlardır. Ancak 1980'li yıllardan itibaren gelişmekte olan ülkeler ithal ikameci sanayileşme modelinden vazgeçerek ihracata dayalı bir büyüme modeli uygulamaya başlamıştır. İhracata dayalı ekonomik modelde gelişmekte olan ülkeler dış rekabete açık hale gelmekte ve üretim yapılarını değiştirmek zorunda kalmaktadırlar. Gelişmekte olan ülkeler, uluslararası pazarda gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmek için kendi ekonomilerinin inovasyon faaliyetlerine önem vermeye başlamıştır.

Teknoloji geliştikçe geleceğin üretim teknolojilerinde söz sahibi olmak isteyen birçok ülke altyapılarını ve stratejilerini Endüstri 4.0 doğrultusunda güncellemektedir. Bazı ülkeler şimdiden bu konuda öncü hamleler yapmaya, stratejilerini netleştirmeye ve yol haritaları geliştirmeye başlamışlar ve yeni sistemde söz sahibi olmak istemektedirler. Endüstri 4.0 sürecinin öncü ülkelerinden olan Almanya, mühendislik mirası sayesinde Endüstri 4.0 konusunda lider ülkeler arasında yer alıyor. Bu konuda Alman Hükümeti tarafından Endüstri 4.0 vizyonunun gelişimini koordine etmek amacıyla ‘Plattform Industrie 4.0’ kurulmuştur. Yasal mevzuat, Ar-Ge çalışmaları, sektörel eğitimler ve geliştirilecek referans mimarilerin oluşturulmasını koordine eden platform, Almanya'nın Endüstri 4.0 vizyonuna açıklık getirmektedir (Duran, 2018).

BRICS ülkelerinin kurucusu ve ABD'li yatırım bankası Goldman Sachs'ta ekonomist olan Jim O'Neill, Şubat 2011'de Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye'den oluşan MIST grubunun varlığını açıklamıştır. Jim O'Neill, MIST ülkeleri olarak tanımladığı Meksika, Endonezya, Kore ve Türkiye'yi bazı ortak kriterlerle birleştirmiştir. Bu kriterler (Trenddesk, 2011):

- Bu ülkeler büyük nüfusa ve büyük pazarlara sahiptir,
- G20 ülkeleri arasındadır,
- Bu ülkelerin her birinin dünya GSYİH ‘sına %1'den fazla katkısı vardır.

3.1.1 Ar-Ge Harcamaları

Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge), inovasyonun kaynaklarından biridir ve inovasyon faaliyetini en gelişmiş, kabul görmüş ve uluslararası olarak karşılaştırılabilir istatistiksel gösterge yapan şeydir (Erdil, 2015). Ar-Ge dar anlamıyla işletmelerin yeni ürünlerin ve yeni üretim biçimlerinin ortaya çıkması için yaptıkları sistematik ve yaratıcı faaliyetlerdir. Geniş anlamda Ar-Ge, bilimsel ve teknolojik bilgiyi artırmak için bu bilginin sistem bazında gerçekleştirilen yeni uygulamalarda kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Barutçugil, 1981: 17). İşletmeler için amaç, Ar-Ge faaliyetleri ile yeni ürünler geliştirmek, ürün kalite standartlarını yükseltmek, maliyet avantajı sağlayarak rekabet avantajı elde etmek ve bu akılcı davranışla ekonomik ve sosyal fayda sağlamaktır. Ülke açısından amaç, Ar-Ge yoluyla milli kaynakların etkin ve verimli kullanılması sayesinde bilgiyi sürekli artırmak ve milli teknoloji üretmektir (Büyükdığan, 2012).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından hazırlanan Frascati El Kitabı'na göre Ar-Ge üç bölümden oluşmaktadır (Kocamış ve Güngör, 2014):

Temel Araştırma: Orijinal uygulama veya kullanıma bakılmaksızın, teorik veya deneysel araştırma yoluyla altta yatan fenomenler ve gözlemlenebilir durumlar hakkında yeni bilgilerin edinilmesidir.

Uygulamalı Araştırma: Ana hedefler olarak özgünlük ve fayda ile orijinal bilgi üretmeyi amaçlar.

Deneysel geliştirme: Araştırmadan veya pratik deneyimden yeni materyallerin, ürünlerin, devrelerin üretilmesi; yeni süreçler, sistemler, hizmetler yaratmaya veya halihazırda üretilmiş ve oluşturulmuş süreçleri, sistemleri, hizmetleri önemli ölçüde iyileştirmeye yönelik sistematik çalışmayı içerir.

Bir ülkedeki Ar-Ge harcamalarının seviyesi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Bunlar arasında ulusal gelişmişlik düzeyi, ekonominin ve sanayinin yapısı, büyük ulusal şirketlerin sayısı, teknik personelin yetenek düzeyi, ulusal bilimsel ve teknolojik altyapı,

dış dünyaya açılma yeteneği, dış pazarlara erişim, temel araştırmalara yapılan kamu harcamaları ve kamu ile özel sektör araştırmaları arasındaki bağlantılar sayılabilir (OECD, 2002).

Tablo 8 - Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge harcamaları / GSYİH) (%)

Ülkeler	2017	2018	2019	2020	2021
İsrail	4.624	4.776	5.216	5.706	5.557
Güney Kore	4.292	4.516	4.627	4.796	4.930
Çin	3.195	3.352	3.493	3.631	3.780
ABD	2.904	3.010	3.170	3.468	3.457
İsveç	3.363	3.321	3.388	3.490	3.350
Japonya	3.166	3.219	3.218	3.269	3.296
Türkiye	0.953	1.025	1.066	1.089	1.130

Kaynak: OECD Main Science and Technology Indicators, Research and development (R&D) - Gross domestic spending on R&D - OECD Data

Ülkelerin endüstrilerini dönüştürmeleri ve teknolojik ürün ve hizmetlerde uluslararası pazarlarda rekabet gücü kazanmaları için Ar-Ge harcamaları tek başına yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda her ülkede özel sektörün Ar-Ge harcamaları da artmalıdır. Gelişmiş ülkelerde araştırma ve geliştirme faaliyetleri ağırlıklı olarak özel sektör tarafından yürütülmektedir. Ülkelerde Ar-Ge faaliyetlerinin, bu faaliyetler için araştırma, makine, teçhizat ve laboratuvar desteği sağlayan yükseköğretim altyapısı ile özel sektör tarafından yürütülmesi beklenmektedir. Çünkü Ar-Ge faaliyetleri ancak ticari ürün ve hizmetler yaratılarak ekonomik ve sosyal faydaya dönüştürülebilir (Alkan, 2009).

3.1.2 Araştırmacı Sayısı

Bir ülkede teknoloji ve inovasyonun gelişmesinde Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan mali kaynaklar kadar, bu Ar-Ge faaliyetlerini yürütecek insan kaynağı da önemlidir. Bir ülkenin kendi alanında yetişmiş nitelikli personelinin toplam istihdama oranı, bir

ülkenin teknolojik ve yenilikçilik potansiyelinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Karagöl ve Karahan, 2014).

Ülkeler, Ar-Ge faaliyetlerini etkili sonuçlarla başarılı bir şekilde yürütmek ve böylece rekabet avantajı elde etmek için hem niceliksel hem de niteliksel olarak daha fazla araştırmacı istihdam etmelidir (Ünal ve Seçilmiş, 2013). Dördüncü sanayi devrimi sırasında her ülkede kişi başına düşen araştırmacı sayısının daha yüksek olması, bu ülkelerin yeni sanayi devriminde daha fazla potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 9 - 1.000 Çalışan Başına Düşen Araştırmacı Sayısı

Ülkeler	2017	2018	2019	2020	2021
Güney Kore	14.335	15.225	15.879	16.605	17.260
İsveç	14.577	14.741	15.333	15.380	16.546
Finlandiya	14.461	14.429	14.951	15.896	16.160
Belçika	11.374	11.925	12.383	13.076	15.295
Danimarka	15.047	14.823	14.864	14.984	14.777
Çin	13.203	13.468	13.840	14.216	14.656
Türkiye	4.088	4.432	4.876	5.653	5.927

Kaynak: Kaynak: OECD Main Science and Technology Indicators, https://data.oecd.org/rd/researchers.htm , https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-science-technology-and-r-d-statistics_strd-data-en

3.1.3 Küresel İnovasyon Endeksi

İnovasyon, şirketler ve ülkeler için değer yaratmanın karmaşık bir sürecidir. Sonuç olarak, birçok uluslararası kuruluş kurumsal ve ulusal yenilikler üzerinde çalışmaktadır. Bu çalışmalardan biri de Küresel İnovasyon Endeksi'dir (Hancıoğlu, 2017). Her ülkenin küresel inovasyon endeksinin hesaplanmasındaki amaç, geleneksel göstergeler dışındaki Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayısı, patent vb. göstergeleri her ülkenin yenilik özelliklerini ölçecek şekilde genişletmektir (Karaata, 2012).

Küresel inovasyon endeksi, ülkelerin göreceli inovasyon kapasitelerini ve ülkelerin inovasyonla ilgili güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymaya yönelik tasarlanmış bir endekstir (INSEAD, 2007). Bu endeks, ABD'deki Cornell Üniversitesi, Fransa'da bulunan Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü (INSEAD-Institut Européen

d'Administration des Affaires) ve Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO-World Intellectual Property Organization) iş birliği ile 140'dan fazla ülkede hesaplanmaktadır.

Her ülkenin küresel inovasyon endeksi, inovasyon girdi alt indeksi ve inovasyon çıktı alt indeksi olmak üzere iki alt eksende değerlendirilmektedir. Ulusal yenilik faaliyetlerini teşvik eden faktörleri içeren girdi alt endeksleri; kurumlar (siyasi ortam, düzenleyici ortam, iş ortamı), beşerî sermaye ve araştırma (eğitim, yüksek öğretim, Ar-Ge), altyapı (bilişim, genel altyapı, sürdürülebilir çevre), pazar geliştirme (kredi, yatırım, ticaret ve rekabet) ve iş geliştirme (bilgi çalışanları, yenilik ortamı, bilgi birikimi) olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. Çıktı alt endeksi, bir ülkenin yenilikçi faaliyetlerinin çıktısı hakkında bilgi sağlar ve iki bileşenden oluşur: bilgi ve teknoloji çıktısı (bilgi üretimi, etkileme ve yayma) ve yaratıcı çıktı (maddi olmayan varlıklar, yenilikçi ürünler ve hizmetler, çevrimiçi yaratıcılık) (Okay, 2017).

Her ülke için küresel inovasyon endeks puanları aşağıdaki gibi hesaplanır. İlk olarak, Ulusal İnovasyon Girdisi Alt Endeksini oluşturan beş değişkenin ortalaması alınarak İnovasyon Girdisi Alt Endeksi puanı hesaplanmaktadır. Daha sonra her ülke için Yenilik Çıktısı Alt Endeksini oluşturan iki değişkenin ortalaması alınarak Yenilik Çıktısı Alt Endeksi puanı hesaplanır. Son olarak inovasyon girdi ve çıktı alt endekslerinin ülkeler genelinde ortalaması alınarak küresel inovasyon endeks puanı hesaplanmaktadır (Öztürk ve Uşaklı, 2013).

Endüstri 4.0 süreçleri, gelişen teknolojiler, şirketler ve ülkeler nedeniyle üretim yapılarında meydana gelen değişiklikleri içermektedir. Bu devrim için devlet kurumları, beşeri sermaye ve araştırma yetenekleri, teknolojik altyapı, pazar yapıları ve inovasyon ekosistemleri hazır olmalıdır. Ülkelerin Küresel İnovasyon Endeks puanları bu hazırlığı göstermektedir.

Tablo 10 - Küresel inovasyon endeks puanı (0-100) (2023)

Sıralama	Ülkeler	Endeks Puanı
1	İsviçre	67.6
2	İsveç	64.2
3	ABD	63.5
4	Birleşik Krallık	62.4
5	Singapur	61.5
6	Finlandiya	61.2
7	Hollanda	60.4
8	Almanya	58.8
9	Danimarka	58.7
10	Güney Kore	58.6
11	Fransa	56
39	Türkiye	38.6

Kaynak: Global Inovation Index 2023 Innovation in the face of Uncertainty, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf

Tabloda 0 ile 100 arasında bir ölçekte 2023 yılına ait Küresel İnovasyon Endeks puanları gösterilmektedir. Bu ülkelere bakıldığında İskandinav ülkelerinin ilk on ülke arasında yer alması dikkat çekicidir. Bunun yanında sanayi ve üretim anlamında dünyanın önde gelen ülkelerinden olan Almanya, Fransa, İngiltere ve ABD'nin bu sıralamada yer alması pek çok kişi için beklenen bir sonuç iken Çin'in ilk on ülkenin gerisinde kalması beklenmeyen bir netice olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu değerlendirmede Türkiye kendine ancak 39'uncu sırada yer bulabilmiştir. Türkiye bu sanayi devrimini kaçırmak istemiyorsa inovasyon faaliyetlerine, özellikle patentlere daha fazla yatırım yapması gerekmektedir.

3.1.4 Beşeri Sermaye Endeksi

Bir ülkenin veya bir işletmenin uluslararası pazarda rekabet edebilmesi ve gelişebilmesi için fiziki sermayeye sahip olması yeterli değildir. Aynı zamanda ülke veya şirket, yapılacak işin kapsamı için gerekli beceri ve eğitime sahip insan kaynağını kendi

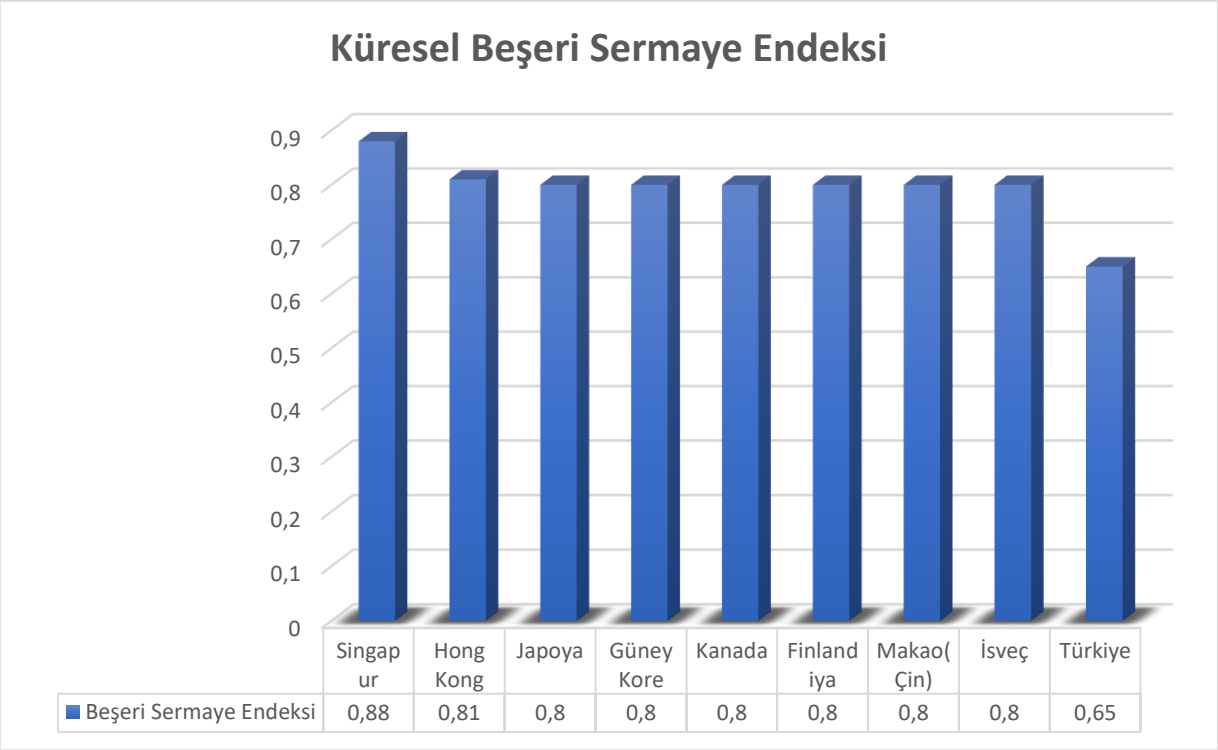
bünyesinde barındırmalıdır. Yani, bir ülkenin veya işletmenin uzun vadeli başarısı fiziki ve beşerî sermayesine bağlıdır.

Beşerî sermaye, üretimde yer alan emeğin bilgi ve becerilerinin toplamını ifade eden nitelikli işgücünü ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, üretim sürecine katılan ve insani nitelikleri vurgulayan bireylerin sahip olduğu bilgi, beceri, deneyim, canlılık gibi pozitif değerler beşerî sermaye olarak kabul edilmektedir (Atik, 2006: 6). Dördüncü Sanayi Devrimi, yüksek nitelikli, yüksek eğitimli iş gücünün katılımını içeren bir süreç olacaktır. Bu çerçevede, ülkelerin iş gücü bu devrimin gerektirdiği teknolojileri kullanabilecek nitelikte olmalıdır.

Dünya Bankası tarafından hükümetlere, eğitim çevrelerine, iş çevrelerine ve sivil toplum kuruluşlarına ulusal eğitim politikalarını yansıtmaları için yol göstermek amacıyla formüle edilen ve yatırım yapılan Küresel Beşerî Sermayesi Endeksi, çeşitli ülkelerin beşeri sermayesini ölçmek için en önemli göstergedir. Bu endeks ayrıca yapılması gereken alanlar hakkında bilgi veren ve işgücünün yeniden yapılandırılmasını sağlayan bir endekstir.

Beşeri Sermaye Endeksi (HCI) 0 ile 1 arasında değişmektedir. Endeks, tam eğitim ve tam sağlık ölçütüne göre gelecek nesilde istihdama katılacak bireylerin üretkenliği açısından ölçülmektedir. Bugün doğan bir çocuğun tam eğitim ve tam sağlık elde etmeyi alma potansiyeline sahip olduğu bir ekonomi endekste 1 değerini alacaktır. Alt ve üst sınırlar, her bir ekonomi için HCI değeri etrafındaki belirsizlik aralığını göstermektedir.

Grafik 4 - Küresel Beşeri Sermaye Endeksi (0-1) (2020)



Kaynak: World Bank – The Human Capital Index 2020 Update, https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital#Index

Şekilde 2020 Küresel Beşeri Sermaye Endeksi puanları gösterilmektedir. Singapur, 0,88 endeks puanı ile ilgili yıl araştırma yapılan ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır. Singapur'u 0,81endeks puanı ile Hong Kong takip etmektedir. Hong Kong'un ardından aynı endeks puanına sahip Japonya, Güney Kore, Kanada, Finlandiya, Çinde yer alan Makao Özerk bölgesi ve İsveç yer almaktadır. Türkiye ise 0,65 endeks puanı ile orta sıralarda yer almaktadır.

3.1.5 Enformasyon ve İletişim Teknolojisi Gelişim Endeksi

Bilgi ve İletişim Teknolojileri Gelişim Endeksi (IDI-ICT Development Index), Birleşmiş Milletler kuruluşu Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU International Telecommunication Union) tarafından ülkelerin bilgi toplumuna, BİT altyapısına, kullanımına ve becerilerine yönelik gelişmişlik durumunun bir bileşeni olarak hesaplanan bir endekstir. (Coşkunoğlu, 2018). BİT gelişmişlik endeksinin

hesaplanmasında uluslararası kabul görmüş 3 ana bileşen ve 11 gösterge benimsenmektedir (Gürcan, 2015).

BİT Gelişim Endeksi, üç yönlü bir model üzerine inşa edilmiştir. Ülkelerin BİT erişimi, 100 kişiye düşen sabit hat aboneliklerini, 100 kişiye düşen cep telefonu aboneliklerini, İnternet kullanıcısı başına bant genişliğini, hanelerin bilgisayar sahibi olma yüzdesini ve hanelerin cihaz kullanma yüzdesini ifade eden erişim alt indeksi tüm bu veriler yardımıyla hesaplanmaktadır. Her ülke için BİT kullanım alt endekslerini hesaplamak için kişisel İnternet kullanım yüzdeleri, 100 kişi başına sabit geniş bant abonelikleri ve 100 kişi başına mobil geniş bant abonelikleri kullanılmaktadır. Son olarak, yetişkin nüfus okuryazarlık oranları ile orta ve yükseköğretime kayıt oranları, ülkelerin BİT kullanma kapasitelerinin bir alt endeksini hesaplamak için kullanılır. Beceri alt endeksinin hesaplanmasında okuryazarlık oranı, orta ve yükseköğretime kayıt oranları gibi göstergelerin kullanılmasının nedeni, bilgisayar ve internet okuryazarlığı gibi göstergeleri her ülkenin toplamamasıdır. Bu nedenle bu göstergelere en yakın beşerî sermaye göstergeleri hesaplamaya dâhil edilir (Gürcan, 2015).

Tablo 11 - Enformasyon ve iletişim teknolojisi gelişim endeks puanı (0-100) (2023)

Sıralama	Ülkeler	Endeks Puanı
1	Kuveyt	98.2
2	Singapur	97.4
3	Katar	97.3
4	Danimarka	96.9
5	Estonya	96.9
6	Finlandiya	96.7
7	ABD	96.6
8	Bahreyn	96.5
9	Hong Kong	96.5
10	Birleşik Arap Emirlikleri	96.4
11	Suudi Arabistan	94.9
57	Türkiye	85.8

Kaynak: International Telecommunication Union, Measuring Digital Development- ICT Develoment Index, https://www.itu.int/hub/publication/D-IND-ICT_MDD-2023-2/

Tabloda 0 ile 10 arasında bir ölçekte 2023 yılına ait Enformasyon ve iletişim teknolojisi gelişim endeks puanları gösterilmektedir. Bu ülkelere bakıldığında Arap Yarımadasındaki ülkeler ile İskandinav ülkelerinin ilk on ülke arasında yer alması dikkat çekicidir. Bunun yanında sanayi ve üretim anlamında dünyanın önde gelen ülkelerinden olan ABD'nin bu sıralamada yer alması pek çok kişi için beklenen bir sonuç iken İngiltere, Almanya, Fransa ve Çin'in ilk on ülkenin gerisinde kalması beklenmeyen bir netice olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu değerlendirmede Türkiye kendine ancak 57'inci sırada yer bulabilmiştir.

3.1.6 Ağa Hazırlık Endeksi

BİT sektörünü ülkeler arasında karşılaştırmanın bir başka göstergesi de Ağa Hazırlık Endeksidir. Endeks üç bileşenden ve 68 ilgili göstergeden oluşmaktadır. Ağa Hazırlık Endeksi bileşenleri şunlardır: çevre, hazırlık ve kullanım. Çevre bölümü, piyasa ortamını, politik ve düzenleyici ortamı ve altyapı ortamını içermektedir. Hazırlık bileşeni birey, iş dünyası ve ülke hazır bulunuşluğunu ölçerken, kullanım bileşeni birey, iş dünyası ve ülke kullanımını ölçmektedir (Yumuşak ve Bilen, 2010). Bu göstergede 0 en düşük puan, 100 ise en iyi puan olarak değerlendirilmektedir.

Ağa Hazırlık Endeksi'nin çevresel alt bölümünde, her ülkedeki mevcut BİT pazar yapısı, finansman kaynakları, düzenleyici yasa ve yönetmelikler ve fiziksel tesisler ele alınmaktadır. Hazırlık alt bölümü, ülkedeki bireylerin, işletmelerin ve hükümetin BİT'i kullanmaya hazır olup olmadığını ifade etmektedir. Ağa Hazırlık Endeksi'nin son alt bileşeni olan kullanım alt bileşeni, bilgi ve iletişim teknolojilerinin bireyler, iş dünyası ve ülkeler tarafından mevcut kullanım durumu ile ilgilenmektedir (Tekedere ve Alkan, 2011). Ağa Hazırlık Endeksi ile ülkeler kıyaslanırken, endeksin bileşenleri incelenerek ülkelerin BİT alanındaki güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi de mümkündür. Bu nedenle endeks, ülkelerin BİT alanında politika önerileri için rehberlik sağlamaktadır (Şanlısoy, 2015).

Tablo 12 - Ağa hazırlık endeks puanı (0-100)

Sıralama	Ülkeler	Endeks Puanı
1	ABD	76,91
2	Singapur	76,81
3	Finlandiya	76,19
4	Hollanda	76,04
5	İsveç	75,68
6	İsviçre	74,76
7	Kore Cumhuriyeti	74,48
8	Danimarka	74,06
9	Almanya	74
10	Birleşik Krallık	72,75
11	Kanada	71,99
47	Türkiye	53,22

Kaynak: Portulans Instıtute – University of Oxford- Said Business School, Network Readiness Index 2023 -Trust in a Network Society: A Crisis of the digital age? https://networkreadinessindex.org/

Tabloda 0 ile 100 arasında bir ölçekte 2023 yılına ait Ağa hazırlık endeks puanları gösterilmektedir. Bu ülkelere bakıldığında İskandinav ülkelerinin ilk on ülke arasında yer alması dikkat çekicidir. Bunun yanında sanayi ve üretim anlamında dünyanın önde gelen ülkelerinden olan İngiltere, ABD ve Almanya'nın bu sıralamada yer alması pek çok kişi için beklenen bir sonuç iken Çin'in ilk on ülkenin gerisinde kalması beklenmeyen bir netice olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu değerlendirmede Türkiye kendine ancak 47'inci sırada yer bulabilmiştir.

3.1.7 İnternet Kullanımı

Dördüncü Sanayi Devrimi veriler üzerine kuruludur. Çeşitli ülkelerde internet kullanıcılarının sayısındaki artış büyük veri kavramını ortaya çıkarmaktadır. Endüstri 4.0'da bu karmaşık ve düzensiz verileri analiz edebilen ve buna göre anlamlı üretim kararları verebilen ülkeler bu sanayi devriminde daha büyük potansiyele sahip olmaktadır.

Tablo 13 - İnternet Kullanıcı Sayısı

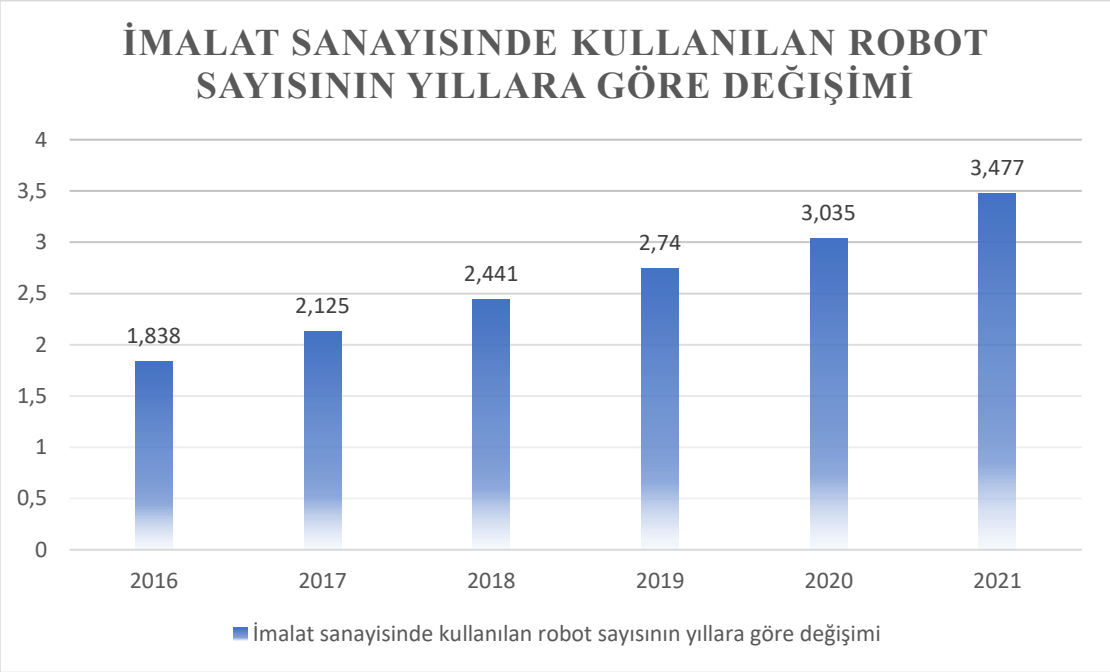
Yıllar	Kullanıcı Sayısı (milyar)	Oran (%)
2017	3,4	46
2018	3,7	49
2019	4,2	54
2020	4,7	60
2021	4,9	63
2022	5,3	66

Kaynak: International Telecommunication Union, Percentage of individuals using the Internet, https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx

3.1.8 Sanayide Robot Yoğunluğu

Robot teknolojisinin son yıllardaki gelişimi, endüstriyel sektörün üretim kapasitesini önemli ölçüde değiştirmiştir. Daha önce, verimliliği ve kaliteyi artırmak ve maliyetleri düşürmek için üretimde robotlar kullanılıyordu. Günümüzde Endüstri 4.0 teknolojisinin de yardımıyla robotlar yeni bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Dördüncü Sanayi Devriminin, robotların sanayide daha çok kullanıldığı ve emeğin yerini aldığı bir süreç olacağı tahmin edilmektedir.

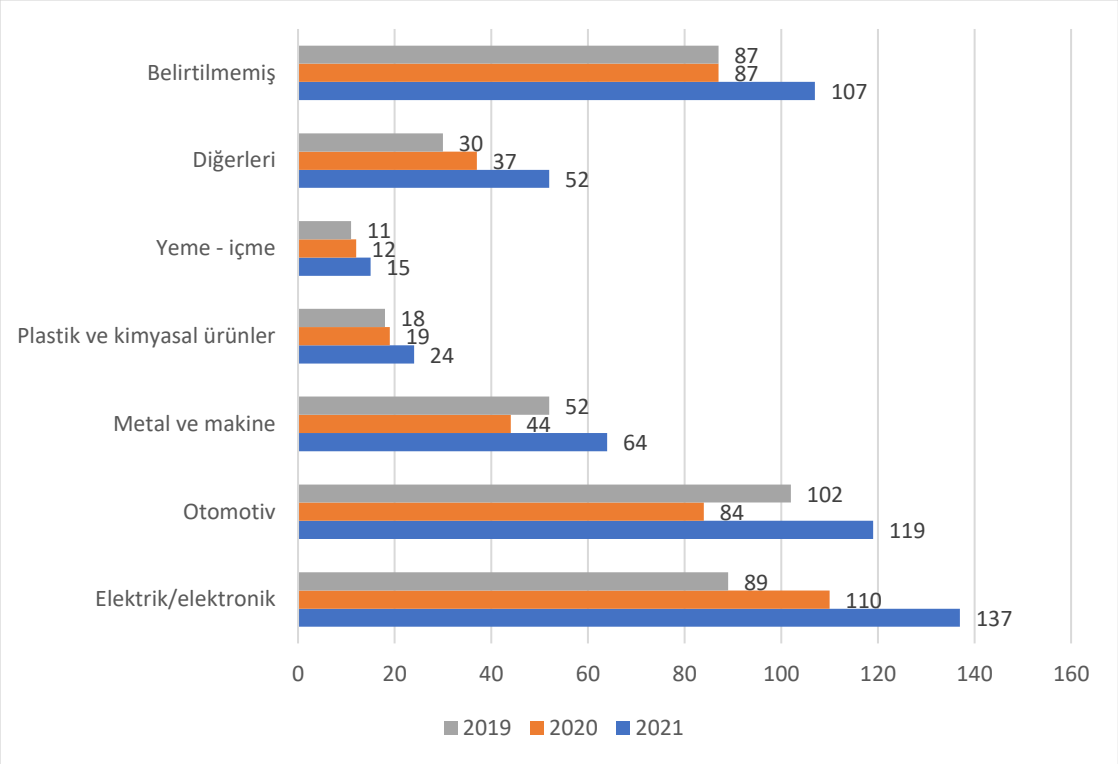
Grafik 5 - İmalat Sanayisinde Kullanılan Robot Sayısının Yıllara Göre Değişimi (2016-2021)



Kaynak: International Federations of Robotics, World Robotics 2022 Report, https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf

Uluslararası Robotik Federasyonları (IFR -International Federations of Robotics) her yıl robot teknolojisi üzerine araştırmalar yayınlamaktadır. IFR'nin 20222 yılında yayınladığı rapora göre, Endüstri 4.0 sürecinin tüm dünyada hız kazanmasının ardından sanayideki kullanılan robot sayısı 2016 yılında 1,838 milyon iken 2021 yılına gelindiğinde bu sayı 3,477 milyona çıkmıştır. Bu durumun önümüzdeki yıllarda da artarak devam etmesi beklenmektedir.

Grafik 6 - Kullanılan Robotların Sektörlere Göre Dağılımı



Kaynak: International Federations of Robotics, World Robotics 2022 Report, https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf

Şekilden de anlaşılacağı üzere robotlar otomotiv ve elektrik/elektronik sektörlerinde yoğunluklu olarak kullanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın gelişim süreci düşünüldüğünde iki sektörün öncü olması beklenen bir durum olarak değerlendirilmektedir.

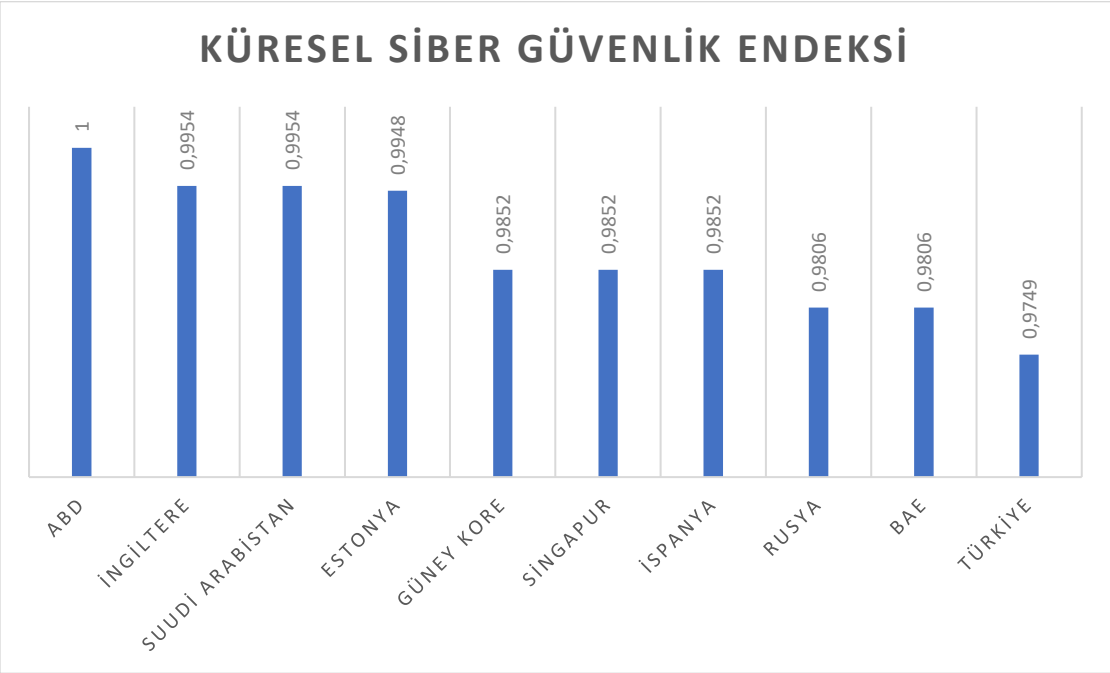
3.1.9 Küresel Siber Güvenlik Endeksi

Teknoloji geliştikçe şirketler üretimlerinin birçok aşamasını dijital veya ağ bağlantılı ortamlara taşımaktadır. Endüstri 4.0'ın getirdiği yaygın ağ ve yüksek hızlı veri paylaşımı bu aşamalara katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle işletmelerin ağ güvenliği gereksinimleri her geçen gün artmaktadır. Siber saldırılar, işletmelerin akıllı üretim sistemlerini, veri paylaşımını ve büyük veri ağlarını yok edebilmekte ve işletmelerin üretim faaliyetlerini çok ciddi şekilde etkileyebilmektedir. Şirketler, üretimlerini ve gelirlerini olumsuz etkileyen bu siber saldırılara karşı koymak için siber güvenlik sistemlerine ve stratejilerine ihtiyaç duymaktadır. Endüstri 4.0'ın büyümesiyle birlikte önemli ölçüde artacak olan siber saldırılardan kritik endüstriyel sistemleri ve üretim

hatlarını korumak için şirketler ve ülkeler bir an önce önlem almak zorundadır (Kahraman, 2016).

İşletmeler ve ülkeler için Dördüncü Sanayi Devrimi sırasında siber güvenliğin durumunu anlamak, ülkelerin bu sanayi devrimindeki potansiyellerini gerçekleştirmeleri açısından önemlidir. Küresel Siber Güvenlik Endeksi (GCI- Global Cybersecurity Index), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği tarafından ölçülen ve ülkelerin siber saldırılara karşı ne düzeyde hazırlıklı olduklarını ve bu saldırıları savunma becerilerini gösteren bir endekstir. Küresel Siber Güvenlik Endeksi beş kategoriden oluşmaktadır: yasal, teknik, organizasyonel, kapasite geliştirme ve iş birliği.

Grafik 7 - Küresel siber güvenlik endeks puanı (0-1) (2020)



Kaynak: International Telecommunication Union, Global Cybersecurity Index (2020), https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2021-PDF-E.pdf

Şekilde, 0 ile 1 arasında değerler alan 2020 yılı küresel siber güvenlik endeks puanları en yüksek on ülke gösterilmektedir. ABD, yapılan çalışmada 1 tam küresel siber güvenlik endeks puanı ile ele alınan ülkeler arasında ilk sırada yer almıştır. ABD'yi, 0,9954 endeks puanlarına sahip İngiltere ve Suudi Arabistan takip etmiştir. Endüstri 4.0 sürecinin öncü ülkelerinden olan Japonya ve Almanya'nın ilk on ülke arasına

girememesi şaşırtıcı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Türkiye, bu yılda 0,9749 endeks puanı elde etmiş tüm ülkeler arasında 16'ıncı sırada yer almıştır.

3.2 ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE ÖNCÜ ÜLKELER

Endüstri 4.0 süreçleri farklı ekonomik sistemlerde farklı adlara sahiptir. Bu süreç Avrupa'da Endüstri 4.0 olarak adlandırılsa da Amerika Birleşik Devletleri'nde "Endüstriyel İnternet" (İnternet), Çin'de ise "İnternet+" olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 adının kullanılmasındaki amaç, konuyu sanayi devrimi açısından ele almaktır. Dünya genelinde ülkelerin uyguladığı sanayi politikaları genel olarak aynı yöndedir. Bir trend başladığında mevcut akım el değiştirir, oluşan piyasa genişler ve elde edilen pozisyon korunmaya çalışılır. Hedeflere ulaşmanın yolları her bölgede farklıdır. Bu farklılık ülkenin ekonomik gücüne, sanayisine ve teknolojisine bağlı olarak değişim gösterir. Örneğin, bir ülkenin teknolojisi ve zanaatı birbirine yakınsa veya uyumluysa, o ülkenin teknolojisi kolay geliştirilebilir ve bundan dolayı ilgili alanlarda yatırım bulmak öncelikli olacaktır. Öte yandan hem teknolojisi hem de teknolojiyi kullanacak işgücü olmayan ülkeler, ağırlıklı olarak proses için gerek teknolojiyi gerekse de teknolojiyi kullanacak işgücünü de ithal etmek durumunda kalacak ve bu yönde yatırım yapacaktır. Bu nedenle ülkeler, belirli zorlukların üstesinden gelmek için Endüstri 4.0'a yatırım yapmaktadır.

Fransa ve Japonya imalatın yeniden şekillendirilmesi üzerine daha fazla odaklanırken artan rekabetçilik ile üretim katma değerindeki artışın Alman, Çin ve Amerika stratejilerinin odağında olmasını sağlamaktadır. Yüksek iş gücü maliyetlerinin etkilerini sıfırlayarak endüstriyel çözümler alanında küresel bir pazar lideri olarak kalma sorunu, Almanya'da ve Çin'de önemli olan konulardandır (Berger, 2016:8).

Endüstri 4.0, üretimde üretkenliği yılda %6 ila %8 oranında artırabilir. BSC, yalnızca Almanya'da Endüstri 4.0'ın on yıl içinde GSYİH'nın %1'ine katkıda bulunacağını ve bunun da 390.000 iş yaratacağını tahmin ediyor (AP, 2015: 2).

Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR), 2013 ile 2016 yılları arasında dünya çapında toplam değeri 12,3 milyar avro olan en az 95.000 yeni robotun satılacağını tahmin ediyor. IFR'ye göre bu robotların satışlarının %70'i Japonya, Çin, ABD, Kore ve Almanya'da gerçekleştirilmiştir (Mevlütoğlu, 2016: 4).

Endüstri 4.0'a hazırlanmanın önemli bir yolu da bu düşünceyi eğitime yerleştirmektir. Bazı ülkelerde, tüm teknolojik gelişme ve adaptasyon ilkokula kadar uzanmaktadır. ABD, Avustralya, Çin ve Güney Kore gibi ülkelerde hem geleneksel hem de yeni öğretim alanlarındaki müfredatlar son zamanlarda yeni teknolojilere uyarlanmıştır (AP, 2015: 50).

3.2.1 Almanya

Bilim ve teknoloji konularında öncü bir ülke olan Almanya endüstri 4.0 konusunda da vizyoner adımlar atmıştır. 2005 yılında Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi(DFKI)'nin merkezinde başlatılan SmartFactoryKL teknoloji programı, Avrupa'nın ilk "akıllı fabrika" örneğidir ve BİT'in en son endüstriyel uygulamaları için bir model olması amaçlanmıştır. Bu tesiste Endüstri 4.0'ın ana yönleri sezgisel ve anlaşılır bir şekilde sunulmaya çalışılmaktadır. Girişim, farklı alanlarda yenilikçi otomasyon teknolojilerinin geliştirilmesini, uygulanmasını ve yaygınlaştırılmasını desteklemeyi ve bunların bilim ve endüstrideki geniş uygulamalarına temel oluşturmayı hedeflemektedir. (SmartFactoryKL, 2020). Fabrikanın iş zekası, hafıza görevi gören plastik şişelerin arkasındaki çipler sayesinde yürütülmekte ve bu çipler sayesinde üretim süreci, üretim sistemine dışarıdan herhangi bir insan müdahalesi gerektirmemektedir. Sistem, şişenin hangi renk sabunla doldurulacağını bilebilmekte ve bu sayede üretimi otomatik hale getirebilmektedir (Yelis, 2016).

2012 yılında Almanya'da Endüstri 4.0 konusunda en önemli ve öncü planlardan biri olan " High-Tech Strategy 2020 Action Plan " adlı yüksek teknoloji planı hayata geçirilmiştir Bu plan, ulusal yüksek teknoloji stratejisine yön veren ilk 10 projeden biri olmuştur. Endüstri 4.0'ın plana dahil edilmesinin önemli nedenlerinden belki de en önemlisi Almanya'nın mühendislik mükemmelliğini artırarak Almanya'nın üretim teknolojisi liderliğini güçlendirmede önemli bir rol oynayacak olmasıdır. Ayrıca, Endüstri 4.0 ve "Yeşil Bilişim" alanındaki projeler, bilgisayarları ve bilgisayarla ilgili ürünleri çevre dostu ve akıllı bir şekilde tasarlayıp üreterek bilgi teknolojisi süreçlerinin çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Son yıllarda yüksek talep gören çevrimiçi hizmetler, operasyonları güçlendirmek ve geleneksel endüstrilerin dijitalleşmesini teşvik etmek amacıyla gerektiğinde geri dönüştürülecektir. Geleceğin üretimini doğaya zarar vermeyen, teknolojiden yararlanan bir yapıya dönüştürmek için çaba harcanmaktadır (MacDougall, 2014, 13).

2013 yılında çeşitli araştırma grupları tarafından geliştirilmeye çalışılan Endüstri 4.0 projelerini bir araya getirmek için “Plattform Industrie 4.0” kurulmuştur. Bu oluşum, Endüstri 4.0 ile ilgili tüm konularda ilgili oyuncuların katılımına yönelik bir yapı görevi görmektedir. BITKOM, VDMA, ZVEI gibi büyük kuruluşların liderliğinde yürütülen ve 6.000'den fazla üye şirketi temsil eden platforma 2015 yılında çok sayıda yeni şirket, dernek ve sendika katılmıştır. Platformun temel amacı, teknik ve standart bir iş ve organizasyon modeli geliştirmek ve pratikte uygulanmasını sağlamaktır (Plattform Industrie 4.0, 2020).

Dijitalleşme yolunda nerede olduğumuzu gösteren dijital olgunluk açısından Almanya 3. sanayi devrimi ile endüstri 4.0 devrimi arasında otomasyonu tamamlamış bir ülke olarak konumlanmakta ve 3.4 puanla endüstri 4.0'a doğru ilerlemektedir. Endüstri 4.0, ülkenin üretim ve makine mühendisliğindeki geleneksel güçlü konumunun dijital dönüşüm süreci boyunca sürdürülmesi, yerel işletmelerin ve yıllardır üretim yapan makine ve fabrika yapılarının korunması anlamına gelmektedir. Bu nedenle amaç, üretim süreçlerini kalite, fiyat ve esneklik açısından optimize etmek ve daha iyi finansal hizmetler sunmaktır. Ayrıca Almanya’da pek çok şirketin ve kuruluşun katılımıyla bir çalışma yapılmış ve tüm aktörlerin Endüstri 4.0'a entegre olmak istediği sonucu çıkmıştır. Çalışma, katılımcıların %54'ünün Endüstri 4.0'ın geleceğini aktif olarak şekillendirmede öncülük etmek istediğini ve %33'ünün ise Endüstri 4.0'ı benimseyen sektörlerindeki ilk şirket olmak istediğini ortaya koymuştur (Kagermann ve diğerleri, 2016: 37).

2018 yılında, araştırmacıların yeni fikirler geliştirmelerini ve bunları yeni ürünler oluşturmak için kullanmalarını sağlamak için Alman hükümeti tarafından finanse edilen “The High-Tech Strategy 2025” adlı yeni bir yüksek teknoloji girişimi başlatılmıştır. Program içerisinde, proaktif ve otonom sağlık hizmetleri, günümüz ve gelecek nesiller için yenilenebilir enerji ve iklim koruma uygulamaları, akıllı ve sıfır emisyonlu ulaşım sistemleri, akıllı şehir sistemleri, açık ve özgür toplumlar için koruma ve güvenlik hizmetleri, insana yakışır iş konuları yer almaktadır (BMBF, 2018a).

2018 yılında Münih'te oluşturulan bir diğer merkez olan MCML, profesyonel bir topluluk çerçevesinde insanlara yapay zeka sistemleri, anlaşılır modelleme ve akıl yürütme, makine öğrenimi otomasyonu ve yapay zeka hizmetleri sunmayı amaçlamaktadır. Bu merkez, tıp, sağlık ve hareketlilik alanlarındaki ortak araştırma

faaliyetlerinin yanı sıra bilim ve endüstrideki ortaklıkların yeteneklerini daha da genişletmeyi kendisine hedef edinmiştir. Bu doğrultuda bilgisayar bilimleri ve istatistik alanlarındaki klasik derslerin yanı sıra lisansüstü dersler düzenlenmekte ve doktora müfredatı açılmaktadır. Ayrıca hem niceliksel hem de niteliksel olarak sektörle yakın çalışmak için bir koordinasyon ofisi kurmak amacıyla "Veri Bilimi" alanında sertifika kursu düzenlenmektedir. Bunun yanında Dortmund, Dresden ve Tübingen gibi büyük şehirler de benzer amaçlarla yetkinlik merkezleri kurmuştur (DLR Projekttrager, 2020).

2019 yılında, Endüstri 4.0 devrimi için Vizyon 2030 olarak adlandırılan özerklik, birlikte çalışabilirlik ve sürdürülebilirliği temel alan bir başka plan formüle edildi. Bu planın amacı, pazardaki tüm paydaşların (şirketler, çalışanlar, bilim adamları, bireyler) bağımsız ve adil rekabet anlayışını inşa etmekte özgür olmalarını ve tüm süreçlerde tanımladıkları mekanizmalar aracılığıyla, özerkliğin temelini oluşturmaktır. Endüstri 4.0 ekosisteminde bireysel satın alma kararlarına uyacak şekilde kendi bireysel iş modellerinin oluşturulmasına ve şekillendirilmesine destek verilmiştir. Bunu sağlamak için dijital dünyanın herkese açık ve erişilebilir olması, verilerin korunması ve güvende tutulması için araştırmalar yapılmakta ve bunun yanında teknolojik gelişim sürdürülmektedir. Bu faaliyette farklı paydaşların operasyonlarını ve süreçlerini içeren çevik bir iş ağı oluşturmak, ağdaki güvenlik sorumluluklarını paydaşlara eşit olarak dağıtmak ve herkesin sürece katılımı birlikte çalışabilirlik için kritik öneme sahiptir. Bu amaçla standartların belirlenmesi, entegrasyonun sağlanması, düzenleyici yapıların kurulması, merkezi olmayan sistemlere geçilmesi, yapay zekâ uygulamalarının aktif olarak kullanılması gibi faaliyetler yürütülmektedir. Bireylerin refahı ve yaşam kalitesi ile toplumun yaşam standardı sürdürülebilir kalkınmanın en önemli kriteri olduğundan, bunu sağlamak için yaşam boyu öğrenme fırsatları geliştirmek, tüm meslekleri insana yakışır bir düzeye çıkarmak ve sosyal açıdan geniş bir paydaş kitlesi ile kapsayıcı model sosyal katılım, iklim değişikliğinin önlenmesi vb. konular bu planın ana temalarını oluşturmaktadır (Endüstri 4.0 Platformu, 2019: 4-8).

İş dünyası giderek daha dijital, hızlı ve özel hale geliyor. Buna uyum sağlamak için ise çalışanların görev yaptıkları süre boyunca eğitim almaya devam etmesi gerekmektedir. Hayat boyu öğrenmeyi sağlamak ve sürekli eğitimi profesyonel hayatın doğal bir parçası haline getirmek için BMBF (Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı) ve BMAS (Federal Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı), 2018'de “National Strategy for Continuing Education” adlı bir strateji geliştirmiştir. İşletmeler iç eğitimden sorumlu olsalar da

kapsamlı bir gelişme sağlamak için hükümetin, işletmelerin, çalışanların ve sosyal paydaşların ortak çabaları gereklilik arz etmektedir. Bu vesileyle BMBF, kişiselleştirilmiş ve esnek yeni teknolojik olanakları, yapay zekayı ve yeni öğrenme teknolojilerini desteklemektedir. Bu strateji ile kişilerin ihtiyaçlarına uygun ileri düzey eğitimleri dijital ortamda akıllı algoritmalar yardımıyla almaları sağlanmaktadır. Kariyer fırsatlarını artırmak ve bu hedefin önündeki mali engelleri kaldırmak için yeni bir teşvik eğitimi yasası kapsamında 350 milyon € bütçe tahsis edilmiştir. Bu eğitim programı ile çalışanlar sertifika olmadan öğrendikleri bilgileri sertifikalandırıp bu bilgilerini resmi ve geçerliliği olan duruma getirecek ve bu yetkinliklerini başka işletmeler bünyesinde de ispat edebilecektir. Kurumlar arası kurulacak bir dijital dönüşüm eğitim sistemi ile bu yetkinlikler tüm işletmeler tarafından bilinebilecektir. Bu bağlamda BMBF, Nisan 2020'de "INVITE" adlı profesyonel eğitim dijital platform yarışmasını başlatarak herkesin kendisine ve yaşam koşullarına uygun eğitimi dijital ortamda olabildiğince hızlı ve kolay bir şekilde almasını sağlamaktadır. Ayrıca, Temmuz 2020'de BMBF, mesleki ve ileri eğitim için 17 proje seçmiş ve bunları finanse etmiştir (BMBF, 2020c).

Endüstri 4.0 kapsamında Almanya'daki bir diğer uygulama, şu an var olan mesleklerin hangi düzeyde otomasyona uğrayacağı ve bu mesleklerin ileriki dönemlerde yapılabilmesi için kişilerin hangi becerilere sahip olması gerektiğini gösteren bir beceri tahmin modeli olan "New Plan" adlı uygulamadır. Almanya Federal İstihdam Bürosu (Bundesagentur Für Arbeit) tarafından hayata geçirilen Newplan uygulamasına göre, söz konusu mesleğin icra edilebilmesi için yakın gelecekte o mesleği yapan kişilerin hangi becerilere sahip olması gerektiği beceri tahmin modeli sayesinde kişilere yol gösterici olmaktadır. Kişiler bu sayede o mesleğe dair yeteneklerini keşfetmekte ve sahip oldukları yetkinlikler ekseninde kendilerine yakın bir mesleğe yönlendirilebilmektedir. Gerçekleştirilen bu faaliyet bireylerin kariyer planlarını daha etkin bir şekilde yapmalarına imkân sağlamakta ve istihdamın korunmasına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Endüstri 4.0 devrimine uyum sağlamak için okulların donanımını iyileştirmek ve eğitim sürecinde dijital teknolojinin tüm nimetlerinden yararlanmak gerekmektedir. Dijital ortamın okula entegre edilmesi hem okul içindeki hem de okul dışındaki öğrenme ağlarını geliştirmekte ve mekâna bağlı olmanın dezavantajlarını ortadan kaldırabilmektedir. Bunu başarmak için 2019'da Okullar için Dijital İlkeler adlı bir

uygulama başlatıldı ve Alman Hükümeti tarafından beş yıl içinde 5 milyon € fon sağlandı. Ülke genelinde 40 bin okul ve yaklaşık 11 milyon öğrencinin bu yaklaşımdan faydalanması planlanmaktadır. Bu uygulama yelpazesi içerisinde mesleki eğitim için gerekli özel dijital iş ekipmanları, prototip geliştirmek için son teknoloji makineler, VR gözlükler, görüntüleme cihazları, 3D yazıcılar, interaktif beyaz tahtalar vb. teknik ekipmanların tedariki sağlanmıştır (BMBF, 2020d).

Almanya'da yapay zeka ile ilgili bir diğer faaliyet ise, AI'da belirli bir kullanıcı grubu için sağlam bir temel oluşturmak amacıyla, "Teach and Learn AI" adlı bir platform oluşturulması ve üniversitelerin geliştirmeye katılabilmesi için en az yüz yeni kürsü açılması planlanmaktadır. İleri mesleki eğitim için yapay zekanın kullanılmasını sağlamak için yeni bir strateji başlatılmakta ve KOBİ Danışma Merkezi, her yıl en az bin KOBİ ile etkileşime girecek yapay zeka eğitmenleri görevlendirilmesi öngörülmektedir. Ayrıca gelecekte hangi becerilerin gerekli olacağını kontrol etmek için bir beceri izleme sistemi oluşturulmaktadır (Ki Strategie Deutschland, 2020).

Her geçen gün artan öğrenci sayısı ve öğrenme ihtiyacı, teknolojik dönüşümü hızlandırma isteği ve yaşam boyu öğrenmeye olan ilgi nedeniyle üniversiteler yoğun talep görmektedir. Bu sorunu çözmek için 2011 yılında ülke çapında "Education Progress: The Open University" adlı bir uygulama başlatılmıştır. 2011-2020 yılları arasında 220 milyon avroluk finansman sağlanan uygulamada uygulamalı bilimler üniversitelerinin de aralarında bulunduğu 50 kurum yer almaktayken 2014 yılında 46 üniversite daha eklenmiştir. Toplamda 95 üniversite, 3 üniversite dışı araştırma kurumu ve 122 kurumdan 73 ortak veya bireysel proje finanse edildi. Bu sayede mesleki eğitim öğretim ve yükseköğretimin bağlantısı artmıştır. Bu faaliyetle birlikte Yeni bilgileri günlük yaşama dahil edilmiş ve kalıcı nitelikli personel temini sağlanmıştır. Ayrıca bilime dayalı yaşam boyu öğrenmeye yönelik programlar ve sertifika kursları düzenlenmektedir (Wissenschaftliche Begleitung, 2020).

3.2.2 Amerika Birleşik Devletleri

1970'lerden bu yana, ABD imalatının milli gelir içindeki payı keskin bir şekilde düşmüş ve ABD imalat Ar-Ge faaliyetlerinin payı, Japonya ve Almanya gibi diğer yüksek gelirli ülkelerin gerisinde kalmaya başlamıştır. Bu nedenle dünyada lider konumda olan ABD üretimi risk altına girdiği için imalatın ABD ekonomisindeki yerini belirlemek için 2011

yılında "Reaching U.S. Leadership in Advanced Manufacturing" başlıklı bir çalışma hazırlanmıştır. (www..keysanayi.com, ET: 08.01.2023).

Pek çok alanda olduğu gibi endüstri alanında da Silikon Vadisi'nin potansiyelinden beslenen Amerika Birleşik Devletleri'nin de Endüstri 4.0 sürecinde öne çıkan bir diğer ülke olduğu ifade edilmektedir. Endüstri 4.0 sürecinde ABD üretim stratejisine canlılık kazandıran yapı "Ulusal Üretim İnovasyon Ağı" programıdır. Resmi olarak 2014 yılında başlatılan program, akademi, kamu kurumları ve özel sektör kuruluşlarını kapsamaktadır. Ağ, merkezi ABD Ticaret Bakanlığı Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST-National Institute of Standards and Technology) bünyesinde bulunan Ulusal Gelişmiş İmalat Programı Ofisi (AMNPO-Advanced Manufacturing National Program Office) tarafından işletilmektedir. Bu program aracılığıyla, Amerika Birleşik Devletleri'nin küresel ölçekte rekabet gücünü artırmak için ileri üretim modelleri üzerinde çalışırken, üretim alanında etki yaratacak yeni teknolojilerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Duran, 2018).

2018'de Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanan konan "Başarı için Kurs Planlaması: Amerika'nın Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Stratejisi" (Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education), her Amerikalının analitik ve dijital düşünmesine kolaylaştırmak için hazırlanmış bir plandır. Okuryazarlık dahil olmak üzere temel STEM eğitimi STEM kavramlarına hâkim olmak için hazırlanan 5 yıllık bir stratejik plandır. Söz konusu program kapsamında bireyleri geleceğin mesleklerine hazırlamak ve yenilikçi mesleki eğitimler vermek amaçlanmaktadır.

Plan çerçevesinde, kamu kuruluşları, eğitim otoriteleri ve endüstrinin görüşleri derlenmiş ve bu üç alanda iş birliği sağlanmıştır. Bu amaçla, Çalışma Bakanlığı, yüksek talep gören sektörlerde yeni kurulan şirketler için çıraklık öncesi eğitimi genişletmiş ve "YouthBuild" programı aracılığıyla, risk altındaki gençlerin lise denkliğini veya devlet eşdeğeri derecelerini tamamlamalarına, endüstri tarafından tanınan kilit niteliklere sahip olmalarına yardımcı olmuş ve eğitim sertifikalarını alarak işbaşı eğitim programına katılabilecek duruma gelmelerini sağlamıştır (G7, age, 2019).

Plan çerçevesinde özellikle gençler ve kadınlar gibi dezavantajlı gruplara bu becerilerin kazandırılmasına önem verilmekte olup, plan çerçevesinde yaşam boyu öğrenme ve beceri geliştirmeyi hedefleyen üç temel ilke bulunmaktadır. Bunlar:

- Her vatandaşa fırsat eşitliği sağlayarak STEM okuryazarlığı için güçlü bir temeli olan ve hızlı teknolojik dönüşüme hazırlanmış bir iş gücü oluşturmak,
- STEM eğitiminde çeşitliliği, eşitliği ve katılımı artırmak (özellikle yetersiz istihdam edilen gruplardan olan kişiler için),
- Gelecek için STEM becerilerine sahip bir iş gücü geliştirmek, STEM okuryazarı Amerikalılardan oluşan çeşitli yetenek havuzunu ve ekonominin kilit sektörlerini destekleyen, bilimsel keşifler yapan ve geleceğin teknolojilerini inşa eden ulusal bir inovasyon üssünü sürdürmek (Birleşik Devletler Ulusal Bilim ve Teknoloji Komitesi, 2018).

Planda yer alan hedeflere ulaşmak için federal kurumlarla ortaklık kurmaya, eğitimlere, eğitmenler ve eğitim materyalleri sağlamaya ve içerik oluşturmaya yatırım yapılmıştır. Plana göre insan kaynakları ve finansman bu federal kurumlar tarafından sağlanmaktadır. Bu bağlamda STEM eğitiminin, eğitimin her kademesinde birden fazla şekilde uygulanması stratejisi, her yaştan bireyin temel becerileri kazanmasına olanak sağlamakta ve ihtiyaca göre şekillenen bir eğitim sağlamaktadır (O'Donnell, 2019).

Amerika Birleşik Devletleri, ileri teknolojisi ve inovasyon kültürü ile Endüstri 4.0'a en yakın ülkelerden biri olmasından dolayı Endüstriyel İnternet'e yaklaşık 2 milyar ABD doları yatırım yaparak endüstriyel İnternet araştırması yapmak için Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu'nu (IIC) kurmuş ve endüstriyel temelinin ne kadar güçlü olduğunu gösteren inovasyon, yazılım ve eğitim alanlarında başarılar elde etmiştir (Yeldiz, 2018: 555).

3.2.3 İngiltere

BCG (Boston Consulting Group) önde gelen endüstriyel ekonomilere sahip beş sanayileşmiş ülke olan (Fransa, Almanya, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Çin) arasında 1.500 yöneticiyle bir anket çalışması gerçekleştirmiş ve Endüstri 4.0'ın ilerlemesini anlamaya çalışmıştır. 2017 Ocakta yayınlanan raporda, imalat sektörünün %1,5-3 oranında büyüdüğü ve bunun GSYİH'de yaklaşık %0,5 büyümeye sebep olduğu ifade dilmiştir. Yine aynı raporda İngiltere'nin inovasyon sürecinin, geçen yılki hedef gerçekleştirme oranı ve teknoloji ve yetenek hazırlık oranının %70'in üzerinde olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, şirketin uzmanlık alanlarındaki araştırmaları kolaylaştırmak için "Katapult merkezleri" olarak bilinen yüksek değerli bir üretim merkezi tasarlanmıştır. Merkezlerin ana hedefi, 2011'den beri 200 milyon £'u aşan Birleşik Krallık'taki finansmanı yüzde yüz oranında artırmaktır (AP, 2015: 8,9).

Bunun yanında Birleşik Krallık 'ta Endüstri 4.0 kapsamında uygulanan T-Levels programı, 2020-2022 dönemini kapsayan bir eylem planı olarak oluşturulmuş, beceriye dayalı bir yeterlilik planıdır. Proje, öncelikle ülkenin teknik eğitim, öğretim ve yönetim yapılarının 16 yaş üstü öğrencilerin doğrudan istihdam edilmesini sağlayacak şekilde geliştirilmesini amaçlamaktadır. Katılımcılar bu kapsamda düzenlenen T-Levels kurslarından faydalanarak yükseköğretime girmeden GCSE (Certificate of Proficiency in Mathematics, History and Language after British Secondary Education- Birleşik Krallık'ta orta öğretim sonrasında matematik, tarih ve dil gibi alanlarda verilen yeterlilik sertifikası) sertifikası alabilmektedir (G7, 2019).

Programda sunulan kurslar, kurs içeriğinin endüstrinin iş gücü ihtiyaçlarını karşılamasını sağlamak için işverenler ve işletmelerle iş birliği içinde geliştirilmiştir. Birleşik Krallık hükümeti, hizmet sağlayıcıların ekstra öğretim süresi için ödeme yapmasına ve T-Levels planının başlatılmasıyla sektöre yerleştirmeler düzenlemesine yardımcı olmak için 500 milyon sterlinlik ek destek paketi açıklamıştır. Devlet desteği ile hizmet sağlayıcılar, en yeni ekipman ve tesislere başvurabilecek ve eğitmenler ve liderler geliştirmek için gerekli eğitimleri alabilecektir (G7, 2019).

T-Levels programı, sınıf içi eğitim ve işbaşı eğitimi dahil olmak üzere minimum 315 saat (yaklaşık 45 gün) eğitim vermeyi amaçlamaktadır. Eğitimlerin %80'i işbaşı, %20'si sınıf içi eğitimlerdir. Birleşik Krallık Çıraklık ve Teknik Eğitim Enstitüsü tarafından akredite edilmiş olan sistemde nitelikli istihdam, ileri eğitim veya daha yüksek çıraklık açmak için gereken bilgi ve deneyim sağlanmaktadır. Eğitime katılmanın en önemli yanı, insanların hangi alanda veya kariyerde ilerlemek istediklerini bilmeleridir. T-Levels kurslar muhasebe, tarım, arazi yönetimi ve üretimi, hayvancılık, el sanatları ve tasarım, insan kaynakları, eğitim, dijital destek hizmetleri, kültürel miras ve turistik yerler, finans, sağlık, hukuk, medya yönetimi ve bilim gibi birçok farklı alanı kapsamaktadır (UK, 2020).

İlk aşamada üç ana alana odaklanma planları ile T-Levels 2020'nin son çeyreğinde faaliyete geçmiştir. Bu alanlar dijitalleşme, inşaat ve eğitim ve çocuk bakımı olarak belirlenmiştir. Bu çerçeveye 2021 yılında dijital ve yapısal eğitimin yanı sıra sağlık ve bilim eklenirken, 2022 yılında finans, hukuk, yönetim, mühendislik ve imalat gibi alanlar geleceğin kilit meslek ve becerilerini içerecek uzmanlıklar ile tarım, çevre yönetimi ve hayvan bilimi gibi alanlar kapsama alınmış, 2023 yılında ise Hemşirelik,

kuaförlük ve güzellik uzmanlığı gibi uzmanlıklar ile medya ve tasarım dahil edilecektir. (İngiltere Eğitim Depatmanı, 2019).

3.2.4 Çin

Son otuz yılda ekonomisini hızla sanayileştiren ve imalatta ABD'nin yerini alan Çin, son sanayi devriminin gidişatını tersine çevirmek için Almanya ile ortak bir proje üzerinde çalışmaktadır. Endüstri 4.0 ile Çin, düşük maliyetli üretim avantajını kaybedecek ve gelişmiş ülkelerin modern teknoloji kullanarak sürdürülebilir ve kişiselleştirilmiş üretimi ile baş etmek zorunda kalacaktır.

Çin'in 2015 stratejisi, Almanya'nın Endüstri 4.0 planına benzer şekilde "Made in China 2025" olarak adlandırılmakta ve proje tamamlandıktan sonra "Made in China" olan ülke sloganını "Created in China"ya dönüştürmeyi hedeflemektedir (englısh. gov. cn). "Made in China 2025", Çin'in Endüstri 4.0 özelinde hazırladığı en kapsamlı planıdır. "China 2025", devlete ait ekonomik işletmelere ve halka açık şirketlere özel olarak odaklanılarak, devlet işletmelerinin yeniden yapılandırılmasını içermektedir (https://www.taysad.org.tr, et:14.11.2018).

1988 yılında İsviçre'de kurulan ve enerji ve otomasyon alanında faaliyet gösteren ABB şirketi, dijital çağda her ülkenin araştırmalarını ve mevcut durumunu anlamak için çeşitli ülkelerle "Dijitalleşme Sürecinde Otomasyon Hazırlığı" adlı bir çalışma yürütmüştür. Rapora göre, ülkelere inovasyon ortamı, eğitim politikaları ve işgücü piyasası politikalarına göre puan verilmiştir. İncelenen ülkeler, G20 ülkeleri ve dünyanın çeşitli bölgelerini temsil etmek üzere seçilen 5 ülkeden (Vietnam, Singapur, Estonya, Malezya ve Kolombiya) dahil olmak üzere 25 ülkeden oluşmuştur. Konu içeriği şöyledir:

İnovasyon ortamı: teknoloji etiği ve güvenlik girişimleri, veri koruma ve siber güvenlik, teknoloji altyapısı, Ar-Ge harcamaları ve uluslararası ortaklıklar.

Eğitim politikası: 21. yüzyıl eğitim becerileri, süreçte öğretmen-endüstri diyaloğu, istihdam ve kariyer yönetimi, öğretmenin sürece uyumu.

İşgücü piyasası politikası: Otomasyonun hükümet liderliğinde uygulanması ve geliştirilmesi, dijitalleşme konusunda kamuoyu bilincinin artırılması ve özel sektör ile kamu sektörü arasında iş birliği.

Tablo 14 - Dijitalleşme Sürecinde Otomasyon Hazırlığı Seçilmiş Ülkeler Bazında Puanlar

ÜLKE	Yenilik Ortamı (69,99)	Eğitim Politikası (55,3)	İş gücü Piyasası Politikaları (60,4)
Almanya	93,8	83,3	93,8
ABD	83	62,5	68,8
Çin	80,7	52,8	68,8
Güney Kore	93,9	87,5	93,8
İngiltere	84,2	62,5	71,9
Türkiye	67,3	38,9	56,3
Brezilya	40,6	47,2	56,3

Kaynak: The Automation Readiness Index, ABB 2018, https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/4431/en-US/CBCA3EA7E791/ABB_ARI_Report.pdf
Not: Parantez içindeki değerler araştırmaya katılan ülke ortalamalarıdır.

3.2.5 Lüksemburg

Lüksemburg Hükümeti Endüstri 4.0 kapsamında, 2016 yılında Lüksemburg işgücü piyasasında bilgi teknolojileri alanında ihtiyaç duyulan eğitimli personeli sağlamak amacıyla Kamu İstihdam Kurumu (ADEM) tarafından "Fit4Coding" isimli bir programı hayata geçirmiştir. Bu programın hedefleri, istihdamı artırmak ve beceri uyumsuzluğunu azaltmak sahada artan işgücü talebini karşılamak işgücü piyasası açısından kritik öneme sahiptir. Program kısa sürede iş bulmayı vaat etmektedir. Bu bağlamda, Lüksemburg'un dijitalleşme hedefleri ile tamamen uyumlu en önemli dijital beceri eğitimidir. Katılımcıların katı bir seçim kriteri yoktur ve bilgisayar deneyimi olan veya olmayan her yaştan bireyin katılımına uygundur. Bu kurslar kamu istihdam kurumları tarafından düzenlenir ancak iş dünyası, özel eğitim kurumları, işveren dernekleri gibi paydaşlarla iş birliği içinde yürütülür (Avrupa Komisyonu, 2018).

Eğitimin koordinasyonu kamu istihdam kurumunun eğitim biriminin sorumluluğundadır. Bu doğrultuda ilgili birimler, eğitim veren kurumlarla iş birliği yaparak, eğitimi başarıyla tamamlayanları işletmelerle buluşturmakta ve uygun adayları projeye dâhil etmek üzere seçmektedir. Kodlama alanında mesleki eğitim verilen kursta, katılımcılar 490 saatlik eğitimin ardından temel becerilerde ustalaşabilmekte ve bu katılımcıların yaklaşık %80'i mezun olduktan sonra iş bulabilmektedir. 2016 yılından bu yana 200 katılımcı programı tamamlamış ve 160 katılımcı istihdam edilmiştir. Bu çerçevede Vanksen, Kneip & PWC gibi büyük kurumlarla doğrudan katılım anlaşmaları imzalanmakta ve özel şirketlerle iş birlikleri güçlendirilmektedir. Son yıllarda,

programın etkinliğini artırmak için sosyal becerileri içeren modüller ve bir staj programı dâhil edilmiştir (Lüksemburg Kamu İstihdam Kurumu, 2019).

Eğitim giderleri kamu istihdam kurumu bütçesinden karşılanmakta ve katılımcılar ücretsiz bir şekilde bu hizmetten faydalanmaktadır. HTML, CSS ve JavaScript eğitimi sayesinde, ajanslar ve iş arayanlar arasındaki yakın iş birliği, vasıfsız adaylar için istihdam fırsatlarını, özgüveni ve motivasyonu artırır ve farklı kariyer yolları ve farkındalık hedefleri sağlar. Program, başarısından dolayı 7 Aralık 2017'de 'En İyi Uygulama' kategorisinde Avrupa Dijital Beceri Ödülü'ne layık görülmüştür (Avrupa Komisyonu, 2018).

Sonuç olarak, programın en önemli iki çıktısından ilki, vasıfsız iş arayanların işgücü piyasasına kademeli olarak girmesini sağlamak için kapsamlı eğitim sunumuna yönelik bütüncül bir yaklaşımın gerekli olduğunun kabul edilmesi; bir diğeri ise eğitim hizmeti sağlayıcıları ve şirketlerle birlikte eğitim içeriği hazırlamanın eğitim başarısını artıracağıdır (Pütz, 2020).

3.2.6 Kanada

Kanada Endüstri 4.0 ile ilgili istihdamın korunması anlamında yetişkin eğitimi ile ilgili faaliyetler yürütmektedir. Yetişkin Becerilerini Geliştirme Hibesi, Kanada'nın British Columbia bölgesinde, düşük gelirli bireylere yetişkinlere yönelik temel eğitim, ikinci dil olarak İngilizce ve devlet ortaöğretim okullarındaki yetişkinlere yönelik özel eğitim programları için mali destek sağlayan, geri ödemesiz bir programdır. Program, maddi desteğe en çok ihtiyaç duyan katılımcıların öğrenim ücreti, öğrenci harçları, kitaplar, çocuk bakımı ve ulaşımla ilgili masraflarını karşılamaktadır. Program katılımcısı olabilmek için kişinin kendi mali kaynakları ile giderlerini karşılayamıyor olmak ve reşit olmak, onaylı bir yetişkin temel eğitimi, yetişkin özel eğitimi veya ikinci dil olarak İngilizce programına kayıtlı olmak ve hane halkı gelirinin gerekli düzeyin altında olması gerekmektedir. Programa katılmak için Kanada vatandaşlığı gerekli değildir, daimî ikamet edenler veya koruma altındaki kişiler de bu programdan yararlanabilmektedir (Kanada Yüksek Öğrenim Bakanlığı, tarih yok).

Prensip olarak programa katılmak için en az 22 yaşında olmak gerekmektedir ancak 22 yaşının altındaki kişiler de gelir durumlarını belirterek programa başvurabilirler. İhtiyaç sahiplerine özel oluşturulan programlar kapsamında;

- Mezuniyet Sonrası Akademik Güncelleme (ACDU),
- İngilizce dil eğitimi (ENLA),
- Odaklanmış İstihdam Eğitimi (FOCUS),
- İş, Eğitim ve Öğretim (JET),
- Erişim teknikleri (TARGET) eğitimleri verilmektedir (Caledonia, 2020).

Başvuru sahipleri gelirlerini gösteren resmi belgeleri sunmalıdır. Bu çerçevede, başvuru sahiplerinin 2020 gelir sınırı iki kişilik bir aile için 30.600 $, 47.275 $ ve yedi veya daha fazla kişilik bir aile için 80.960 $'dır (Kanada Yüksek Öğrenim Bakanlığı, tarih yok).

Bu alanda Kanada tarafından düzenlenen başka bir program olan İkinci Kariyer Programı, işten çıkarılanlar veya eksik istihdam edilenler için Ontario bölgesinde düzenlenen bir beceri geliştirme programıdır. Kabul edilenler, Yetişkin Becerilerini Geliştirme Hibesine benzer öğrenim ücreti, kitap, ulaşım veya yaşam masrafları alabilmektedirler. Sübvansiyonun üst sınırı 28.000 yuan olarak belirlenmiştir. İşten çıkarılan, uzun süre çalışmamış veya işten çıkarıldıktan sonra geçici işe girmiş olanlar ile engelliler, yarı zamanlı çalışanlar ve kişiler için sübvansiyona katılma koşulları belirlenir. Herhangi bir nedenle işe dönemeyen doğum izninde olan kişiler de geçerli sebep sunması koşuluyla katılım için uygun olabilir (OECD, Employment and Skills Strategies in Canada, OECD Reviews on Local Job Creation, 2014).

Programa başvuran adayların katılmak istedikleri programı belirlemiş olmaları ve bu programların aynı zamanda en fazla iki yıllık ve tam zamanlı olmaları gerekmektedir. Başvurular ve kayıtlar İleri Eğitim ve Beceri Geliştirme Bakanlığı tarafından yapılır. Kursların amacı belirli bir mesleği Ulusal Mesleki Sınıflandırma Sistemine sokmak olduğu için kategori içerisinde mesleği tanımlayan dersler seçilmelidir. Proje süresince çalışma saatlerinin 19 saati aşmasına izin verilmemektedir (Choudharu, 2020).

3.2.7 Japonya

Dijital dönüşüm, demografideki değişimler ve diğer tüm değişkenler dikkate alındığında Japonya'da çalışma hayatının geleceği kavramına öncelik verilmesi yönünde adımlar atılmış ve bu konuda 2035 yılına yönelik planlamalar devreye alınmıştır. Bunun nedeni, yapay zekâ gibi teknolojik yeniliklerin yoğunlaşmasıyla birlikte, Japonya'nın azalan doğum oranı ve yaşlanan nüfus gibi demografik özelliklerinin, endüstriyel yapı ve istihdam yapısında ve sosyoekonomik sistemde büyük değişikliklere yol açması ve daha çeşitli ve esnek olmasına yol açması beklenmektedir.

Endüstri 4.0 sürecinde bir diğer lider ülke olan Japonya, Endüstri 4.0 sürecini farklı açılardan düşünmekte ve ortaya insan faktörünü ön plana çıkaran yeni bir vizyon sunmaktadır. “Toplum 5.0 (Society 5.0)” olarak adlandırılan bu olgu, toplum ve teknoloji arasında sağlıklı bir ilişki kurmayı amaçlamaktadır. Japonya, Endüstri 4.0'ın insan düzeyindeki anlamına katkıda bulunmak istemekte ve bu süreci "Akıllı Toplum" stratejisi çerçevesinde "Toplum 5.0" etiketi altında hayata geçirmeyi daha uygun bulmaktadır. Endüstri 4.0 ve ötesine daha geniş bir perspektiften bakıldığında Japonya, elektronik alanındaki liderliğini Toplum 5.0 aracılığıyla ilerletmeyi hedeflemektedir (Duran, 2018).

Bu doğrultuda 2016 yılında Japonya'da çalışmanın geleceği üzerine yapılan bir çalışmada, Endüstri 4.0 sonrası Japon nüfusunda beklenen teknolojik gelişme ve demografik değişimler ele alınmış ve 2035 yılı öngörüsü yapılarak, bir dizi önlem ve uygulama geliştirilmiştir Ayrıca, başkanlığını Başbakan'ın yaptığı “Çalışma Şekillerinde Reformu Gerçekleştirme Konseyi” kurulmuş ve çalışma alanındaki kilit üst düzey yöneticilerle ihtiyaçlar istişare edilmiştir (Avrupa Konseyi, 2017).

Bu bağlamda, söz konusu çalışmalar, Japonya'nın nüfusunun azaldığını ve azalan doğum oranı ve yaşlanan nüfus nedeniyle işgücünün zayıfladığını göstermektedir. Toplam nüfus 2035 yılına kadar yaklaşık 5 milyon kişinin azalacağı, çalışan yaşlı nüfusun işgücü içindeki payının %26,7'den %33,4'e çıkacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, gelecekte Japon iş gücüne kadın ve yabancı işgücünün katılım oranının daha yüksek olması beklenmekte, çalışma ortamında ortaya çıkabilecek bu tür durumlara karşı önleyici tedbirlerin alınması gerektiğine işaret edilmektedir. Öte yandan teknolojik gelişmenin inovasyona, iş verimliliğine ve yaşam tarzı gelişimine katkı sağladığına dikkat çekilerek, yaratılan yeni işletmelerin ürün ve hizmetlerde, iletişimde ve çalışma tarzlarında, toplulukta çeşitliliği desteklemek için vazgeçilmez araçlar haline geldiğine değinilmiştir. Bu çalışmada 2035 yılına gelindiğinde yaşanacak teknolojik değişimlerin, yaşlıların iş hayatında daha uzun süre görev yapmasına imkân tanıyacağı ve Japonya için önemli bir engel olan yabancıların dil sorununun bu değişimle aşılabileceği; iş kolunun özellikle ev işlerinin robotlara kaydırılmasının, çalışma yaşamını iyileştirme konusunda istihdama katkı sağlayacağı vurgulanmaktadır (Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı, 2016).

Bu çerçevede Japonya'da yapılan araştırmalarda teknoloji, nüfus, sosyal güvenlik, eğitim, hayat boyu öğrenme vb. konularda çeşitli analizler yapılmış ve 2035 yılı için çeşitli politikalar oluşturulmuştur. Bu politikalardan bazıları şunlardır (Çalışma Tarzı Reformunu Gerçekleştirme Konseyi, 2017):

- Yeni bir çalışma politikası oluşturulması
- Çalışma yöntemi değişikliklerinin sosyal etkisini iyileştirilmesi
- Yeni çalışma biçimlerine geçişin kolaylaştırılması
- Çalışan seçim uygunluk bilgi paylaşım sistemi kurmak

3.2.8 Fransa

Fransa'daki merkezi hükümet, 2015'in başlarında Mesleki Eğitim, İstihdam ve Sosyal Demokrasi Yasası doğrultusunda, bireylere yeniden beceri kazandırmayı amaçlayan Kişisel Eğitim Hesabı uygulamasını gündemine almıştır. Uygulama, işgücü piyasasındaki çalışanları, iş arayanları ve çırakları kapsamakta ve temelde zaman bankacılığı esasına dayalı olup, işgücü piyasasına girişten başlayarak çalışma hayatı boyunca devam etmektedir. 16 yaş ve üzeri çalışanlara program kapsamında, çalışma hayatları boyunca en fazla 8 yıl olmak üzere toplam 150 saat eğitim verilmektedir. Bu eğitimler iş bulma kurumu, bölge veya eyalet, işveren veya hesap sahibinin kendi eğitim fonu (OPCA) tarafından finanse edilmektedir (Almanya Ekonomi Enstitüsü, 2018). İş değiştirme veya iş ile işsizlik arasında geçiş, bireyin bu programdan yararlanmasına herhangi bir etkide bulunmamaktadır. Bu imkân, bireyin hareket özgürlüğünü artırıp ve hareketliliğin önündeki engelleri kaldırarak bir bireyin kariyerini güvence altına almak için tasarlanmış olan programın ana hedeflerinden biridir. Kanun, çalışanların işgücü piyasasındaki hareketliliği ve işverenlerin bu konudaki sorumlulukları ile doğrudan ilgilidir. Programın genel amacı, işgücü piyasasındaki konumları ne olursa olsun insanları, yeteneklerini ve istihdam edilebilirliklerini aktif olarak geliştirmeleri için güçlendirmektir. Bu reform, 2017 iş kanunu reformu ve işsizlik sigortası planı reformu dahil olmak üzere Fransa Cumhurbaşkanı tarafından uygulanan genel işgücü piyasası reformlarına katkıda bulunmaktadır (Eurofound, France: Employers obligation to provide skill development plans or training, 2019).

Program çerçevesinde devlet merkezi olarak her kademede 3.881 eğitim alanı belirlemiş, plan çerçevesinde hayata geçirmiş ve çeşitli standartlar getirmiştir. Bu bağlamda, tanınan bir yeterliliği veya tanınmış bir mesleki eğitimi geçme ve kursun

başlamasından en az 60 gün önce ücretli izin talebinde bulunma şartı belirlenmiştir. Gerekli koşullar yerine getirildiğinde, çalışanın işvereni beceri geliştirme programına katılımı onaylanmaktadır. Alınan karara göre 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren, bireysel eğitim hesapları aracılığıyla edinilen eğitim hakları nakde çevrilecek ve Euro'ya yansıtılacaktır. 2020'den itibaren, işverenler, çalışanın yıl boyunca yasal veya sözleşmeli çalışma saatlerinin yarısında çalışması koşuluyla, çalışanlarına her yılın sonunda yılda 500 Euro'ya kadar (toplam en fazla 5.000 Euro'ya kadar) kişisel hesap kredisi sağlanabilmektedir. Ancak, bir işçi yıl boyunca yasal veya sözleşmeli çalışma saatlerinin yarısından daha az çalışıyorsa, işveren yılsonunda kişinin çalışma saatleriyle orantılı olarak kredi verebilir. Buna göre, eğitim almak isteyen çalışanın eğitim gerekliliklerini yerine getirememesi durumunda, programda ifade edilen haklar programa devam durumunda korunabilmektedir. İşsizlik durumunda, hesap bir eyalet veya yetkili bölgesel iş bulma kurumu tarafından izlenebilmektedir. Şirket düzeyindeki toplu sözleşmeler, işverenler tarafından bireysel eğitim hesaplarına ödenen ek mali katkılar da sağlayabilir. Ancak hesap sahibi, hesabı kurallar çerçevesinde kullanma konusunda tam yetkiye sahiptir (Avrupa Komisyonu, 2018).

2016 yılında kişisel eğitim hesabı başvuruları kapsamında %65'i iş arayanlardan, %35'i çalışanlardan olmak üzere 500.000'e yakın başvuru onaylanmış ve başvuru sayısı 2015 yılına göre %139 artmıştır. Program, düşük vasıflı insanlara ulaşmada başarılı oldu ve en sık talep edilen 10 eğitim, çalışanların %60'ı ve iş arayanların üçte biri tarafından tercih edilmiştir. Sınavlara hazırlık kursları, çalışanların dil ve bilişim sertifikaları çalışanların ve öğrencilerin ağırlıklı olarak ilk tercihi olurken, temel yeterlilik belgeleriyle kanıtlanan temel mesleki beceriler, iş arayanlar tarafından daha çok tercih edilmiştir. 2017 yılında, ortalama eğitim süresi çalışanlar için 87 saat, iş arayanlar ise 370 saat olarak gerçekleşmiştir (CEDEFOP, France: Two Years of Personal Training Accounts: A Review, 2018).

Fransa'da uygulanmasından bu yana Kişisel eğitim Hesabı sistemi, verimliliği konusunda büyük tartışmalara yol açmış ve birçok farklı aktörü içermesi dolayısıyla karmaşıklığı nedeniyle eleştirilmiştir. Ancak, bireylere sağladığı hareket ve seçim özgürlüğü ve son yıllarda beceri geliştirmeye yönelik artan talep nedeniyle, araştırma bağlamında geliştirilmeye ve uygulanmaya devam edilmesi beklenmektedir.

3.2.9 Diğer Ülkelerin Endüstri 4.0 Çalışmaları

MIST ülkeleri de Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlamak için stratejiler geliştirmektedir. Endonezya, ‘Making Indonesia 4.0’ adlı bir yol haritası geliştirerek endüstrisini en üst düzeye çıkarmaya çalışmaktadır. Endonezya bu yol haritasında yiyecek ve içecek, otomotiv, tekstil, elektronik ve kimya sektörlerini önemli sektörler olarak belirlemiştir (Global Expandia, 2018).

Latin Amerika'da Endüstri 4.0'ın öncüsü olmaya çalışan Meksika da bir yol haritası hazırlamıştır. Meksika, otomotiv, havacılık ve kimya endüstrilerini öncelikli endüstriler olarak tanımlayan “Crafting The Future” adlı bir yol haritası geliştirmiştir. İnovasyon ve Ar-Ge konusundaki itibarı ile Güney Kore, endüstrisinde dijital dönüşüme hazırlanan bir diğer ülkedir. Bu bağlamda Güney Kore, "Manufacturing Innovation 3.0" adlı bir akıllı endüstri stratejisi formüle etmiştir. Strateji, akıllı fabrikalar, Nesnelerin İnterneti, 3D baskı ve büyük veri gibi teknolojilere odaklanmaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ GENEL YAPISI VE ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1 TÜRKİYE İŞGÜCÜ PİYASASININ GENEL YAPISI

1923 yılında Cumhuriyet'in kuruluşundan sonra Türkiye Cumhuriyeti'nin yatırım odağı sanayiye kaymış ve tarımı destekleyici yatırımlar gerçekleştirmiştir. Bu çerçevede, 1930'larda tarımsal kredi ve pazarlama kooperatifleri, tarım işletmeleri ve devlete ait tarım işletmeleri kuruldu (Arslan, 2015). Avrupa birinci sanayi devriminden ikinci sanayi devrimine geçiş yaşarken, Türkiye Cumhuriyeti'nin 1920'li yıllarda yeni bir ekonomik model kurmaya başlaması ve 1923'te yapılan İzmir İktisat Kongresi önemli bir dönüm noktası oldu. Türkiye'nin ekonomik modeli ve ekonomi tarihi için bir yol haritası oluşturuldu. İzmir İktisat Kongresinde, özel sektörün güçlendirilmesi lehine sınırlı bir devlet müdahalesi modeli öngörüldü. Bu kongre aynı zamanda yerli üretimin desteklenmesi, tekelleşmenin önlenmesi gibi kararları da içermekteydi. Bu model sayesinde sanayi yatırımlarında büyüme sağlanmış ve tarım sektörü sanayiye girdi sağlamada önemini korumuştur. Bu politikalar 1929 Büyük Bunalımına kadar başarıyla uygulanmaya çalışılmıştır (Eroğlu, 2007).

1930'lu yıllarda ekonomi politikası öncekinden farklı olarak özel sektör ve ekonomik milliyetçilik ilkelerine dayalı korumacı bir anlayışla desteklenmiş, özel sermayenin yanı sıra devlet korumacılığı ile ithal ikameci üretim desteklenmiştir. (Eroğlu, 2007). Büyük Buhrandan sonra, tüm dünyada ortaya çıkan devletçi yaklaşım, ülkemizde de özel yatırımdan yana liberal politikaların egemen olduğu 1950'lere kadar devam etmiştir. Yabancı sermayeye ve tarımsal kalkınmaya yönelik bu destek dönemi 1960 yılına kadar sürmüş, 1963 yılında ilk beş yıllık kalkınma planının hazırlanmasından sonra Türk sanayisi ithal ikameci bir yöntem benimsemiş ve yaklaşık %9 oranında bir büyüme gerçekleştirmiştir. 1960-1980 yılları arasında zayıflayan devletçi politikalar, 1980'den sonra yerini kalıcı olarak liberal ekonomiye bırakmıştır (Eğilmez, 2012).

Sanayi Devrimi sonrası Avrupa'da yaşanan teknolojik gelişme ve üretim ivmesi, Türkiye’de Cumhuriyet sonrası yeni yol haritası arayışları, sermaye birikiminin gecikmesi ve yeni düzen arayışları ile birleşince Avrupa'nın sanayileşme hızının

gerisinde kalınmıştır. 1990 yılından sonra sermaye akımlarının serbestleşmesi ve küreselleşmenin etkilerinin hızlanması ile Türkiye ekonomisinin genişleme, durgunluk ya da daralma trendlerini Türkiye ile dünya arasındaki dış kaynak akışı belirlemeye başlamıştır (Boratav, 2013). Türk üretim tarihindeki asıl gelişme 2000'li yıllardan sonra dikkat çekici bir hız kazanmıştır. 2000'li yıllarda tarım ve sanayi sektörleri bir miktar daralırken, hizmetler önemli ölçüde artmıştır. Tarım, 1980'de istihdamın yüzde 46'sını oluştururken, 2008'de yüzde 24'e gerilemiştir. Bu sektör değişimi, Türkiye üretiminin katma değerini artırmış ve üretim yapısında ve iş gücünde bir kaymaya sebep olmuştur (Can, Erdem, Kassap ve Demirel, 2017).

Cumhuriyetin ilk yıllarında Türk iş gücünde çok basit bir ayrım vardı. Tarım emek yoğun olmakla birlikte mavi yakalı işçiler, memurlar ve şehirlerde çalışan iş adamları ana grupları oluşturmaktaydı. Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan sonra sanayi yatırımlarının önem kazanmasıyla birlikte işçiler, diğer gruplarla birlikte bir emek grubu olarak İzmir İktisat Kongresi'ne katıldılar. 1936 tarihli 3008 sayılı İş Kanunu, çalışma hayatını düzenleyen önemli adımlardan biriydi (Delican, 2006). 1936'da çıkarılan "İş Kanunu", yürürlüğe girdiği tarihten itibaren üç yıl içinde istihdam ve istihdam görevlerini üstlenen İş ve İşçi Bulma Kurumunun kurulmasını şart koşmuştur. Buna göre, Türkiye İş Kurumu faaliyet alanını ve kurumsal yapısını genişleterek işe yerleştirme faaliyetlerine başlamıştır. 1960'lı yıllarda savaş sonrası Avrupa'da yaşanan işgücü sıkıntısı nedeniyle iş bulma kurumları önceliği yurt dışına işçi göndermeye vermiş ve başta Almanya olmak üzere çeşitli Avrupa ülkelerine işçi gönderme faaliyetlerini sürdürmüştür (İŞKUR, 2020). Bu dönem, Türkiye'de ilk kez göç olgusu olduğu için daha da önem kazanmaktadır. İlk göçmen işçi grubunun yapısı genellikle düşük niteliğe sahip ve karışıktır. İlkokulu terk eden ve çoğunluğu 20-40 yaş arası erkeklerden oluşan bu göçmen grubun büyük bir kısmı şehirlerden gelse de göç dalgası devam ettikçe kırsal yapılardan ayrılanların oranı artmıştır (Yıldırımoğlu, 2005).

1960'lı yıllardaki hızlı sanayileşmenin ardından işçi, işçi hakları ve örgütlenme kavramlarının ortaya çıkmasıyla Türkiye'nin işgücü yapısı yeni bir şekil almıştır. Avrupa'daki teknolojik gelişmeler ve 3. sanayi devriminin attığı adımlar henüz Türk üretimine yansımadığından, çoğu çalışanın beceri düzeyi düşük kalmıştır. 1970'lere gelindiğinde, 15 milyonluk işgücünün yüzde 60'ı hala tarım sektöründe istihdam ediliyordu. Öte yandan, 2000 yılında tarımın istihdamdaki payı yüzde 34'e düşmüş,

sanayi sektörünün payı yüzde 24'e, hizmetler sektörünün payı ise yüzde 40'a yükselmiştir (Altuntepe ve Güner, 2013).

İşgücünün sektörel dağılımını anlamanın bir başka yolu da kırsal ve kentsel nüfusları karşılaştırmaktır. Birincisi, nüfusun yaklaşık %75'ini oluşturan köylü nüfus, cumhuriyetin kuruluşundan 1960'lara kadar pek değişmemiş, 1980'den sonra Ankara, İstanbul, İzmir'den taşan turizm, sanayi ve diğer hizmetler nedeniyle ciddi bir gerileme yaşamış ve 2000'li yılların başında kırsal nüfus %30'un altına düşerken, kentsel nüfus %70'in üzerine çıkmıştır. Bu durum, bugün de benzer bir biçimde, Türkiye'nin işgücünün halen sanayi ve hizmet ağırlıklı şehirlerde ikamet etmesinden de görülebileceği gibi devam etmektedir (Kazgan, 2013).

4.2 TÜRKİYE'DEKİ ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMELERİ VE SEKTÖREL BAZDA İNCELENMESİ

Literatürde teknolojik dönüşüm sürecini daha açıklayıcı hale getirmek için dijital olgunluk kavramı kullanılmaktadır. Bu kavramla donanmış olarak, bir organizasyonun bugün ne kadar dijitalleştiğini ve gelecek için bir yol haritası geliştirirken nelere dikkat edilmesi gerektiğini öngörmek mümkündür. Sanayileşmemiş ülkeler 1 ile 2 arasında, otomasyona uğramayan ülkeler 2 ile 3 arasında ve otomasyona uğramış ülkeler 3 ile 4 arasında değerlendirilmektedir.

Türkiye, Endüstri 4.0 ve Dijital Olgunluk Endeksi'nde 2,7 puanla ikinci ve üçüncü sanayi devrimleri arasında yer almakta ve henüz tam otomasyona geçmemiş ülkelerden biri olarak görülmektedir (Sevgi, 2020). 2011 yılında Almanya'da ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramı, Türkiye'de ilk kez 2015 yılında tartışılmıştır. Akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmaların gündem konularından biri olan bu kavram çerçevesinde 2016 yılında 29. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) toplantısında ilk resmi çalışma gerçekleştirildi. Türkiye sanayisinin yüksek teknolojili üretimde diğer ülkelerle rekabet edebilmesi için birtakım kararlar alınmıştır. Bu kararların amacı, tüm yürütme, uygulama ve izleme modellerini ülkenin eğitim, istihdam ve sektörel koşullarını dikkate alacak şekilde formüle etmek ve Endüstri 4.0 odaklı araştırma ve geliştirme faaliyetlerini hayata geçirmektir. Plan, bu hedeflere ulaşmak için gerekli olan yerli yüksek teknoloji üretimi için gerekli altyapıyı, teşvikleri ve desteği gözden geçirmekte ve yeni öneriler geliştirmektedir. Bu süreçte Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TÜBİTAK sorumlu kurumlar olarak belirlenmiştir. (BTYK, 2016).

Toplantıda alınan kararların ardından 2016 yılı sonunda "Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemi Teknoloji Yol Haritası" taslağı oluşturuldu. Taslakta, 2018 yılında küresel endüstriyel uygulama robotu sayısının yaklaşık 3 milyon olacağı ve bağlantılı cihaz sayısının 13 milyardan 29 milyara çıkacağı öngörülmüştür. Bunun yanında IoT pazarının 2020'de 656 milyar dolardan 1,7 trilyon dolara çıkması beklenmektedir. Bu taslak kapsamında, bin özel sektör kuruluşunda yapılan bir çalışmada, firmaların sadece %22'sinin kapsamlı bilgiye sahip olduğu ve %59'unun genel bilgiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Farkındalığın en yüksek olduğu sektörlerin elektronik, yazılım ve malzeme sektörleri olması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada şirketlerin %50'sinin 3-5 yıl içinde şirketlerini ilgili teknolojilerle entegre etmeye yönelik bir stratejisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Taslak, Endüstri 4.0 bileşenlerinin geliştirilmesi için Ar-Ge çalışmalarının güçlendirilmesini amaçlamaktadır (TÜBİTAK, 2016).

2016 yılında Türkiye'nin Endüstri 4.0 ile ilgili güçlü ve zayıf yönlerini, fırsat ve tehditlerini anlamak için bir SWOT analizi yapılmıştır. Bu analizde artan üretkenlik, rekabet, gelir, teknik bilgi, iyi ücretli işler, müşteri memnuniyeti, yeni pazarlar, üretim esnekliği ve üretim kontrolü ülkenin güçlü yönleri olarak görülürken, teknolojik değişime karşı yüksek hassasiyet, yüksek uygulama ve geliştirme maliyetleri, kontrol kaybı riski ve vasıflı işgücü ihtiyacı ülkenin zayıf yönleri olarak değerlendirilmiştir. Avrupa'nın uluslararası üretim lideri konumunu güçlendirmesi, yeni pazarlar yaratması ve AB'nin olumsuz nüfus dağılımını engellemesi ülke için birer fırsat olurken, veri ve ağ güvenliğinin korunması, işsizlik, küçük ve orta ölçekli işletmeler ve çok yüksek rekabet devlete yönelik tehditler olarak göze çarpmaktadır (Ötleş ve Özyurt, 2016: 56).

2017 yılında Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü bünyesinde, Dördüncü Sanayi Devrimi Genel Başkanlığı kurulmuştur. Başkanlıkta, dijital dönüşüm platformunu koordine etmek ve sektörün dijital dönüşümüne yönelik araştırmalar yapılması planlanmıştır. Ayrıca mevcut başkanlık döneminde KOBİ'lerin dijital dönüşümünü sağlamaya yönelik politikaların hangi yönde geliştirilmesi gerektiği de belirlenmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2018: 19).

Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019), ulusal yazılım sektörünün beşeri ve teknolojik altyapısının iyileştirilmesinin Endüstri 4.0 dönüşümü için rekabet gücünü artıracağı düşüncesiyle oluşturulmuştur. Program çerçevesinde

ihtiyaçların doğru analiz edilmesi, ilgili altyapının güçlendirilmesi, kalkınmayı teşvik edici kanun ve idari düzenlemelerin sağlanması, nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi ve rekabet gücünün artırılması planlanmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017).

2018 yılında, Dördüncü Sanayi Devrimi Genel Başkanlığı'nın kurulmasından bir yıl sonra, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde, ülkenin dijitalleşmeyi nasıl planlayacağını, hangi adımları atacağını ortaya koyan "Dijital Türkiye Yol Haritası" yayınlandı. Endüstri 4.0 platformu ile hangi alanların ele alınacağı ve hangilerine öncelik verileceği konuları belirlenmiştir. Bu belgede organize sanayi ve teknolojik gelişme bölgeleri ile özel sektör Ar-Ge merkezlerinin üretim yapısı ve dijital dönüşüm sürecinde öncü rol oynaması kararlaştırılmıştır (Türkiye Endüstri 4.0 Platformu, 2018a). Yayınlanan yol haritası altı bileşene odaklanmaktadır: insanlar, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetişim. Eğitim altyapısının geliştirilmesi, nitelikli iş gücünün yerleştirilmesi, teknolojik ve inovasyon yeteneklerinin artırılması, veri iletişim altyapısının güçlendirilmesi, yerli teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesi, kullanıcıların dijital dönüşümünün desteklenmesi ve nihayetinde kurumsal dönüşümün güçlendirilmesi bu bileşenler için oluşturulmuş eylem alanlarıdır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

Dijital Ulus Endeksi'nde 65 ülke arasında 41. sırada yer alan Türkiye, Almanya'nın 2013'te yaptığı "endüstri 4.0 platformu" duyurusuna benzer bir platformu kendi bünyesinde de oluşturmuştur. Ülkeyi Endüstri 4.0 devrimine hazırlamak amacıyla Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı himayelerinde TÜSİAD, MÜSİAD, TOBB, TTGV ve YASED başkanlarının oluşturduğu "Türkiye Endüstriyel Dijital Dönüşüm Platformu" adlı platform kuruldu. Bu platform sayesinde, üretim kapasitesinin, yüksek teknolojili ürünlerin üretim ve kullanım oranlarının yükseltilmesi amaçlanmış ve sanayi sektörünün rekabet gücünün artırılması planlanmıştır. Bu amaçla, Ar-Ge ve yenilikçi araştırmaların desteklenmesine ve KOBİ'lerin yüksek teknoloji kullanımına yönelik teşviklerin sağlanmasına karar verilmiştir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın gelişimini kolayca yönetmek ve devrim niteliğindeki bileşenlerin gelişimini hızlandırmak için dijital teknolojiler, yenilikler, eğitim, patentler vb. çeşitli çalışma grupları oluşturulmuştur (Özlü, 2017).

2018 yılında ayrı ayrı yürütülen dijital dönüşüm, ağ güvenliği, teknolojik inovasyon, büyük veri, yapay zekâ vb. teknolojik gelişmeleri, toplumsal ihtiyaçlar ve kamu sektörü reform trendlerini birleştirmek amacıyla çeşitli kurumlar tarafından T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi kuruldu. Ofis, kamu, özel sektör, üniversiteler ve STK'larla iş birliği içinde ülkenin dijital dönüşümünü hızlandırmayı hedeflemektedir. (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020a). Ofisin yapısına, hizmet birimlerine ve sorumluluklarına, organizasyon şemasına ve ofisle ilgili yazılara bakıldığında, ofisin paydaşları birleştirmekten çok halka dönük dijital dönüşüm üzerine kurgulandığı anlaşılmaktadır.

4.2.1 Hizmet Sektörü

Ekonomik yapısal değişiklikler ve demografik çalkantılar, mekânsal ve sosyal gelişmede eşitsizliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle herkes için eşit yaşam koşulları yaratmak insanoğlunun temel yükümlülüklerinden biri olmalıdır. Teknolojik gelişmeler sayesinde, dijitalleşmenin sunduğu fırsatların yapısal değişim için doğru kullanılması halinde bu zorlukların ortadan kaldırılması mümkündür. Türkiye, Endüstri 4.0 kapsamında yeni finansman girişimleri ve inovasyona dayalı sürdürülebilir ve sosyal açıdan eşitlikçi yapısal değişim ile ülkeyi inovasyonun, büyümenin, istihdamın ve refahın önde gelen sağlayıcısı haline getirmeyi planlamaktadır.

İnsanların Endüstri 4.0 ile ilgili en büyük korkularından biri, üretimin çoğunun akıllı robotlar tarafından yapılacak olması, dolayısıyla istihdamın düşerek işsizliğin hızla artmasıdır. Geçmişteki endüstri geçiş dönemlerinde işsizlik üzerindeki etkileri ekseninde yapılan araştırmalar, bunun tersinin doğru olduğunu göstermekte ve robotlaşmayla birlikte istihdamın da artacağına işaret etmektedir. Sanayi ve tarım sektörlerindeki istihdamın, özellikle yazılım geliştirme ve bilgi işlem sektörlerinde hizmet sektörüne kayması beklenmektedir. Bunun yanında düşük yetenekli işlere olan talebin de azalacağı, tarım teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle tarım sektöründeki istihdamın hizmet sektörüne kayacağı öngörülmektedir (Bektaş, 2021).

Eğitim hizmetleri değerlendirilirken Türkiye'nin henüz otomasyonu tamamlamamış ülkelerden biri olmasının temel nedenlerinden birinin eğitimde istikrar ve kalite eksikliği olduğu söylenebilir. Ülkede vasıflı işgücünün geliştirilmesi için düzenleme yapılmaya çalışılmış ve Endüstri 4.0 devriminde “Eğitim 4.0” adı altında yeni bir sürece girilmiştir (Bektaş, 2021).

Üye devlet uygulamalarını ve politikalarını birbirine yaklaştırmak için AB'de çeşitli topluluk programları başlatılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan Sekizinci program olan Horizon 2020, TÜBİTAK aracılığıyla 2014-2020 yılları arasında üniversitelere, Ar-Ge şirketlerine, KOBİ'lere ve araştırmacılara 80 milyon avro bütçe ayırmıştır. Bugün birçok üniversite program kapsamında robotik laboratuvarları oluşturmuştur. Ayrıca IoT alanında Sanayi Teknoloji Bakanlığı ve Microsoft iş birliği ile bir eğitim programı yürütülmektedir (Swiss Global Enterprise, 2017: 37).

2018 yılında Millî Eğitim Bakanlığı eğitim sisteminde "Eğitim Vizyonu 2023" adlı yeni bir dönüşüm planı geliştirmiştir (Ertürk, 2019: 326). Eğitimin hemen hemen tüm alanlarının dönüşümünü kapsayan bu planda Endüstri 4.0 ile ilgili bazı stratejilere de yer verilmektedir. Bu bağlamda, öğrenme analitiği araçları ile veri tabanlı yönetime geçiş benimsenmiştir. Eğitim sistemindeki tüm verilere erişip yönetime girebilecek bir veri ambarı ve öğrenme analiz platformu kurulması, bu veri tabanında çalışan kişilerin özellikleri eklenerek değerlendirilebilecek ve verilerin sağlanması için bir veri kontrol birimi oluşturulması hedeflenmiştir. Bu vizyonun amacı, güvenlik ve performansa dayalı analitik araçları öğrenmek, gerekli mevzuatı geliştirmek, süreçleri yavaşlatan bürokratik süreçleri azaltmak ve nihayetinde bilimsel araştırmaları bir araya getiren bir birim oluşturmaktır. Öte yandan, üniversitelerle yapılan ortaklıklar yoluyla öğrencilere bu yüzyılın becerilerinin kazandırılması için istenilen alanlarda eğitimcilere lisansüstü düzeyde yan dal açılması gerektiğine vurgu yapılmıştır. İlkokul, ortaokul ve liselere uzaktan eğitim sağlamak için EBA'dan (Eğitim Bilişim Ağı) yenilikçi dijital eğitim sistemi kuruldu. Dijital içerik ve becerilerin geliştirilmesi için içerik oluşturmak, öğretmenleri konu hakkında eğitmek ve içeriğe erişim sağlamak için öğrencilere teknolojik donanım sağlanarak gerekli ekosistemin oluşturulması planlanmıştır. Kodlama, 3D tasarım, algoritmik düşünme vb. konularda Mesleki eğitim sektörünün gerektirdiği yeterlilikler esas alınarak ve ulusal meslek standartları dikkate alınarak mesleki alan ve branşlarda beceri uygulamalarının geliştirilmesine yönelik kararlar alınmıştır (MEB, 2018).

Büyük veri ve yapay zeka uygulamalarının veri yönetimi alanında etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla 2019 yılında dijital dönüşüm ofisi bünyesinde "Büyük Veri Ve Yapay Zeka Uygulama Departmanı" kurulmuştur. Cumhurbaşkanlığı bünyesinde kurulan bu yapı, kamuda büyük veri teknolojilerinin geliştirilmesi, veri güvenliği, analizi ve gizliliğinin sağlanması, yapay zekanın uygulanmasına öncülük

edilmesi, kurumlar arası iş birliğinin kurulması ve açık veri stratejisinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır (Resmi Gazete, 2019: 6).

Bireyler, işletmeler, üniversiteler ve bilim adamları gelişmeye devam etmek için sürekli olarak yeni bilgilere gereksinim duymaktadır. 2019 yılında başlatılan "Açık Veri Girişimi", verilerin herhangi bir kontrol mekanizması ve kısıtlama olmaksızın düzenlenebilmesi, görülebilmesi ve işlenebilmesi amacıyla verilerin korunan bir yapıda kullanılması için açık kaynak kavramının benimsenmesini hedeflemektedir. Bu proje ile kişi ve kurumların birlikte çalışabilmesi ve bu çalışmalardan daha fazla verim alınabilmesi için bir ekosistem oluşturulması gerektiği düşünülmektedir. Veri kaynakları ve kurumlar arasındaki etkileşimi artırarak, ekonomik büyümeyi teşvik etmek için çok taraflı bir yönetişim ortamı yaratılabilir. Bilimsel araştırma yapmak, politika oluşturmak, yeni istihdam yaratmak ve bürokratik süreçleri azaltmak gibi elde edilen büyük verinin gelişimi hızlandırmak için kullanılmasını sağlamaya yönelik girişimler bu kapsamda büyük önem arz etmektedir (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020c).

Büyük veri ile ilgili bir diğer proje ise veriden değer üretmenin ilk adımı olarak görülen Ulusal Veri Sözlüğü projesidir. 2019 yılında başlatılan proje ile ulusal veri envanterlerinin hazırlanması, veri sahiplerinin belirlenmesi, yönetim ve izleme süreçlerinin oluşturulması, terminoloji düzenlemeleri, ulusal modellerin belirlenmesi ve yeni yazılımların geliştirilmesi gibi süreçlerin iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Verilerin tekilleştirilmesi, veri bozulmalarının önlenmesi, üçüncü taraflara olan bağımlılıkların ortadan kaldırılması ve ortak bir zeminde bilgiye erişimin sağlanması sayesinde entegrasyon kolaylaşmaktadır (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020d).

2020 yılına kadar ülke genelinde yapay zeka uygulamalarının etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak için 2021-2025 dönemini kapsayan, kamu, üniversiteler, özel sektör ve STK'larla birlikte çalışacak bir "Ulusal Yapay Zeka Stratejisi" oluşturulmuştur. Bunun yanında Dijital Dönüşüm Ofisi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından "Ulusal Yapay Zeka Stratejisi ve Yapay Zeka Araştırma Enstitüsü Semineri" başlıklı bir çalıştay düzenlenmiştir. Bu çalıştaylarda yapay zekâ uygulamalarının sahip olması gereken ilkelerden bazıları şunlardır: insan merkezlilik, toplumsal refahı artırma, adalet, şeffaflık, güvenilirlik, sorgulanabilir uygulama, ulusal ve etik değerlere göre verilerden değer üretme. Bu sayede yapay zeka araştırmalarına öncülük etmek, iş ve iş süreçlerinin verimliliğini artırmak ve insanların refahını artırmak için ülkede

sürdürülebilir, üretim odaklı bir ortam oluşturulması planlanmaktadır (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020b).

Türkiye'nin ilk yapay zeka stratejisi olan ve 2021-2025 dönemini kapsayan Ulusal Yapay Zeka Stratejisi, 24 hedef ve 119 müdahale içermektedir. Bu stratejinin vizyonu, altı öncelik etrafında organize edilmiş, çevik ve sürdürülebilir bir AI ekosistemi aracılığıyla müreffeh bir Türkiye için küresel olarak değer yaratmaktır. AI uzmanları yetiştirmek ve sahada istihdamı artırmak, araştırma, girişim ve inovasyonu desteklemek, altyapı sistemlerinin geliştirilmesi yoluyla yüksek kaliteli veri ve teknik alanlara erişimi kolaylaştırmak, sosyo-ekonomik uyumu hızlandırıcı analizler yapmak, iş birliğini güçlendirmek uluslararası araştırma yoluyla İşgücü dönüşümünü hızlandırmak bu altı önceliğin başında gelmektedir. Bu strateji sayesinde yurt içinde yapay zeka projelerini etkin bir şekilde başlatmak, yapay zeka ekosisteminin olgunluğunu artırmak ve küresel ölçekte rekabet edebilecek değer üretmek amaçlanmaktadır (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021). 2023 yılı itibariyle Hacettepe, Bahçeşehir, TOBB Ekonomi ve Teknoloji ve Ostim Teknik Üniversitesi olmak üzere 4 üniversitede Yapay Zeka Mühendisliği bölümleri bulunmaktadır.

Yapay zeka uygulamaları geliştirmeye ve Türkiye'nin kalkınması için yüksek katma değer sağlamaya yönelik devlet girişimleri henüz yeni ve emekleme aşamasında olduğundan, özel sektör kendini yeniden yapılandırma ihtiyacı görmektedir. Yapay zekayı yurt içinde ihtiyaç duyulan yere getirmek, yapay zeka paydaşlarını bir araya getirmek ve iş birliği yapmak, AI farkındalığını artırmak, AI ile ilgili ekonomileri desteklemek ve AI'nın çeşitli yeteneklerini hızla geliştirmek için 2017 yılında TRAI (Türk Yapay Zeka Girişimi) adlı bir girişim kurulmuştur. Çin'deki en kapsamlı yapay zekâ projesi olan TRAI'nin ekosisteminde 16 destekçi, 100 startup, 24 teknoloji ortağı, 17 akademik ortak, 12 STK ve platform, 4 küresel iş ortağı ve 5 yapay zeka şirketi yer almaktadır. TRAI kapsamında, kuruluşundan bu yana 40 konferans ve 2 zirve düzenlemiş olup, ülkede yapay zekanın gelişimine katkı sağlayan en önemli organizasyon olarak görülmektedir (TRAI, 2020).

İletişim ve haberleşme alanında, iletişim alanındaki paydaşları bir araya getirmek için 2017 yılında HTK "İletişim Teknolojileri Kümelenmesi" kurulmuştur. Teknoloji geliştirmek, sektör ihtiyaçlarını karşılamak, uluslararası pazarlarda rekabet etmek, edinilen bilgileri pazara sunmak ve gerekli altyapıyı sağlamak için küme içindeki 144

paydaş ile ortaklaşa faaliyetler yürütülmekte olup ayrıca Küme 5G araştırmasına da katılmaktadır (HTK, 2020).

İletişim hızlarını artırmak isteyen ülkeler son yıllarda 5G teknolojisine yatırım yapmaktadır. 5G'nin en önemli avantajı, daha yüksek iletim hızları, daha düşük gecikme süresi, daha fazla uzaktan yanıt verme ve daha fazla bağlanabilir cihaz ve sanal ağ sunmasıdır. Bu amaçla HAVELSAN öncülüğünde "uçtan uca yerli ve milli 5G projesi" kapsamında 50 milyon liralık yatırımla 2018 yılında 5G geliştirme araştırmalarına başlanmıştır. Proje kapsamında 50 kişilik bilgisayar mühendisi bir ekip mobil iletişim teknolojisi geliştirilmiş, Yerli mobil operatörler ile işbirliği yapılarak kullanım yazılımlarının %80'i hazır duruma getirilmiştir (Havelsan, 2020).

2017 yılında devlet tarafından, fon yaratmak ve siber güvenlik alanındaki insan kaynaklarının nicelik ve niteliğini artırmak alanındaki ihtiyaçları tespit etmek, bunları karşılayacak teknolojiler geliştirmek, ekosistem oluşturmak, sürdürülebilirliği sağlamak ve bu alandaki siber güvenlik şirketlerinin sayısını artırmak amacıyla Türkiye Siber Güvenlik Kümelenmesi kurulmuştur. Akademi, özel sektör ve kamu kurum ve kuruluşlarını içeren küme, Savunma Sanayii Başkanlığı, Dijital Dönüşüm Ofisi ve Savunma Sanayii Teknolojileri Başkanlığı A.Ş. tarafından desteklenmektedir. (Türkiye Siber Güvenlik Kümesi, 2020). Platform, pazar erişimi, yenilik, yetenek erişimi, etkileşim ve teknolojik avantaj olmak üzere beş ana alanda ilerleme kaydetmiştir. Bu bölümlerde fuarlar, etkinlikler, çeşitli girişimcilik ve fikir yarışmaları, eğitim programları, bootcamp'ler, sertifika kursları, mezuniyet projeleri, ulusal ve uluslararası konferanslar ve sektörel zirveler düzenlenmektedir. Ar-Ge çalışmalarını hızlı bir şekilde yürütmek ve çeşitli sektörlere uygun çözümler sunmak amacıyla farklı çalışma grupları oluşturulmuştur (Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020a).

4.2.2 Sanayi Sektörü

Türk sanayi sektöründe Endüstri 4.0'a yön veren alt sektörler otomobil, beyaz eşya sanayi, makine, tekstil, gıda ve kimya sektörleridir. Günümüzde beyaz eşya ve makinelerde CPS sistemleri ve yatay entegrasyon, otomobillerde sanal fabrikalar, ürün tasarımı ve otonom lojistik araçları, beyaz eşyada üretimi esnek hale getiren akıllı robotlar, kimyada kendi kendini optimize eden sistemler sıklıkla kullanılmaktadır (Swiss Global Enterprise, 2017).

TÜBİTAK tarafından geliştirilen “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemi Teknoloji Yol Haritası”, ülke sanayi sektörünün potansiyelini ve ürünlerin geliştirileceği alanları detaylı bir şekilde ele almakta ve bir destek planı geliştirmektedir (Boğaziçi Üniversitesi Endüstri 4.0 Platformu, 2020). Yol haritası, bu vizyona ulaşmak için kısa, orta ve uzun vadede yapılması gerekenleri belirtmektedir. Ayrıca Türkiye'nin Endüstri 4.0 için gerekli olan teknolojik seviyeyi yakalayabilmesi ve/veya geçebilmesi için on maddeden oluşan teknolojik hedefler sıralanmıştır. Bulut bilişim platformları geliştirmek, büyük veri analiz sistemlerini kullanmak, siber güvenlik çözümleri üretmek, modelleme ve simülasyon teknikleri geliştirmek, endüstriyel IoT platformları oluşturmak, makineden makineye, makineden insana veri aktarımı ve makineden insana veri aktarımı için yazılım altyapısı ve donanım geliştirmek, yenilikçi sensörlerin üretimi, akıllı üretim robotları, ekipman, yazılım ve yönetim sistemlerinin kullanılması, 3 boyutlu yazma sürecinde kullanılan malzeme, ekipman ve yazılımların geliştirilmesi ve akıllı fabrika sistemlerinin kurulması bu hedefler arasında yer almaktadır (TÜBİTAK, 2016, 6).

Türk sanayi sektöründe KOBİ'ler çok önemlidir. 2019 yılı verilerine bakıldığında, 2019 yılında ülkedeki toplam işletme sayısının %99,8'inin küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluştuğu görülmektedir. Benzer şekilde, ulusal toplam istihdamın %72,4'ü, çıktı değerinin %44,1'i ve faktör maliyeti katma değerinin %44'ü KOBİ'ler tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca, KOBİ'lerdeki toplam istihdamın %15,7'sini imalat sektörü oluşturmaktadır. Teknoloji kullanımı açısından bakıldığında, KOBİ’lerin sadece %0,5'i yüksek teknolojiyi, %56,9'u ise düşük teknolojiyi kullanmaktadır ki bu da Endüstri 4.0'ın dönüşümüne ters düşen bir durum olarak göze çarpmaktadır. KOBİ'lerin toplam ihracatının %37,5'i sanayi sektöründeki firmalar tarafından üretildiğinden, KOBİ'ler Endüstri 4.0'da Almanya'daki kadar önemlidir (TÜÖK, 2020d). Bu nedenle KOBİ'leri desteklemek amacıyla KOSGEB (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı) girişimcilik, Ar-Ge, teknoloji üretimi, iş geliştirme ve büyüme vb. için çeşitli bütçe kısıtlamaları olan KOBİ'lere finansman sağlamaktadır. Bunlardan 750 bin liraya kadar “Ar-Ge ve yenilik destek planı”, 818 bin liraya kadar endüstriyel uygulama destek planı, 6 milyon liraya kadar teknoloji ürün yatırım destek planı ve 2.000 liraya kadar stratejik ürün destek planı bulunmaktadır (KOSGEB 2020).

Türkiye, Endüstri 4.0 devrimini konuşmaya başladığından beri, çeşitli danışmanlık firmaları ile, dijital dönüşüm sürecinde ülkenin nerede durduğunu ve dönüşümü hızlandırmak için neler yapılması gerektiğini belirlemek için araştırmalar yapmaktadır.

18 sektörden 106 şirketi kapsayan 2016 tarihli bir araştırma, ülkenin dijitalleşme endeksinin %61 olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada finansal Hizmetler %81 ile en yüksek orana sahip sektör olurken elektronik ekipman üreten üç firma araştırmaya katılmış olup bu şirketlerin dijitalleşme endeksinin ise %63 olduğu görülmüştür. 18 sektördeki en düşük puan alan şirketler, bazıları yine elektronik/elektronik endüstrisinden olan imalat şirketleridir. Buradan çıkan sonuç, Endüstri 4.0 dönüşümünü hızlandırmak isteyen Türkiye'nin, bu devrimin bileşenlerinde en önemli katkıyı sağlayan elektronik sanayinin gelişimine geç başladığı ve bu alana ağırlık vermesi gerektiğidir (Accenture, 2016: 11-12).

Endüstri 4.0 çerçevesinde yurt içinde çeşitli teknolojik geliştirme merkezleri açılmıştır. 2020 yılında MESS (Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası) tarafından kurulan MEXT, dünyanın en büyük dijital dönüşüm ve yetkinlik merkezlerinde biridir. Bu merkez bünyesinde Teknoloji geliştirmek isteyen sanayiciler, mühendisler, girişimciler, öğrenciler, şirketler için kesikli üretim ve sürekli üretim için iki dijital fabrikaya sahiptir. Ayrıca, tasarım odaklı düşünmeyi sunan özel eğitim programları, eğitim ve gelişim sağlamak için tasarlanmıştır. Dünyanın ve Türkiye'nin en başarılı teknoloji üreticilerinden oluşan bir ekosistem ve iş birliği kurulmuştur (MEXT, 2020).

Arçelik, Türkiye'nin en büyük beyaz eşya üreticilerinden ve Endüstri 4.0'da ülkenin lider teknoloji şirketlerinden biridir. 3D yazıcılar prototip üretimi ve tamir parçaları üretim sürecinde kullanılmaktadır. Üretim hatlarında kullanılan endüstriyel ekipmanların AR aracılığıyla sanal ortama taşınması gibi Endüstri 4.0 bileşenlerini içeren birçok proje Horizon 2020 kapsamında finanse edilmektedir. Ayrıca insan ve robotların birlikte çalıştığı iş istasyonları geliştirilmektedir (Türkiye Endüstri 4.0 Platformu, 2016).

Tofaş, Horizon 2020 kapsamında 8,6 milyon avroluk finansmanla insan ve robotların birlikte çalışabileceği işbirlikçi sistemler geliştirmeye yönelik bir proje yürütmüştür. "ROBO-PARTNER Projesi" olarak adlandırılan ve 2017'de sona eren projede, geleceğin fabrikalarının akıllı, esnek ve güvenli çalışmasını gerçekleştirmek için giyilebilir teknoloji ürünlerinin tasarım ve üretiminde AR uygulamalarının kullanılması, veri iletimini hızlandırmak için kablosuz ağ protokolleri, çeşitli LIDAR sensörlerini kullanan 3D modeller ve otonom sistemler ve karar destek sistemleri geliştirilmiştir (Horizon 2020, 2020b).

Çeşitli sektörler için sensörler üreten bir Alman şirketi olan Leuze Electronic, 2019 yılında Türkiye'de karanlık fabrika örneğini ilk ortaya koyan şirket olmuştur. Üretim odaklı bu fuarda sunulan örnekler arasında Nesnelerin İnterneti, bulut teknolojisi, büyük veri, 3D yazıcılar ve dijital otomasyon gibi Endüstri 4.0 bileşenleri bulunmaktadır (Leuze elektronik, Türkiye, 2019). Karanlık fabrikalar ile üretimde işçilik maliyeti, işçilik talebi, kusur oranı ve enerji tüketimi azalır. Ayrıca yüksek vasıflı çalışanlar işlerine odaklanmayı ve teknik bilgi ve becerilerini geliştirebilecekleri alanlar yaratmayı daha kolay bulmaktadırlar. Tüm bunların sonucu ise, üretkenliğin artması ve üretkenlik artışıyla birlikte rekabet avantajının gelmesidir.

Endüstri 4.0'ın Türk sanayi sektöründeki gelişimine baktığımızda, gelişimin büyük bir kısmının başta Alman firmaları olmak üzere yabancı firmalar tarafından yapıldığı görülmektedir. Söz konusu Tofaş projesinin proje ortakları arasında yabancı kuruluşlar da bulunmaktadır. Ayrıca, geliştirmede kullanılan teknolojinin çoğu ithal teknolojidir. Türkiye'de faaliyet gösteren ve elektrik/elektronik ürünleri üreten Alman çokuluslu Siemens, Bosch, Leuze elektronik gibi firmaların ülkede çeşitli çalışmalar yürütmektedir.

4.2.3 Tarım Sektörü

Tarım sektörü sadece ülkenin gıda ihtiyacını karşılamakla kalmayıp ülke ekonomisine de önemli katkılar sağlamaktadır. Bu sektör, sanayi sektörüne hammadde sağlamakta, ülke ihracatını artırmakta, ülkedeki belli bir istihdam düzeyini karşılamakta, kırsal alanların kalkınmasına yardımcı olmakta ve reel büyümeye katkı sağlamaktadır.

Sanayi devrimine kadar insanlar binlerce yıl tarım faaliyetlerinde hayvanları ve basit araçları kullanmışlardır, ancak teknolojinin yardımıyla son yüzyılda motorlu tarım araçları ve traktörler kullanılmaya başlanmıştır. 1970'li yıllardan sonra otomasyon sistemlerinin gelişmesiyle birlikte çeşitli sensörler tarım aletlerinin yerini almıştır. Tarımın Endüstri 4.0 için dönüşümünde diğer sektörlerde olduğu gibi birbiriyle iletişim kurabilen tarım uygulamalarına geçilmesi planlanmaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019: 136). BI Intelligence araştırma merkezi tarafından yapılan bir araştırma, tarım sektöründeki IoT cihaz sayısının 2015 yılında 30 milyon olduğunu ve bu sayının 2020 yılına kadar 75 milyona çıkacağını ve bunun Tarım sektörü gelirlerinde yıllık %20'lik bir büyüme ile sonuçlanacağını tahmin etmektedir (Türkiye Endüstri 4.0 Platformu, 2018b).

TÜBİTAK ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi iş birliğiyle 2015 yılında başlatılan AKTAR (Akıllı Tarım Fizibilite Projesi) projesi, Türkiye'nin tarımsal sanayi 4.0 dönüşümünün ilk projesidir. Proje ile Orta Anadolu bölgesinde yetiştirilen ürünler için akıllı tarım uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla sulama ve gübreleme modellerinin geliştirilmesi projenin temel dayanağını oluşturmuştur. Tarımda uzaktan kontrol yöntemlerinden biri olan drone gibi insansız hava araçları kullanılarak yeni bir sistem geliştirilmesi planlanmaktadır. Proje alanı 400 hektar olarak belirlenmiş olup, şu anda bu alanda çeşitli ürünlerin geliştirilmesi yapılmaktadır. Ayrıca, uydulardan, dronlardan, radardan ve termal kameralardan alınan görüntüler kullanılarak tarımda önemli olan şeker pancarı, buğday, arpa, mısır gibi ürünlerden bir yılda elde edilen ürün miktarını ölçebilecek modeller oluşturmak da projenin en önemli hedeflerinden biridir. (Teke, 2007. vd., 2016).

TÜBİTAK tarafından desteklenen bir diğer proje ise Tarımsal Sanayi 4.0 dönüşümü ile daha sağlıklı ve ucuz gıdaya ulaşmak amacıyla Ege Üniversitesi bünyesinde oluşturulan "Doktar" projesidir (Kılavuz ve Erdem, 2019: 152). Doktar, ülkenin tarım ekosistemine ait bilgileri büyük veri analiz yöntemleriyle analiz etmeyi, doğru kararlar vermeyi ve bu kararları ekosistemi geliştirmek için kullanmayı amaçlayan bir tarım teknolojisi şirketidir. Bunu başarmak için tarımsal değer zincirinde uzaktan algılama, makine öğrenimi ve Nesnelerin İnterneti gibi yeni teknolojilere dayalı dijital tarım çözümleri geliştirmekte ve bunları kitlelere ulaştırmak için dağıtım sistemleri ve iş ortaklıkları kurmaktadır (Doktar, 2020a). Proje 450.000 hektarı uydu üzerinden takip etmiş, 500.000 üreticiyi veri tabanına kaydetmiş, 117 bitki modellemiş ve 3 patent başvurusu yapmıştır. Ayrıca her yıl yaklaşık 32.000 üreticinin sorularına yanıt verilmektedir (Doktar, 2020b).

4.3 İŞKUR'UN ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDAKİ ÇALIŞMALARI

1946 yılında İş ve işçi bulma Kurumu olarak kurulan ve 2003 yılında çıkarılan Türkiye İş Kurumu Kanunu ile daha kurumsal bir kimliğe bürünen İŞKUR, genel çalışma alanındaki çalışmanın geleceği konusunda uzun süredir sistematik olarak çalışmaktadır ve bu alandaki operasyonel önceliklerinin birçoğunu en önemli politika belgelerine dahil etmiştir. İŞKUR, ülkemiz gençlerinin becerilerini geliştirmek ve onlara en uygun kariyer planlarını oluşturmak için kapsamlı bir danışmanlık faaliyeti yürütmüştür. Kurumsal hizmetlerine dair bilgilere daha kolay ulaşılabilmesi için üniversite

kampüslerinde hizmet ofisleri kuran İŞKUR, kariyer günleri ve okul ziyaretleri ile gençleri değişen iş dünyası hakkında bilgilendirmeyi kendisi önemli bir görev olarak görmüştür. Günümüzde iş arayan ve işveren arasındaki eşleştirme faaliyetlerinin becerilere dayanmasından dolayı Beceri Envanteri Projesini hayata geçirmiştir. Genç işsizliği konusunda yaptığı birçok çalışmanın yanı sıra AB Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA) kapsamında da önemli projeler yürütmekte, genç girişimcilere hibe desteği sağlamakta ve staj programları düzenlemektedir (İŞKUR, 2023).

2000'li yılından itibaren değişen iş dünyası ile beraber İŞKUR geleceğin meslekleri üzerine çalışmalar başlatmış, 2019-2023 stratejik planında ve kurumun yeni döneme yönelik "mesleki eğitim kursları" yapısına dahil edilmiştir. Yeni Ekonomik Planda kendisine yüklenen "mesleki eğitim kurslarının yapısı, önümüzdeki dönemde teknolojik gelişmeler çerçevesinde ortaya çıkacak ihtiyaca yanıt verecek şekilde, 2020 yılı sonuna kadar yeniden tasarlanacaktır." hedefi ekseninde faaliyetlerini yeni işgücü piyasasına uygun hale getirmektedir (İŞKUR, 2018). Bu doğrultuda İŞKUR, çalışma hayatı ile ilgili dönüşümün tüm alanlarında yeni uygulamaları ve pazar araştırmalarını hayata geçirme konusunda çok önemli görevler üstlenmektedir. 2018 yılında İŞKUR tarafından yayınlanan "Dijital Ekonominin İhtiyaçlarını Karşılayacak Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesine Yönelik Eğitimlerin Düzenlenmesine İlişkin Genelge" kapsamında, dünyada yaşanan dijital dönüşüm sürecinin işgücü piyasasında yeni beceriler gerektirdiği ve bu konuda bir faaliyet başlatılması gerektiği vurgulanmaktadır. Söz konusu genelge çerçevesinde yeni işgücü piyasasına uygun, işverenlerin ihtiyaç duyduğu becerilere sahip nitelikli işgücünün yetiştirilmesi için aktif işgücü piyasası programları düzenlenmesi kararlaştırılmıştır (İŞKUR, 2018).

Bunun yanı sıra, gelecekteki meslekler için mesleki eğitim kurslarının ve işbaşı programlarının uygulanması, işgücü piyasasındaki ve beklenen değişimler dikkate alınarak proje faaliyetleri ile desteklenmekte; özellikle Endüstri 4.0'ın en temel alanlarından biri olan bilişim alanında beceri ihtiyacını ölçmek için faaliyetler hayata geçirmektedir. Bu bağlamda İŞKUR'un çalışmanın geleceğine yönelik önemli bir adım attığını söylemek yanlış olmayacaktır. Ancak sürekli değişen çalışma hayatında, bu konuda sistematik olarak araştırma yapmaya devam etmek, sürekliliği ve güncelliği sağlamak için uygulama geliştirmek için dünya gündemini sürekli takip etmek dünyadaki güncel gelişmeler ve iyi uygulama örneklerinin ülkemize entegre edilmesi bakımından çok gereklidir.

4.3.1 Nitelikli Bilişim Uzmanı Yetiştirme Projesi-1-2-3-4 (NBUY)

Endüstri 4.0 sürecinin kendini Türkiye işgücü piyasasında iyiden iyiye hissettirmesiyle beraber İŞKUR da bu alana yönelik faaliyetlerini hayata geçirmiştir. Nitelikli Bilişim Uzmanı Yetiştirme Projesi, mesleki eğitim kurslarının eğitim kalitesini artırmak ve bu sayede katılımcıların istihdam oranının yükseltilmesini ve diğer projelerden daha fazla katma değer yaratması amacıyla başlatılmıştır. Birinci fazı ve İstanbul Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğünde düzenlenen proje 1.000 kişiye yönelik olarak hazırlanmıştır. Program kapsamında verilen mesleki eğitimlerin diğer benzeri uygulamalardan farkları, eğitmenlerin alanında geniş deneyime sahip ve yetkinliğini belgelemiş kişiler olması, kursiyerlerin ise minimum ön lisans veya lisans derecesine sahip olması, 35 yaşın altında olması ve son olarak programa başlamadan önce yapılan hazırlık sınavında başarılı olması olarak gösterilebilir. Öte yandan, hizmet sağlayıcı firmaların ilgili alanda en az üç yıllık deneyime sahip olması, gerekli teknolojiyi sağlayacak minimum PC teknik yazılım, donanımlara ve özelliklerine sahip olması ve katılımcılara en az bir kez uluslararası sertifika sağlayan bir kurs vasıtasıyla sınava girebilecek maliyeti karşılayabilecek durumda olmaları talep edilmektedir.

2015 yılında belirlenen hedef ve şartlara uygun olarak projenin ilk fazı hayata geçirilmiş olup, proje kapsamında 750 kişi yazılım uzmanlığı ve 250 kişi de sistem ağı Uzmanlığı olmak üzere yaklaşık 1.000 katılımcıya 800 saat/100 gün mesleki eğitim verilmiştir. Projenin ilk fazının ardından kursiyerlerin yaklaşık %85'i istihdam edilmiştir. İlk fazdaki başarının ardından 2016'da başlatılan NBUY-2 projesinde, yazılım uzmanı, sistem ağ uzmanlığı ve kurumsal kaynak planlama (ERP çözüm uzmanı) mesleklerinde uygulanması hedeflenmiştir. Proje çerçevesinde eğitim gören 819 kişi Yazılım Uzmanı, 358 kişi Sistem Ağ Uzmanlığı ve 404 kişi de kurumsal kaynak planlama olmak üzere toplamda 1.581 katılımcının %67'sinin istihdamı sağlanmıştır.

2017 yılının mart ayında başlayan NBUY-3 ile projenin üçüncü fazına geçilmiş olup, Yazılım Uzmanı, Sistem Ağ Uzmanlığı ve Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP Çözüm Uzmanı) mesleklerinde eğitimlere devam edilmiştir. Bu kapsamda, söz konusu eğitimlerden 1.807 kişi yararlanmış projenin istihdam edilebilirliği arttırmadaki başarısı nedeniyle 2019 yılında dördüncü fazla devam ettirilmiş ve bu kapsamda yazılım uzmanı, sistem uzmanı, kurumsal kaynak planlama uzmanı mesleklerinin yanında bulut

bilişim uzmanı, siber bilişim uzmanı ve oyun geliştirme uzmanı meslekleri eklenmiştir (İstihdam 3İ dergisi, 2021).

Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanı Zehra Zümrüt SELÇUK, Ekim 2020'de yaptığı açıklamada, NBUY Projesi çerçevesinde gerçekleştirilen eğitim gören kişilerin %77'sinin istihdam edildiğini ifade etmiştir. Bu çerçevede NBUY projesi, geleceğe profesyonel nitelikli işgücü yetiştirme yolunda önemli bir adımdır. BİT sektöründe artan nitelikli iş gücü talebini karşılamak ve teknolojinin faydalarına uyum sağlamak için genç iş gücü istihdamı açısından yukarıda belirtilen projelerin mesleki ve coğrafi kapsamının genişletilmesi önemlidir (AÇSHB, 2020).

Tablo 15 - Nitelikli Bilişim Uzmanı Yetiştirme Programı Katılımcı Sayıları

Proje Adı	Katılımcı Sayısı	Düzenlenen Meslekler
NBUY -1	1000	750 –Yazılım Uzmanı 250 – Sistem Uzmanı
NBUY -2	1581	819 –Yazılım Uzmanı 358 – Sistem Uzmanı 404 - KKP(Kurumsal Kaynak Planlama) Uzmanı
NBUY -3	1807	1066 –Yazılım Uzmanı 389 – Sistem Uzmanı 352 - KKP(Kurumsal Kaynak Planlama) Uzmanı
NBUY-4	3250	1146 –Yazılım Uzmanı 844 – Sistem Uzmanı 803 - KKP(Kurumsal Kaynak Planlama) Uzmanı 199 – Siber Güvenlik Uzmanı 182 – Bulut Bilişim Uzmanı 76 – Oyun Geliştirme Uzmanı

Kaynak: İstihdam 3İ dergisi 35.sayı, 2021

NBUY -5 projesi 2022 yılında hayata geçirilmiş olup beşinci faz uygulamada, Web ve Mobil Programlama mesleğinde 1.339 kişiye, Sistem ve Ağ Yönetimi mesleğinde 705 kişiye, Kurumsal Kaynak Planlama ve Veri Analizi mesleğinde 1.080 kişiye, Siber Güvenlik Uzmanı mesleğinde 300 kişiye, Bulut Bilişim Uzmanı mesleğinde 300 kişiye ve Oyun Geliştirme Uzmanı mesleğinde 120 kişiye olmak üzere toplam 3.844 kişiye eğitim verilmesi amaçlanmaktadır. (İstihdamda 3i Dergisi,2021)

4.3.2 Beceri Envanteri Projesi

Türkiye İş Kurumunda eşleştirme faaliyetleri açık işlerle iş arayan kişinin meslek ve eğitim bilgileri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Ancak günümüz çalışma hayatı artık mesleklerden ziyade nitelik ve becerilere odaklanmaktadır. Kuruma başvuran işverenler de meslek ve eğitim durumundan ziyade beceri ve nitelikleri tanımlayarak eleman arama yoluna gitmektedir. Bu doğrultuda, Projenin hazırlıklarına başlandığı 2016 yılında İŞKUR'un açık işlerin %37'sini karşılaması, bu gerekliliğin açık bir göstergesi olmuştur. Sorun analizi kapsamında görüşüne başvurulan İş ve Meslek Danışmanları da yaşanan sorunların temel olarak Türk Meslekler Sözlüğünün (TMS) yapısından ve sistemsel sorunlardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yeni Ekonomi Programında yer alan "Mesleki Beceri Envanterinin Çıkarılması ve Eşleştirme Hizmetlerinin Beceri Temelinde Geliştirilmesi" Projesi, meslek bazında iş analizleriyle beceri ve nitelik gereksinimlerinin veri tabanının çıkarılmasını hedefleyen bir Yatırım Projesidir. Proje, mesleklerden ziyade nitelik ve becerilerin ön plana çıkması, mesleklerin beceri ve nitelik gereksinimlerinin asgari düzeyde ortaya çıkarılmasını ve açık iş ile iş arayanların beceri temelinde eşleştirilmesini temel almaktadır. İŞKUR'un veri tabanında yer alacak şekilde kurgulanmış ve iş analizleri ile beceri ve yetenek envanterinin oluşturulması planlanmıştır. Proje 2018 itibariyle başlamış olup 2024 yılı sonu itibariyle tamamlanması öngörülmektedir.

Ülke genelinde meslekler noktasında referans kaynak olan ISCO 08 ile uyumlu bir şekilde tanımlanan TMS' deki mesleklerin analiz edilmesi, bu mesleklerin gruplandırılarak beceri ve nitelik temelinde iş analizine tabi tutulması ve oluşturulan beceri envanteriyle Kurumun eşleştirme sisteminin nitelik ve beceriler üzerinden yapılmasına imkân sunacak bir yazılım ve donanım oluşturulması ile danışmanlık hizmetlerine çıktı sağlanması hedeflenmektedir. Gerçekleştirilecek bu değişimle birlikte, geleceğin beceri, nitelik ve mesleklerinin tespiti ile Milli Teknoloji Hamlesi ve Dijital Dönüşüm gibi işgücü piyasasında köklü değişikliklere yol açacak yeni döneme daha uygun bir eşleştirme sisteminin oluşturulması planlanmaktadır.

Projenin ilk aşaması, TMS mesleklerinin yaklaşık 1.000 mesleğe indirilmesi (Faz 1), literatür taraması ve iş analizi formlarının hazırlanması (Faz 2), pilot uygulama çalışması (Faz 2) ve ana saha çalışması olarak (Faz 3) 3 faza ayrılmıştır. Mevcut

durumda ilk aşamada son faza geçilmiştir. Fazın tamamlanması için analiz verilerinin işlenmesi süreci devam etmektedir.

Projenin ikinci aşamasında analiz sonucu elde edilen mesleklerin görev tanımlarının mesleklerle birlikte ya da mesleklerin yerine açık iş ilan metinlerinde kullanılabilir olması hedeflenmektedir. Aynı zamanda beceri, bilgi, yetenek, dijital beceri, kullanılan alet ve donanımların ise iş arayan kayıt ekranlarında parametrik veriler olarak kullanılabilir hale getirilmesi yoluyla bu verilerin eşleştirme sisteminde kullanılabilir hale getirilmesi aşaması olacaktır. Bu aşamada aynı zamanda danışmanlık hizmetlerinde kullanılabilecek ekran tasarımları da yapılarak iş arayanların ve öğrencilerin mesleklere ilişkin beceri ve nitelikleri görüp değerlendirebilecekleri imkanlar oluşturulacaktır. Bu amaçla yıl içinde masa başı çalışmalar ile veri analizi ve yazılım hizmeti alınması öngörülmektedir.

4.3.3 Geleceğin Mesleklerinde İşbaşı Eğitim Programları

İşbaşı eğitim programı, eğitim yoluyla edinilen teorik bilgileri uygulama ile birleştirmeyi ve mesleki deneyim kazanmayı amaçlayan aktif bir işgücü piyasası uygulamasıdır. Bu programlar kapsamında, iş başında öğrenmeyi kolaylaştırarak, mesleki deneyimi olmayanların mesleki deneyimlerini ve istihdam edilebilirliklerini artırmak amaçlanmaktadır. İşverenlerle ortaklaşa düzenlenen bu program sayesinde, işverenlerin çalışan adaylarını daha yakından tanımasına ve daha iyi değerlendirmesine olanak tanıyarak doğru kişilerin doğru işe yerleştirilmesi sağlanmakta ve işverenler finansal anlamda desteklenmektedir (Aktif İşgücü Hizmetleri Yönetmeliği, 2013).

İŞKUR'un geleceğin meslekleri için düzenlediği işbaşı eğitim programı çerçevesinde siber güvenlik, kodlama, bulut teknolojileri vb. geleceğin meslekleri olarak değerlendirilmektedir. 18-29 yaş aralığında bulunan gençlere yönelik olarak düzenlenen iş başı eğitim programının bu versiyonunda, gençlere yeni işgücü piyasası dinamikleri doğrultusunda sahip olmaları gereken dijital beceriler kazandırılmaya ve ülkeye artı değer yaratan sektörlere yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. 2018 yılında yapılan değişiklikle bu kapsamda gerçekleştirilen kursların süresi 3 aydan 9 aya çıkarılmış ve diğer kurslardan farklı olarak katılımcılara daha yüksek cep harçlığı verilmesi planlanmıştır. Programda en az iki sigortalı çalışan şartı bulunmakta olup söz konusu uygulama “Teknoloji Geliştirme Bölgeleri” (teknoparklar) bünyesinde yer alan

işyerlerinde, “Teknoloji Merkezleri (Teknoloji Merkezi İşletmeleri)”, “Ar-Ge Merkezleri” ve “Tasarım Merkezleri” gibi işyerlerinde uygulanmaktadır.

İŞKUR tarafından uygulanan geleceğin meslekleri için işbaşı eğitim programında ilk aşamada 25 meslek belirlenmiş olup sonrasında yapılan değerlendirmeler neticesinde bu sayı 100’e yükseltilmiştir. Program ağırlıklı olarak dijitalleşme ile ortaya çıkan programlama ve yazılım gibi yeni beceri alanlarına odaklansa da gelecekte bu mesleklerin daha çeşitli ve müfredat yapısının da daha kapsamlı olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca müfredatlar, mevcut işgücünün yeni ihtiyaçlara göre şekillenmesine katkı sağlayacak, gençlere ek olarak hâlihazırda çalışan yetişkin işgücünün ve gençlerin istihdam edilebilirliğini artıracak ve işgücünde esneklik kazanmalarının önünü açacak şekilde planlanmaktadır. İŞKUR tarafından düzenlenen Geleceğin meslekleri kapsamındaki iş başı eğitim programlarında 2018-2021 zaman aralığında 8.000 kişi bu programdan faydalandırılmıştır (İstihdamda 3i Dergisi,2021)

4.3.4 Mesleki Eğitim Kursları

Mesleki eğitim kursları, işgücü piyasasının taleplerini karşılamak üzere işgücünün bilgi, beceri ve niteliklerini geliştirmek için tasarlanmış kurslardır. Geleceğin mesleklerine yönelik mesleki eğitim kurslarında, eğiticilerin bilişim sektöründe deneyim ve eğitim geçmişine sahip olmaları önkoşulu belirlenmiş, kursiyerlerin ise bu alanda lisans veya ön lisans derecesine sahip olmaları şartı aranmaktadır. Ayrıca kaliteli eğitimin doğru hedef kitleye ulaşması için kurs mekânlarının doğru araç ve gereçleri sağlamasına özen gösterilmektedir (Yılmaz A. T. 2020).

İŞKUR bu çalışmalara 2014 yılında İstanbul'da bilişim sektörünün liderleriyle düzenlediği bir çalıştay ile başlamıştır. Bu seminerlerde yazılım uzmanları, siber güvenlik uzmanları, kurumsal kaynak planlama ve veri analitiği uzmanları ve sistem ve ağ yönetimi uzmanları, bulut bilişim uzmanları, oyun geliştirme ve diğer uzmanlıkları kapsayan mesleki eğitim kurslarının standartlarının ve niteliklerinin geliştirilmesi için bilişim ve iletişim alanına ağırlık verilmesi kararlaştırılmış ve sonrasında müfredat oluşturularak ilgili kurslar düzenlenmeye başlamıştır (Yılmaz A.T. 2020).

Tablo 16 - En Çok Katılım Sağlanan İlk On Meslek

Meslekler	Kursiyer Sayısı
Yazılım Geliştiricisi	3196
Makine Mühendisi	1381
Kurumsal Kaynak Planlama Uzmanı	1006
Sistem ve Ağ Uzmanı	918
ARGE Elemanı	977
Elektrik-Elektronik Mühendisi	527
Yazılım ve Veri Tabanı Uzmanı	494
Bilgisayar Programcısı	448
Yazılım Mühendisi	389
Sosyal Medya Uzmanı	383

Kaynak: İstihdam 3İ dergisi 35.sayı, 2021

Yukarıdaki çalışmalardan hareketle, bugüne kadarki uygulamalar ağırlıklı olarak bilişim alanına yönelik olsa da İŞKUR'un geleceğin mesleği için yaptığı çalışmaların önemli bir düzeye ulaştığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, bilgi ve iletişim teknolojisi, yazılım ve donanıma ek olarak, atık mühendisliği, iklim mühendisliği, güneş teknisyenleri, drone operatörleri ve diğerleri gibi birçok farklı alanda ve gelecekte ön planda olması beklenen meslekte eğitim verilmektedir. İŞKUR tarafından düzenlenen Geleceğin meslekleri kapsamındaki mesleki eğitim kurslarında 2018-2021 zaman aralığında 4911 kişi bu kurslardan faydalandırılmıştır. Sonuç olarak, Kurumun bu alandaki faaliyetleri farklı sektörleri kapsayacak şekilde genişletildiğinde bu faaliyetlerin etkisinin daha kapsayıcı olacağı açıktır. Bu nedenle, geleceğin meslek sınıflamalarını genişleterek, her sınıflamayla ilişkili açık kontenjanları analiz etmek ve gelecekteki beklentileri araştırmak, hangi ders ve programlara başvurulacağını belirlemede önemli bir adım olacaktır (İstihdamda 3i Dergisi,2021).

4.3.5 Çalışanların Mesleki Eğitimi Programı

İŞKUR, istihdamı koruma, işgücüne yeni beceriler kazandırma, işsizliği azaltma misyonları doğrultusunda, çalışan kişilerin mesleki bilgi ve becerilerini geliştirmek ve yeni teknolojilere uyum sağlamalarına yardımcı olmak mesleki eğitim kursları düzenlemektedir. Mevcut durumda çalışmakta olan ancak niteliklerini geliştirmek isteyen kişiler ile akademik bilgisi olmayan fakat mevcut becerilerini belgelendirmek isteyen kişiler için "Çalışanların Mesleki Eğitimi" isimli bir programı hayata geçirmiştir. Mevcut program kapsamında eğitim gören kişiler için yapılan eğitici ücreti İŞKUR tarafından karşılanmakta ve bu çerçevede işverene herhangi bir mali külfeti olmadan çalışanların becerileri artırılmış olmaktadır.

Çalışanların Mesleki eğitimi Programı, Mesleki Yeterlilik Belge zorunluluğu kapsamındaki mesleklerde de düzenlenebilmekte ve çalışan kişilerin eğitim sonrasında belge sahibi olmalarına imkân tanımaktadır. Eğitim sonrasında yapılan sınavda başarılı olan kişiler eğitim aldıkları meslekte belge sahip olmakta ve becerilerini resmi olarak belgelendirebilmektedir.

Tablo 17 - Yıllara Göre Çalışanların Mesleki Eğitimi Programında Yararlanan Kişi Sayısı (2018-2022)

Yıllar	Program Sayısı	Yararlanıcı Sayısı
2022	2	24
2021	29	995
2020	63	2.434
2019	111	2.242
2018	212	6.457

Kaynak: İŞKUR Aylık Bülten Tabloları, https://www.iskur.gov.tr/kurumsal-bilgi/istatistikler/

4.3.6 Otomotiv Sektöründe İstihdam ve Geleceğin İşleri Raporu

Her ülke ekonomisini şekillendirirken uluslararası alanda karşılaştırmalı olarak üstün olduğu, ihracat oranı yüksek sektörleri önceliklendirerek bu alanlarda uzmanlaşmak ve daha fazla ön plana çıkmak istemektedir. Bu sektörler o ülkenin işgücü yapısı, sermaye-emek yoğunluğu vb. gibi değişkenler tarafından belirlenmekte ve o ülkenin yurtdışındaki imajını ve algısını doğrudan etkilemektedir. Türkiye sanayisinde bu alandaki sektörler değerlendirildiğinde otomotiv sektörü ön plana çıkmaktadır. Buradan

hareketle Türkiye İş Kurumu tarafından 2020 yılında bu sektörde bir araştırma yapılarak "Otomotiv Sektöründe İstihdam ve Geleceğin İşleri" isimli bir rapor yayınlanmıştır.

Bu araştırma kapsamında otomotiv alanında verileri işlemek, analiz etmek, yorumlamak, iş akış şemalarının geliştirilmesinde ve daha karmaşık karar alma süreçlerinin kolaylaştırılmasında firmalar için büyük bir öneme sahip olacağı değerlendirilmektedir. Bu noktada sektör temsilcileri uzman yazılım ve veri mühendisi ihtiyacının doğacağını öngörmektedir. Ayrıca yine sektör temsilcilerine göre, makine mühendislerinin bu alandaki ağırlığının devam edeceği ancak minimum bir yazılım dilini bilen, analitik düşünme yeteneğine sahip, en az bir yabancı dil bilen ve yenilikçi süreç analizi yapabilen makine mühendislerinin ileriki dönemlerde daha fazla ön planda olacağı tahmin edilmektedir.

Araştırma çerçevesinde görüşülen işverenler, çalışanların yaklaşık %60'ının montaj işlerinde görev yapmakta olduğunu ve yeni sanayi devriminin en fazla bu alanda çalışan kişileri etkileyeceğini ifade etmiştir. Bununla ilgili olarak raporda montaj işlerinin otomansyona uğrayacağı öngörülse de bu iş kolundaki insan faktörünün her zaman devam edeceği belirtilmektedir. Bu alanda otomansyona yönelik bir değişim yaşandığı da belirtilmekle birlikte özellikle kaynakçılık mesleğinin halihazırda sektörde önemli bir meslek olduğu ifade edilmektedir. Rapora göre montaj işleri ile benzer şekilde boya işleri de otomansyona uğrama tehlikesi altındadır. Boya işlerinin çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkilemesi ve yüksek bir konsantrasyon düzeyi gerektirmesi bu alandaki insan ihtiyacının azalacağına işaret etmektedir. Bunun yanında ambarlama işi yapan çalışanlar, satış pazarlama biriminde faturalandırma yapan kasiyerler, muhasebeciler, freeze ve torna işlerinde görev yapan kişilerin de otomasyon riski ile karşı karşıya olduğu ifade edilmektedir.

Rapordaki bulgulara göre aşağıda yer alan çıkarımlara yer verilmiştir:

- Analitik ve aşamalı düşünme, kod yazabilme, sorun çözebilme yetenekleri günümüzün ve geleceğin en önemli becerileri arasında yer almaktadır ve bu alanda uygulamalar geliştirilmelidir.
- Çalışanların yabancı dil eğitimi, iletişim becerileri, takım yönetimi, toplu çalışma ve sosyal ilişkilerini geliştirmeye yönelik uygulamalar hayata geçirilmelidir.

- Otomotiv sektöründe fosil yakıtla çalışan araçlardan hibrit ve alternatif yakıtla çalışan araçlara geçiş yapıldığı ve yakın gelecekte mekantronik mühendisliğinin ön planda olacağı değerlendirilmektedir.
- Dijitalleşen bir fabrikada iş yapmaktan ziyade işin dizayn edilmesi, kontrol edilmesi ve iş sürecinin kalitesinin artırılması daha önemli olacaktır.
- İŞKUR'un sunmakta olduğu kurs ve programların içeriğinde iyileştirmeler yapılarak mevcut durumda çalışanların mesleki eğitimine yönelik programların artırılması ve bu alanda yapılacak düzenlemelerin piyasa talepleri ile uyumlu olması gerektiği vurgulanmaktadır.
- Üniversite-sanayi iş birliği noktasında İŞKUR'un köprü görev üstlenmesi faydalı olarak görülmektedir. Bu iş birliğinin kurulması için Çalışma Genel Müdürlüğü ile İŞKUR'un koordineli çalışmasının sürecin daha sağlıklı yürümesinde önemli bir rol oynayacağı değerlendirilmektedir.

4.3.7 **KALFA Programı**

Türkiye İş Kurumu tarafından Endüstri 4.0 kapsamında işgücü yetiştirilmesine yönelik bir diğer uygulama KALFA Programıdır. Bu program kapsamında T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı ile İŞKUR arasında savunma sanayii sektörüne yönelik işgücü ihtiyacının karşılanabilmesi ve ihtiyaç duyulan yetkinliklerin kazandırılması çerçevesinde 10.05.2023 tarihinde iş birliği protokolü imzalanmıştır. Bu protokol ile T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı tarafından oluşturulan KALFA Programı doğrultusunda üniversite mezunu gençlerin bilgi yoğun ekonominin ön planda olduğu savunma sanayi alanında düzenlenecek mesleki eğitim kursları ile sektöre kazandırılması hedeflenmektedir.

KALFA Programı kapsamında;

- Yapısal analiz ve tasarım uzmanı,
- Gömülü sistemler uzmanı,
- Radar ve haberleşme sistemleri uzmanı,
- İtki ve motor sistemleri uzmanı
- Siber güvenlik uzmanı

Mesleklerinde mesleki eğitim kursları düzenlenecektir. Bunun yanında program çerçevesinde Mesleki eğitim kurslarına katılan kursiyerlere günlük 327,18 TL zaruri

gider tutarınca ödeme yapılacaktır. Ayrıca kurs süresince T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından kursiyerlere 15 bin liraya kadar burs ödemesi gerçekleştirilecektir. Bu programa katılım sağlayan ve program sonunda uygulanan değerlendirme sürecini başarıyla tamamlayan kursiyerlere YÖK tarafından onaylı Yetkinlik Sertifikası verilecektir. Düzenlenecek eğitimleri başarıyla tamamlayarak mezun olan gençler ASELSAN, HAVELSAN, ROKETSAN, TUSAŞ, TEI, STM ve SSTEK'de istihdamları sağlanacak. Mezun kursiyerler, bu firmaların iş ortağı olan alt yüklenicilerin bünyesinde de istihdam edilme imkânına sahip olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İlk endüstri devriminden beri sanayi devriminin getirdiği yenilikleri anlayan ve en önemlisi devrimin getirdiği yenilikleri taklit etmekten ziyade bu teknolojileri üreten ülkeler, bu sürecin sonunda kazanan tarafta yer almışlardır. "Türkiye işgücü piyasasının Endüstri 4.0'ın uyumu hangi düzeydedir ve istihdamı korumak için İŞKUR neler yapabilir?" sorusu bu çalışmanın yapılmasındaki temel amaçtır. Çünkü çoğu ülkenin gelecek planlarında yer almakta olan Endüstri 4.0 günümüz ekonomisinin son derece güncel bir konusu ve otomasyon sistemlerini güncelleyecek son ileri teknoloji sanayi devrimidir. Günümüzde değişimler ve etkileşimler önceki üç sanayi devriminden daha hızlı gerçekleştiğinden, süreci anlamak ve bu sürecin dışında kalmamak önemlidir. Her sanayi devrimi, çok hızlı ekonomik değişimlerle bir öncekinin devamı niteliğinde olmuştur. Her sanayi devrimi farklı ve güçlü değişimleri beraberinde getirmiştir. Birinci sanayi devrimi buhar gücü, ikinci sanayi devrimi elektrik enerjisi, üçüncü sanayi devrimi otomasyon gücü ve son olarak Endüstri 4.0 sürecinde otomasyon bulut sistemi bu değişimin öncüsü olmuştur. Sanayi Devrimi boyunca birbirini takip eden her süreç, farklı bir gelişim sürecinde şekillenmiş olsa da benzer bir sonuca vararak ilerlemiş ve süreklilik sağlanmıştır.

Dünyanın her anlamda küresel hale gelmesiyle birlikte endüstriyel üretim, düşük işçilik maliyetleri gibi nedenlerle gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru gitmiştir. Bu gelişmenin üzerine gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere göre kaybettikleri rekabet güçlerini geri kazanmak için kendi endüstriyel stratejilerini formüle etme yoluna gitmişlerdir. Bu ülkelerden olan Almanya, geliştirdiği stratejilere dayanarak 2011'de Hannover'de düzenlenen bir fuarda Endüstri 4.0 veya Dördüncü Sanayi Devrimi kavramını ortaya atmıştır. Endüstri 4.0 kavramı daha sonra 2016 Dünya Ekonomik Forumu zirvesinde önemli bir gündem konusu haline gelmiştir. Endüstri 4.0, makinelerin birbirleriyle iletişim kurabildiği, üretimin tüm aşamalarında gerçek zamanlı iletişim sağlayan, işlerin yapılma şeklini değiştiren ve sektörde yüksek derecede otomasyon sağlayan bir makine sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu devrimin amacı esnek, hızlı ve kişiye özel üretim gerçekleştirmektir. Üretimde bu devrim gerçekleşirse üretim süresi ve maliyetlerinin azalması, üretim miktarının ve kalitesinin ise artması beklenmektedir.

Endüstri 4.0, işletmeler için pek çok fırsat yaratmaktadır. Bu devrim ile şirketlerin üretim süreçleri optimize edilmekte, makine ve sistem kullanımı artırılmakta ve tüm süreç iyileştirilmektedir. Endüstri 4.0 kesintisiz çalışmayı mümkün kılmakta ve çalışanlar gün içinde uzaktan sahaya müdahale ederek görevlerini kolaylıkla yerine getirmektedir. Makineler sürekli iletişim halinde olduğundan sistemde arıza olması durumunda bu süre oldukça kısa olmaktadır. Ayrıca iletişimin gelişmesi ve üretim kalitesinin artması ile üretim sisteminde iletişimsizlikten kaynaklanan hatalar azalacaktır. Aynı zamanda Endüstri 4.0 sayesinde müşteriler sisteme dahil olarak, üretim sürecini esnek hale getirmekte ve kişiye özel ürünler daha düşük maliyetle üretilmektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin istihdamı pozitif olarak mı yoksa negatif olarak mı etkileyeceği konusunda iki karşıt görüş bulunmaktadır. Kötümser bakış açısına göre robotlar insanların işlerini ellerinden alacak, iyimser görüşe göre ise insanlar robotların yapabileceği basit işlerden uzaklaşarak makinelerin yapamadığı bilim, sanat, tasarım gibi yetenek ve yaratıcılık gerektiren işlere yönelecektir. Bu gelişme, insanın bilgi edinme ve yenilik yaratma sürecini şaşırtıcı bir şekilde hızlandıracağından, yeni birtakım işlerin ortaya çıkması beklenmektedir. Aynı zamanda, Endüstri 4.0'ın gelişiyle birlikte, müşteriye özel ürünlere yönelik artan talep, tam zamanında ürün tedariki, artan küresel entegrasyon ve küresel değer zincirlerinde daha fazla payın artmasıyla ülkeler genelinde üretkenlik ve büyüme artacaktır. Bunun yanında Endüstri 4.0'ın daha fazla bereket getireceği ancak bu dağılımın ciddi şekilde eşitsiz olacağı iddia edilmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte sermaye gelirden daha fazla pay alırken emeğe ayrılan pay giderek azalacaktır. Diğer taraftan, bu devrimi yakalayan ülkeler ile bu devrimin gerisinde kalan ülkeler arasındaki gelir eşitsizliğinin de giderek artması beklenmektedir. Gelecekte ihtiyaç duyulacak becerilerin üçte birinin, günümüzde yalnızca dijitalleşme nedeniyle ihtiyaç duyulmayan beceriler olduğu tahmin edilmektedir. Bunun haricinde teknolojik gelişme, bazı mesleklerin insanların elinden çıkıp yok olmasına, daha işgücü piyasasında yer almayan bazı mesleklerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Mevcut iş gücünün becerisini yükseltme veya yeniden beceri kazandırma için yeterli kariyer geçiş fırsatları sağlamak ve iş gücünün adaptasyonunu kolaylaştırmak bu süreçte önemlidir. Bu değişim sağlanırsa, teknoloji insan emeğine olan ihtiyacı ortadan kaldırmak yerine, iş yapma şeklini kolaylaştıran ve çevikleştiren etkin bir faktör haline gelmektedir.

Dünya çapında düşük vasıflı işlerde çalışan insan sayısının fazlalığı ve bu insanların yaptıkları mesleklerdeki yüksek otomasyon oranları, Endüstri 4.0 devriminin istihdama ve iş gücüne getireceği köklü değişikliklere karşı önlem alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Çok sayıda düşük vasıflı işçinin işsizlik sorunuyla karşı karşıya kalması durumunda, ekonomik sistemin geciken yaratım ve yeniden istihdam süreci nedeniyle ortaya çıkabilecek sorunlara kayıtsız kalabileceğine dair korkular bulunmaktadır. Öte yandan ülkelerin rekabet avantajlarını sürdürebilmeleri için makine kullanımın yanında işgücü istihdamına devam etmeleri gerekmektedir. Sonuç olarak, otomasyonla yerinden edilen işçilerin işlerini kaybetmektense yeni işler bulma eğiliminde olacağı tahmin edilmektedir. İş gücünün niteliğinin değişime uğramak zorunda kalacağı, insan-makine iş birliğinin sağlanacağı ve buna bağlı olarak iş süreçlerinin değişeceği beklenmektedir. İş yerinde radikal değişiklikler olacağı ve yapılan mesleklerle teknoloji arasında yeni bir iş birliğinin kurulacağı öngörülmektedir.

Endüstri 4.0 dönüşümünde, endüstriyel robotların artan organizasyon oranları ve yapay zekâ uygulamaları nedeniyle küresel istihdamın on yıl içinde %6 oranında artması öngörülmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de Endüstri 4.0'ın yok ettiğinden daha fazla istihdam yaratacağına inanılmaktadır. Her ülkede sanayi sektörlerindeki işgücünün, hizmet sektöründe özellikle yazılım ve bilgi teknolojisi alanların kayması öngörülmektedir. Ayrıca, teknolojinin gelişmesiyle birlikte, yetenek düzeyi düşük işlerin dijital sistemler kullanılarak yapılmaya başlanması ve bu işlere olan işgücü ihtiyacının azalacağı beklenmektedir.

İşin geleceğini etkileyen bir diğer önemli faktör, çalışan nüfusun sosyokültürel değişimidir. Diğer bir deyişle, çalışan genç nüfusun beklentilerinin önceki kuşaklardan çok farklı olması, çalışan nüfusun büyük bir bölümünün yaşlanmasıdır. Kariyerlerinin başında olan ve her geçen yıl sayıları artan genç iş gücünün, orta yaşlıları rencide etmeden istikrarlı, üretken, katma değerli işgücüne dönüştürülmesi ülke kalkınması için önemlidir. Bu nedenle, hali hazırda istihdam edilen orta yaşlı işgücünün karşılaştığı zorluklar dikkate alındığında, değişen çalışma hayatında kendilerini geliştirmelerine destek olmak, mevcut sistemde becerilerini geliştirmek ve güncellemek bu kişilerin işgücünde kalmalarına katkı sağlamaktadır. İstihdam açısından, yeni mezunların yüksek teknoloji ve katma değerli alanlarda staj ve iş olanaklarını güçlendirilmesi eksenindeki çalışmalara hız verilmektedir. “Türkiye işgücü piyasasının Endüstri 4.0’a uyumu hangi düzeydedir ve istihdamı korumak için İŞKUR neler yapabilir?” sorusuna cevap aranan

bu çalışmada İŞKUR'un mevcut çalışanların hizmet içi eğitim yoluyla teknik ve sosyal becerilerinin artırılarak sistemde kalması için faaliyetler düzenlemesi gerektiği görülmüştür. Bunun yanında yakın gelecekte ortaya çıkabilecek mesleklere dair ön hazırlık yapılabilmesi için etkin bir öngörü mekanizmasının oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu konularda İŞKUR için pratik, etkin, uygulanabilir öneriler sunulmuş olup söz konusu öneriler aşağıda yer almaktadır.

Öneri -1: İŞKUR Sistemi Üzerinde Firmalar Arası Bir Ağ Oluşturarak İşsizlik Süresinin Azaltılması

Kişiler işsizlik sorunu ile karşı karşıya kaldıklarında bu süreçte umutsuzluğa düşmekte ve yeniden işgücü piyasasında kendilerine yer bulup bulamayacağı hususunda endişeye kapılmaktadır. Bu sürecin uzaması kişilerin hem maddi gelirlerinden olmalarına hem de özgüven eksikliğine ve toplumsal statünün kaybına sebep olabilmektedir. Bunun yanında işsiz kalan insanlar yeniden istihdam şansı elde ettiğinde kendi becerilerini yeni işverenlerine karşı belgelendirmek konusunda sorun yaşayabilmektedir. Bu noktada İŞKUR veri tabanı üzerinde yer alacak bir sistem yardımıyla kişilerin Endüstri 4.0 kaynaklı işsiz kalma sorunlarına çözüm üretilebilmektedir.

Bu sisteme göre, Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından yetkinlik düzeyi belgelendirilen kişiler İŞKUR sistemine kaydedilecektir. Bu sistem işverenler tarafından da erişilebilecek bir yapıda tasarlanacak ve işverenler hangi çalışanın hangi becerilere sahip olduğu ve ne kadar süredir o sektörde çalıştığı gibi bilgileri görebilecektir. İşverenler tüm çalışanlarını bu sisteme kaydedecek ve iş sözleşmesinin feshedilmesi durumlarında belli bir süre öncesinde bu fesih durumunu sisteme girerek çalışanlarının diğer firmalar tarafından görülebilmesini olanaklı kılacaktır. Firmaların çıkış kaydı düşmediği çalışanlarını diğer işverenler göremeyecek ve bu sayede işverenler mevcut işgücünü muhafaza etmiş olacaktır. Bu sistem sayesinde kişilerin işsiz kalma süreleri kısalacak, işsiz kalmaları durumunda maddi ve manevi açıdan içinde bulundukları sosyo-kültürel çöküntüden daha rahat çıkmalarına yardımcı olunacaktır. Almanya'da 2018 yılında hayata geçirilmiş olan "National Strategy for Continuing Education" stratejisi kapsamında yapılan benzer bir sistemin Türkiye'de de uygulanması işsiz kalma süresini kısaltacaktır. Bu sisteme işlenen yetkinlikler işletmeler tarafından görülmekte ve kişiler bu becerilerini tüm platformlarda ispat edebilmektedir.

Öneri – 2: Endüstri 4.0 Özelinde Bir Beceri Tahmin Modeli Oluşturmak ve Bu Yönde İşe Yönlendirme Yapmak

Hemen herkes Endüstri 4.0'ın şu an dünyada olan pek çok mesleği ortadan kaldıracağını iddia etmekte olup buna karşın şu an geri planda olan çok sayıda mesleğin gelecekte ön planda olmasına ve şu an bilinmeyen pek çok yeni mesleğin de ortaya çıkmasına sebep olacağı noktasında hemfikir durumdadır. Mevcut işgücünü yeni gelişmeler çerçevesinde şekillendirmek ve bu değişim sürecine ayak uydurmak Endüstri 4.0 için oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu süreçte İŞKUR sistemi üzerinde geliştirilebilecek bir öngörü modeli sayesinde mesleklerin ve işgücünün geleceğine yönelik tahmin modeli oluşturulması hızlı aksiyon almak açısından bir gerekliliktir.

Bu sisteme göre Türkiye işgücü piyasasının özellikleri, mesleki yeterlilikler, sektör özellikleri, işgücü istatistikleri ve Endüstri 4.0 gelişmeleri bağlamında bir sistem kurulmalıdır. Bu sistemde hangi mesleklerin ne kadarlık bir zaman dilimi içerisinde nasıl bir değişime uğrayacağı ve bu işgücünde istihdam edilen kişilerin sayısı gibi bilgiler yer almalıdır. Bu bilgiler sayesinde sektörel değişimler öngörülebilecek ve işsiz kalması beklenen kişilerin bu süreç yaşanmadan yeni beceriler kazandırılması ve beceri olarak yakın sektörlere yönlendirilmesinin önü açılmış olacaktır. Özellikle belli bir yaşın üzerindeki işgücünün yeniden beceri kazanması birtakım zorluklar içerdiğinden dolayı bu değişim sürecine bir an önce başlamak entegrasyon için önemlidir. Ayrıca bu sisteme ülkemizin yeşil dönüşüm konusundaki potansiyeli ve jeopolitik avantajı sayesinde Avrupa'ya sağlayabileceği enerji arzı da eklenerek ortaya çıkması beklenen mesleklerle ilgili ön hazırlık yapılmasına ve kalifiye insan ihtiyacının karşılanmasına imkân sağlanacaktır. Almanya'da hayat geçen NewPlan sisteminin benzeri bir yapının kurulması ülkemizle alakalı yüksek bir öngörülebilirlik düzeyi olan tahminlerin yapılabilmesine imkan sağlayacaktır.

Öneri – 3: İşgücünün Sosyal Becerisini Artırmak İçin İş Kulüplerinin Kapsamının Genişletilmesi

Pek çok çalışma Endüstri 4.0'dan dolayı tek düze yapılan işlerin artık otomasyon teknolojisi ile beraber değişime uğrayacağını ve bu işlerde istihdam edilen insanların işsiz kalma tehlikesiyle karşı karşıya kalacağını ortaya koymaktadır. Bunun yanında yeni sanayi devrimi sürecinde ön plana çıkması beklenen beceriler sıralandığında sosyal beceriler üst sıralarda yer almaktadır. Yeni süreçte sıradan işler otomasyona uğramakta ancak bu noktada sosyal becerilerin önemi artmaktadır. İş kulüpleri uygulaması ile genel anlamda dezavantajlı gruplar işgücü piyasasında kendilerine uygun bir iş bulabilmeleri için gerekli olan yönetimsel ve mülakat teknikleri, kendini ifade etme, işe kabul için önemli olan ufak ama önemli detaylar hakkında bilgilendirilmektedir.

Geliştirilmesi planlanan yeni iş kulübü sistemine göre, bu uygulamanın hitap ettiği kitle genişletilecektir. Mevcut iş kulübü uygulamasına ek olarak WEF 2023 raporunda da belirtildiği üzere yeni sistemde ön planda olması beklenen liderlik, takım çalışması, esneklik, kapsayıcılık, empati, aktif dinleme, gibi bir takım sosyal beceriler eklenmesi işgücünün dönüşümü anlamında önemli olacaktır. Bunun yanında iş kulübünün hitap ettiği kitlede de değişim olması gerekmektedir. Hâlihazırda bu etkinlikten faydalanan kitlenin genişlemesi ve mevcut durumda işsiz olan kişilerin yanı sıra yakın gelecekte beceri uyumsuzluğu sebebiyle işsiz kalması muhtemel görülen kişilerin de bu uygulama kapsamına dahil edilmesi gerekmektedir. Kişilere sosyal beceri kazandırmak hem iş hayatında hem de özel hayatında fayda sağlayacaktır.

Öneri – 4: Çalışanların Mesleki Eğitimi Programının Daha Etkin Hale Getirilmesi

Hayat boyu öğrenme pek çok ülkenin işgücü piyasasını canlı tutmak adına kullandığı en önemli enstrümanlardan biri olmuştur. Çalışanlar hayat boyu öğrenme sayesinde sürekli olarak yeni beceriler ve kazanımlar elde ederek kendilerini sürekli değişim halinde olan yeni ekonomik sisteme adapte etmekte ve bu sayede varlıklarını sürdürmektedir. Aksi takdirde çalışanlar değişen iş gücü piyasası gereksinimlerini yakalayamamakta ve mevcut durumunu kaybetme riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu durum tezin yetkinlikler bölümünde belirtilen Dünya Ekonomik Forumunun ilgili istatistiklerinde de ifade edildiği üzere, işverenler Endüstri 4.0'ın yaratacağı değişim dalgasına karşı ilk aşamada mevcut çalışanların hizmet içi eğitim yoluyla sistemde kalmasını en faydalı uygulama olarak gördüklerini beyan etmiştir.

Mevcut işgücüne yeni beceriler kazandırma noktasında İŞKUR tarafından Çalışanların Mesleki Eğitimi Programı uygulanmakta olup bu program kapsamında verilen

eğitimlerde, eğitici olarak yer alan kişilere ödenen tutarın tamamı İŞKUR tarafından karşılanmakta ve işveren herhangi bir mali külfete katlanmaksızın sahip olduğu işgücünün becerisini ve yeteneğini artırmış olmaktadır. Ancak tezin ilgili bölümünde programın son yıllardaki katılımcı sayısı istatistiklerine bakıldığında bu eğitimden yararlanan kişi sayısının azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda herhangi bir mevzuat değişikliği gibi bir durum söz konusu olmamasına rağmen neden son beş yıldır katılımcı sayısının sürekli olarak azaldığı konusu araştırılarak değişen işgücü piyasası dinamikleri anlamında uygulamanın güncellenmesi bu sürece fayda sağlayacaktır. Bu hususta işverenler nezdinde bir araştırma yapılarak mevcut uygulamanın yeni ihtiyaçlar doğrultusunda revize edilmesi işgücü piyasasına faydalı olacaktır. Kurumumuz tarafından 2020 yılında gerçekleştirilen Otomotiv Sektöründe İstihdam ve Geleceğin İşleri Raporunda da otomotiv sektörü yetkilileri bu konuda yapılacak çalışmaların işgücü piyasasına fayda sağlayacağını ifade etmiştir.

Öneri – 5: Yeni Nesilde Dijital Okuryazarlığın Artırılması İçin Faaliyetler Düzenlenmesi

Dünya sürekli bir değişim halinde olmuş ve her yeni nesil bir önceki neslin kazanımlarını benimseyerek bilim ve teknolojiyi her zaman bir sonraki aşamaya taşımıştır. Özellikle ilk sanayi devriminden itibaren dünyadaki bilimsel gelişmeler büyük bir hız kazanmış yirminci yüzyılda internetin ortaya çıkışı ve küreselleşmenin hayatın her alanına yayılması ile beraber en üst düzeye çıkmıştır. Bu gelişmelerden dolayı yeni kuşakların mevcut düzeni algılaması ve buna uyum sağlaması eski kuşaklara göre çok daha hızlı gerçekleşmektedir.

İŞKUR okullarda mesleklere dair tanıtım faaliyeti gerçekleştirmekte ve gençlere meslek hayatları boyunca danışmanlık hizmeti sunmaktadır. Bu faaliyet kapsamında dijital okuryazarlık alanındaki bilgilerin yeni nesilde hızlı bir şekilde yayılması ve her ülkede ekonomik geleceğe yön veren en önemli değer olarak görülen gençlerin değişen işgücü piyasası, yeni beceriler ve yetkinlikler doğrultusunda yönlendirilmesi hayati öneme sahiptir. Bu doğrultuda okullarda yapılan meslek tanıtımlarında geleceğin meslekleri olarak adlandırılan mesleklere daha fazla zaman ayrılması ve bu eksende dijital okuryazarlık düzeylerinin artırılması yeni ekonomik düzende söz sahibi olmamız için büyük bir gerekliliktir.

Öneri – 6: Meslek Danışma Komisyonunun (MEDAK) Uzmanlaştırılarak Geleceğin Meslekleri Koordinasyon Kurulunun Oluşturulması

Her ülke faaliyetlerini hayat geçirirken kendi bünyesinde yer alan kurumlarının faaliyetlerini tek çatı altında toplayarak etkin bir iş bölümü ile plan ve projeleri hayata geçirmektedir. Bu oluşum genellikle ilgili faaliyetin ana yürütücüsü olan kurumun başkanlığında konuyla alakalı yerel ve merkezi düzeyde sorumluluğu olan kurumlardan oluşmaktadır.

Kurumumuz tarafından geliştirilen meslek bilgi dosyalarının kabul edilebilirliği ve güvenilirliğinin güçlendirilmesi, mesleki bilgi ve danışmanlık hizmetlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına ilişkin tüm hususları gözden geçirmek, tavsiyelerde bulunmak, taraflar arasında iş birliği ve koordinasyonu sağlama üzere Meslek Danışma Komisyonu (MEDAK) oluşturulmuştur. Sekretaryası Kurumumuz tarafından yürütülen MEDAK, 3 ayda bir olmak üzere yılda 4 kez toplanmaktadır. Komisyonun amacı, mesleki rehberlik ve danışmanlık alanında görevleri ve/veya çalışmaları bulunan tüm kurum kuruluşları bir mutabakat çerçevesinde bir araya getirmek, iş birliği imkânlarını çoğaltmak ve hizmetin geniş tabanlı ve çok fonksiyonlu sunulmasına imkân sağlamaktır.

Tezde de belirtildiği üzere Endüstri 4.0 alanında Türkiye'de pek çok faaliyet hayata geçirilmiş ancak bu faaliyetler çoğunlukla sınırlı bir etkide bulunmuştur. Endüstri 4.0 sürecinde öncü ülkelerden olan Almanya'da bu alandaki faaliyetler BMAS, BMBF ve BMW gibi ülkenin köklü bakanlıkların sorumluluğundayken ve fonların neredeyse tamamı bu bakanlıklar tarafından sağlanıyorken Türkiye'de benzer bir oluşumun yokluğu koordinasyonu zorlaştırmaktadır. Bu doğrultuda halihazırda sekreteryası kurumumuz tarafından yürütülen MEDAK'ın uzmanlaştırılarak yine İŞKUR'un başkanlığını yaptığı bir "Geleceğin Meslekleri Koordinasyon Kurulu" nun oluşturulması gerekli eşgüdümünün sağlanması noktasında faydalı olacaktır. Bu kurul İŞKUR başkanlığında, Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı, Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi, Çalışma Genel Müdürlüğü, Uluslararası İşgücü Genel Müdürlüğü, Sanayi Genel Müdürlüğü, Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü, Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü, MEB, YÖK, KOSGEB, TÜBİTAK, MYK, TÜİK, Türk Patent ve Marka Kurumu, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu, Türkiye Esnaf ve

Sanatkârları Konfederasyonu tarafından yılda iki kez toplanacak bir kurul oluşturulmalıdır. Bu kurul üç ayrı birim tarafından oluşacak olup üst kurul başkan veya genel müdür düzeyinde yılda iki kez, alt kurul iki ayda bir ve çalışma grubu tarzında ve daha teknik düzeyde, yerel kurul ise ilgili kurumların taşra teşkilatlanmaları arasında ayda bir olacak şekilde toplanacaktır. Bu kurulun kararları ilgili kurumların görev ve sorumlulukları çerçevesinde hayata geçirilecektir. Yerel kurulda il düzeyinde ihtiyaca yönelik alınan kararlar alt kurula sunulacak ve alt kurulda mevzuat olarak incelenecek sonrasında ise bu kararlar üst kurula bir rapor halinde arz edilecektir. Bu raporun üst kurul tarafından kabul edilmesi halinde ilgili faaliyet hayata geçirilecektir. Üst kurulca kabul edilen kararlar ilgili kurumlar için bağlayıcı nitelikte olacaktır.

Öneri – 7: Endüstri 4.0 dolaysıyla ortaya çıkabilecek meslekler ve beceriler üzerine Türkiye işgücü piyasası dinamikleri ekseninde bir haritalandırma çalışması yapılması

Pek çok araştırmanın da işaret ettiği üzere Endüstri 4.0 her ülkeyi farklı şekillerde etkilemektedir. Ülkelerin iç dinamikleri, mevcut işgücü yapıları, yeni neslin bu sürece yatkınlığı ve yapısal özellikleri bu ülkelerin yenidünya ekonomisinde ne düzeyde var olacaklarına direkt etki etmektedir. Gelişmiş ülkeler güçlü ve zayıf yönlerini iyi analiz ederek kendi özellikleri çerçevesinde ekonomik yapısını şekillendirmektedir. Örneğin Çin, yoğun nüfusundan kaynaklı ucuz işgücünü kullanarak dünyaca ünlü firmaların yatırımlarını ülkesine yapmasını sağlamış ve bu sayede ekonomide üst sırlara yükselmiştir.

İlk örneklerini yeni yeni göstermekte olan Endüstri 4.0 sürecinde ülkemizde, kendi işgücü piyasası ve ekonomik sistemi doğrultusunda bir yol haritası belirlemek için kapsamlı bir haritalandırma çalışması yapılmalıdır. Bu çalışmada öncü sektörlerin hangileri olduğu, hangi meslekler özelinde yoğunlaşılması gerektiği, çalışanların becerilerinin artırılması için neler yapılması gerektiği gibi hususlar irdelenmelidir. Yapılacak bu çalışma neticesinde ise görev ve sorumlulukları doğrultusunda kamu kurumları ve kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarına birtakım hedefler verilmeli ve bunların takibi sağlanmalıdır.

Öneri – 8: Çalışanlara Yönelik Bireysel Eylem Planı Oluşturularak Kişiye Özel ve Esnek Bir Hayat Boyu Öğrenme Sisteminin Hayata Geçirilmesi

Kişiye özel öğrenme sistemleri dünya genelinde hızla yayılmaktadır. Çünkü kişilerin arasındaki eğitim, deneyim ve beceri farklılıkları herkese yönelik bir eğitim ve istihdam politikasının uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Bu noktada her ülke vatandaşlarına yönelik bireysel eylem planları ile kişiye özel bir kariyer planlaması yaparak o kişilerin görev yaptıkları mesleklerin bugünkü ve gelecekteki durumlarına göre bireylere yönlendirme yapmaktadır.

Bu doğrultuda kurumumuz bünyesinde çalışanlara özel oluşturulacak bireysel eylem planı ile çalışanların kariyerlerine yönelik danışmanlık hizmetleri daha da geliştirilecek ve özellikle Endüstri 4.0 kaynaklı işsizliğin önüne geçilebilecektir. Tezde yer alan pek çok araştırma Endüstri 4.0 sürecinde kısa vadede yapılacak en iyi uygulamanın mevcut çalışanların eğitim ve beceri artırımı yoluyla istihdamda kalması olduğunu ortaya koymaktadır. Fransa'da uygulanmakta olan kişisel eğitim hesabının ve Almanya'da 2018 yılında hayata geçirilmiş olan "National Strategy for Continuing Education" nin farklı bir versiyonu olan bu sistem yardımıyla vatandaşlarımıza gelecekte ihtiyaç duyacağı beceriler zamanında aktarılacak ve bu sayede çalışanların becerileri yükseltilerek işgücü piyasasında kalmaları sağlanacaktır.

Yukarıdaki tavsiyelerden hareketle İŞKUR'un, işgücünün ve istihdamın geleceğinde bizi bekleyen değişimlere yönelik köklü adımlar atmayı ve küresel trendlerle uyumlu, değişime açık, yenilikçi işgücü piyasası politikaları geliştirmesi amaçlanmaktadır. Endüstri 4.0 kavramı hayatın her alanını köklü bir değişime tabi tutacaktır. Bu gelişmeden karlı çıkabilmek için işgücü piyasasının, sanayinin, teknolojinin eşgüdüm içerisinde yönetilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, İŞKUR'un yaptığı çalışmalar Türkiye işgücü piyasasında önemli etkiler yaratsa da, çalışma yaşamının bütüncül yapısı dikkate alındığında, dönüşümün kamunun tüm alanlarının işbirliği ve Türk işgücü piyasasının ihtiyaçları doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılacak plan ve projeler özel sektör; işçi ve işveren sendikalarının talepleri değerlendirilerek hayata geçirilmelidir. Türk işgücü piyasası, sahip olduğu insan kaynağı, altyapısı ve potansiyeli ile dünya genelinde geçerli olan birçok teknik alanda lider ülkelerden biri olma potansiyeline sahiptir.

Kişilerin kariyer planlaması sürecinde, çalışanlara veya iş hayatına atılacak olanlara İŞKUR'un mevcut geçiş sürecinden beklentileri hakkında bilgi vermek ve seçtikleri kariyer planına uygun becerilere sahip olmalarını veya mevcut becerilerini

geliştirmelerini sağlamak, değişime daha hızlı uyum sağlamalarını sağlayacaktır. İŞKUR'un önümüzdeki süreçte öncelikli adımları, piyasa gereksinimlerini sağlıklı bir şekilde tespit ederek sunulacak hizmetleri yeni dinamikler çerçevesinde revize etmek ve işgücü piyasasının dönüşümüne doğru yönde öncülük etmek olacaktır. Bu çerçevede başta İŞKUR olmak üzere hemen hemen tüm kamu kurumlarının bu değişime eşlik edecek ve lokomotif sektörlere destek olacak bir iş birliği modeli işgücü piyasasında büyük ve önemli bir etki yaratacaktır.

KAYNAKÇA

Accenture : Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi, https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-42/AccentureHBR-Rapor-Vodafone.pdfla=en#zoom=50, Erişim Tarihi – 12 Ocak 2023

Acemoğlu, Daron, Pascual Restrepo : "Artifical Intelligence, Automation and Work", 2018, https://www.nber.org/papers/w24196, Erişim Tarihi - 11 Mart 2023.

Acemoğlu, Daron, Pascual Restrepo : "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets", Journal of Political Economy, C. 128, S. 6, , ss. 1-102. Erişim Tarihi – 22 Aralık 2022

Acemoğlu, Daron, Pascual Restrepo: "The Race Between Machine and Man: Implications of Techlonogy for Growth, Factor Shares and Employment", 2017, https://www.nber.org/papers/w22252, Erişim Tarihi – 11 Şubat 2023

Adrjan, Pawel : "The Meaning of The Work",https://www.themeaningofwork.co.uk/work-life, 25 Erişim Tarihi – 15 Mart 2023

Aghimien, Dougles O., v.d. : "Digitalisation in Construction Industry: Construction Professionals Perspective", Proceedings of the Fourth Australasia and South-East Asia Structual Engineering and Construction Conference, Brisbane, 2018. Erişim tarihi – 13 Mart 2023

Aker, Mary : "Gartner Quarterly Update on Global Workforce Trends", https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartnerquarterly-update-on-global-workforce-trends/, Erişim tarihi – 15 Aralık 2022

Alaca, E. ve Yılmaz, B. (2016). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı ve bilgi toplumuna dönüşüm: Türkiye'de durum. Türk Kütüphaneciliği, 30(3), 507-523. Erişim tarihi – 7 Mart 2023

Alçın, Sinan: "Üretim İçin Yeni Bir İzlek Sanayi", Journal of Life Economics, C.3, S.2, 2016, ss. 19-30. Erişim tarihi- 20 Ocak 2023

Alkan, O. (2009). Yükseköğretim kurumlarında ar-ge harcamaları ve finansman şekilleri. Devlet Bütçe Uzmanlığı Araştırma Raporu. Web: https://www.bumko.gov.tr/Eklenti/5495,ozanalkanpdf.pdf?0 Erişim tarihi – 15 Mart 2023

Almanya Ekonomi Enstitüsü. (2018). Promoting Social Partnership in Employee Training: France Country Report. Köln: Almanya Ekonomi Enstitüsü erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Altuntepe, N., & Güner, T. (2013). Türkiye'de İstihdam Büyüme İlişkisinin Analizi (1988-2011). Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 5(1), 73-84. Erişim tarihi – 2 Şubat 2023

Anderl, Reiner: Industrie 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production, Piracicaba, 2014. Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Anderson, Chris: Makers: The New Industrial Revolution, New York, Grown Business, 2012. Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Andersson, Per, Lars-Gunnar Mattsson : "Service innovations enabled by the "internet of things"", IMP Journal, C. 9, S. 1, Mayıs 2015, ss. 85-106. Erişim tarihi – 5 Ocak 2023

Ansal, Hacer : Esnek Üretimde İşçiler ve Sendikalar (Post-Fordizm'de Üretim Esnekleşirken İşçiye Neler Oluyor?), Ankara, Birleşik Metal*İş Sen., 1999. Erişim tarihi – 4 şubat 2023

Arslan, Ulaş, Erkan Erdil : "New Techlonogies and Changes in Work Organization: A Survey", STPS Working Papers, S.303, Mart 2003, ss. 1-45. Erişim tarihi – 10 Ocak 2023

Atik, H. (2006). Beşeri Sermaye, Dış Ticaret ve Ekonomik Büyüme (Birinci Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi, 6. Erişim tarihi – 4 Ocak 2023

Autor, David : "The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings", 2010, https://economics.mit.edu/files/5554, Erişim tarihi - 15 Şubat 2023.

Autor, David H. : "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", Journal of Economic Perspectives, C.29, S.3, 2015, ss. 3-30. Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Avrupa Birliği. (2018). Upskilling Pathways in France . upskillingitaly. Erişim tarihi – 6 Mart 2023

Avrupa Komisyonu. (2007). Flexicrurity Principles. https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52007DC0359 Erişim Tarihi: 24 Mart 2023,

Aydoğanoğlu, Erkan : Emek Sürecinde Dönüşüm, Ankara, Kültür Sanat-Sen., 2011a. Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Aymerich, Maria, v.d. : "An approach to Cloud Computing network", https://ieeexplore.ieee.org/document/4664329, Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Bain, Robert B. : "Children and the Industrial Revolution: Changes in Policy", OAH Magazine of History, C.15, S.1, 2000, ss. 48-56. Erişim tarihi – 12 Ocak 2023

Banger, Gürcan : Endüstri 4.0 Ekstra, 2. bs., Ankara, Dorlion Yayınevi, 2018. Erişim tarihi – 3 Şubat 2023

Bardi, Joe : "What is Virtual Reality? [Definition and Examples]", https://www.marxentlabs.com/what-is-virtualreality/, Erişim Tarihi- 13 Şubat 2023

Barutçugil, İ. S. (1981). Teknolojik Yenilik ve Araştırma Geliştirme Yönetimi (Birinci Baskı). Bursa: Bursa Üniversitesi Yayını, 17. Erişim tarihi – 25 Ocak 2023

Bauernhansl, Thomas, v.d. : Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2014. Erişim tarihi – 10 Mart 2023

Bektaş, Altuğ: Endüstri 4.0 Gelişmelerinin İşin ve İşgücünün Niteliği Üzerindeki Muhtemel Etkileri: Almanya ve Türkiye Karşılaştırması, Doktora Tezi, 2021. Erişim tarihi – 5 Şubat 2023

BERGER, R. (Nisan 2016). "How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model". Mastering the Transformation Journey. Erişim tarihi – 3 Mart 2023

Bessen, James: Learning by Doing: The Real Connection beetwen Innovation, Wages, and Wealth, New Haven, Yale University Press, 2015. Erişim tarihi – 1 Şubat 2023

Beyca, Ömer Faruk, v.d. : "Additive Manufacturing Technologies and Applications", Industry 4.0: Managing The Digital Transformation, Ed. by., Alp Üstündağ ve Emre Çevikcan, Switzerland, Springer International Publishing, 2018, ss. 217-234. Erişim tarihi – 15 Ocak 2023

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı : "Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017- 2019)", 2017, http://www.sp.gov.tr/upload/xSPTemelBelge/files/OT3tA+Turkiye_Yazilim_Sektoru_Stratejisi_ve_Eylem_Plani_2017- 2019_.pdf. Erişim tarihi – 23 Mart 2023

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı : "Türkiye'nin Sanayi Devrimi 'Dijital Türkiye' Yol Haritası", 2018, https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_DijitalTurkiye-Yol-Haritasi.pdf, 23 Mart 2023

Bledowski, Krzysztof : "The Internet of Things: Industrie 4.0 vs. The Industrial Internet", https://mapifoundation.org/economic/2015/7/23/the-internetof-things-industrie-40-vs-the- industrial-internet, Erişim tarihi – 15 şubat 2023

BMAS:"Re-imagining Work: Green Paper Work 4.0", 2015, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikatio nen/arbeiten-4-0-greenpaper.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Erişim tarihi – 5 Şubat 2023

BMAS: "Re-imagining Work: White Paper Work 4.0", 2017, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDFPublikationen/a883-white-paper.pdf?__blob=publicationFile, Erişim tarihi – 5 Şubat 2023

BMBF: "Digitalpakt Schule: Das sollten Sie jetzt wissen", 2020d, https://www.bmbf.de/de/wissenswertes-zumdigitalpakt-schule-6496.php, Erişim tarihi – 7 Mart 2023

BMBF: "Nationale Weiterbildungsstrategie", 2020c,) https://www.bmbf.de/de/nationale- weiterbildungsstrategie8853.html, Erişim tarihi – 7 Mart 2023

BMBF: Research and innovation that benefit the people: The High-Tech Strategy 2025, Berlin, BMBF, 2018a Erişim tarihi – 7 Mart 2023

Bogert, Antonie, v.d. : "A real-time system for biomechanical analysis of human movement and muscle function", Medical & Biological Engineering & Computing, C. 51, S.10, ss. Ekim 2013, 1069-1077. Erişim tarihi – 7 Şubat 2023

Boğaziçi Üniversitesi Endüstri 4.0 Platformu: Türkiye'de Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı (D3A) 2019 - 2020 Sonuç Raporu, http://industry4zero.boun.edu.tr/wpcontent/uploads/2020/07/Sonuc-Raporu-v2.pdf, 10 Ocak 2023

Boratav, K. (2013). Türkiye İktisat Tarihi: 1908-1009 (18. b.). Ankara: İmge Kitapeci. Erişim tarihi 1 Şubat 2023

Botella, Cristina, v.d. : "Virtual Reality in the Treatment of Claustrophobic Fear: A Controlled, Multiple-Baseline Design", Behavior Therapy, C. 31, S. 3, 2000, ss. 583-595. Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Brynjolfsson, Erik ve Andrew McAfee: The Secong Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, New York, W. W. Norton & Company, 2014. Erişim tarihi – 30 Ocak 2023

BTYK : "BTYK'nın 29. Toplantısı: Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışma Yapılması", https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_101.pdf, erişim tarihi – 11 Ocak 2023

Büyükdığan, L. (2012). Niçin Ar-Ge. http://argedunyasi.com/icerik/912/nicinarge.html Erişim tarihi- 12 Şubat 2023

Cabrelli, David, Richard Graveling : "Health and safety in the workplace of the future", https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/ 638434/IPOL_BRI(2019)638434_EN.pdf, erişim tarihi – 28 Ocak 2023

Can, R., Erdem, B., Kassap, V., & Demirel, B. (2017). Türkiye İşgücü Piyasasındaki yapısal Dönüşüm. Erişim tarihi: 09 Nisan 2023, http://onbirinciplan.gov.tr/wpcontent/uploads/2018/02/T%C3%BCrkiye-

%C4%B0%C5%9Fg%C3%BCc%C3%BCPiyasas%C4%B1ndaki-Yap%C4%B1sal-D%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCmArka-Plan-%C3%87al%C4%B1%C5%9Fmas%C4%B1.pdf

CEDEFOP. (2018). France: Two Years of Personal Training Accounts: A Review., https://www.cedefop.europa.eu/en/news-and-press/news/france-two-yearspersonal-training-accounts-review Erişim tarihi: 24 Aralık 2022

Cheng, Yang, v.d. : "International manufacturing network: past, present, and future", International Journal of Operations & Production Management, C. 35, S. 3, Mart 2015, ss. 392-429. Erişim tarihi – 25 Şubat 2023

Choudharu, A. (2020). Explaining the Second Career Program., https://www.torontosom.ca/blog/explaining-the-second-career-program Erişim tarihi: 01 Şubat 2023

Cornell University, INSEAD and WIPO, (2015). The global innovation index 2015: Effective innovation policies for development. Web: https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2015-v5.pdf Erişim tarihi - 15 Mart 2023

Coşkunoğlu, O. (2018). Dünyada, bilgi teknolojileri gelişmişliğinde 67 sırada, bilgi zenginliğinde 69 sırada olmamız karşısında sessizlik. Web: https://coskunoglu.org/dünyada-bilgi-teknolojileri- gelişmişliğinde-67-fcadeca820e7 Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Covey, Stephen R. : The 8th Habit: From Effectiveness to Greatness, Washington, Free Press, 2004. Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

Çelik, Nuray, Emine Can : "Endüstri 4.0 Sisteminde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Muhtemel Problemleri ve Çözüm Önerileri", OHS ACADEMY, C. 2, S. 3, 2019, ss. 119-126. Erişim tarihi – 10 Mart 2023

daCosta, Francis, Byron Henderson: Rethinking the Internet of Things: A Scalable Approach to Connecting Everything, New York, Apress, 2013). Erişim tarihi – 6 Nisan 2023

Davies, Ron : "Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth", https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf, Erişim tarihi 22 Ocak 2023

Deane, Phyllis: İlk Sanayi Kitabı, Çev. Tevfik Güran, İstanbul, Türk Tarih Kurumu, 2000. Erişim tarihi - 10 Mart 2023

Delican, M. (2006). Cumhuriyet Döneminde Türk Endüstri İlişkileri. İşçi Sendikalarının Dünü, Bugünü. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, (51), 12-33. Erişim tarihi – 5 Mayıs 2023

Delorme, Sebastien, v.d. : "NeuroTouch: a physics-based virtual simulator for cranial microneurosurgery training", Neurosurgery, C. 71, S.1, Eylül 2012, ss. 32-42. Erişim tarihi – 24 Mart 2023

Demir, Kadir Alparslan, Halil Cicibaş : "Industry 5.0 and a Crıtıque Of Industry 4.0", 4th International Management Information Systems Conference "Industry 4.0", Ekim 2017, ss. 1-17. Erişim tarihi – 10 Ocak 2023

Demirdağ, Kübra Şimşek, Nihan Yıldırım : "Industry 4.0: Literature Review And Thematic Analysis", Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Zirvesi 2018–ETMS2018, 2018. Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Die Bundesregierung : "Die Neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland", 2014, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf, erişim tarihi - 17 Şubat 2023

Dignan, Larry : "Top Cloud Providers in 2020: AWS, Microsoft Azure, and Google Cloud, hybrid, SaaS players", https://www.zdnet.com/article/the-top-cloud-providers-of2020-aws- microsoft-azure-google-cloud-hybrid-saas/, Erişim tarihi – 5 Mayıs 2023

Dijital Dönüşüm Ofisi : "AçıkVeri Projesi", 2020c, https://cbddo.gov.tr/projeler/acik-veri/, Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Dijital Dönüşüm Ofisi : "Hakkımızda", 2020a, https://cbddo.gov.tr/hizmet-birimlerimiz/, Erişim tarihi – 24 Mart 2023

Dijital Dönüşüm Ofisi : "Siber Kümelenme Projesi", 2020d, https://cbddo.gov.tr/projeler/siber- kumelenme/, Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

Dijital Dönüşüm Ofisi : "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ve Yapay Zekâ Enstitüsü Çalıştayları Düzenlendi", 2020b, https://cbddo.gov.tr/haberler/4688/ulusal-yapay-zekastratejisi-ve-yapay- zeka- enstitusu-calistaylari-duzenlendi, Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

Dijital Dönüşüm Ofisi: "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025", https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TRUlusalYZekaStratejisi2021-2025.pdf, Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

Dingel, Jonathan I, Brent Neiman : "How many jobs can be done at home?", Journal of Public Economics, C. 189, Eylül 2020, ss. 1-8. Erişim tarihi – 23 Mart 2023

DLR : "Forschungs- und Demonstrationsplattform H2ORIZON", https://www.dlr.de/ra/desktopdefault.aspx/tabid13851/6570_read-58426/, Erişim tarihi – 15 Aralık 2023

Doğan, K. ve Arslantekin, S. (2016). Büyük veri: Önemi, yapısı ve günümüzdeki durum. DTCF Dergisi, 56(1), 15-36. Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Doktar : “Dijital Tarım”, 2020a https://www.doktar.com/tr/dijital-tarim, Erişim tarihi – 24 Şubat 2023

Doktar : “Sayılarla Doktar”, 2020b, https://www.doktar.com/tr/sayilarla-doktar, , Erişim tarihi – 24 Şubat 2023

Dumbrowski, Uwe, Tobias Wagner : “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution”, Prodecia CIRP, C. 17, Şubat 2014, ss. 100-105. Erişim tarihi – 10 Şubat 2023

Duran, A. (2018). Dünyada Endüstri 4.0’a öncülük eden 3 ülke: Almanya, ABD ve Japonya. Web: https://magg4.com/dunyada-endustri-4-0a-onculuk-eden-3-ulkealmanya-abd-ve-japonya/ Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Efe, Ahmet, Abdullah Işık : “A General View of Industry 4.0 Revolution from Cybersecurity Perspective”, International Journal of Intelligents Systems and Applications in Engineering, C. 8, S.1, Mart 2020, ss. 11-20. Erişim tarihi – 10 Şubat 2023

Eğilmez, Mahfi : “Endüstri 4.0”, https://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html, Erişim tarihi - 3 Mart 2023.

Eriş, Engin Deniz, v.d. : “Mavi-Beyaz Yaka Dönemi Bitti mi? İş Yaşamında Alternatif Yaka Renkleri Üzerine Bir Değerlendirme”, 234 Journal of Yaşar University, C. 15, S. 58, Nisan 2020, ss. 259- 269. Erişim tarihi – 1 Mayıs 2023

Eroğlu, N. (2007). Atatürk Dönemi İktisat Politikaları (1923-1938). Marmara Ünversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 23(2), 63-73. Erişim tarihi – 3 Ocak 2023

Ertürk, Abbas : “2023 Eğitim Vizyonu: Sorunlara Çare Mi?”, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, S. 48, Ağustos 2019, ss. 321-345. Erişim tarihi – 12 Ocak 2023

Esengün, Mustafa, Gökhan İnce : “The Role of Augmented Reality in the Age of Industry 4.0” Industry 4.0: Managing the Digital Transformation, Ed. by. Alp Ustundag and Emre Cevikcan, Switzerland, Springer International Publisher, 2018, ss. 201-215. Erişim tarihi – 6 Şubat 2023

Eurofound. (2019). France: Employers obligation to provide skill development plans or training. https://www.eurofound.europa.eu/observatories/emcc/erm/legislation/france-employersobligation-to-provide-skill-development-plans-or-training Erişim tarihi - 25 Ocak 2023

Fatorachian Hajar, Hadi Kazemi : “A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework”, Production Planning & Control, C. 29, S. 8, Ocak 2018, ss. 633-644. Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

Fırat, Seniye Ümit, Oktay Zihni Fırat : "Sanayi 4.0 Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye", Toprak İşveren Dergisi, S. 114, 2017, ss. 10-23. Erişim tarihi – 23 Ocak 2023

Frey, Carl Benedikt, Michael A. Osborne : "THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?", https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf, Erişim tarihi – 20 Mart 2023

Froggatt, Carla : "What is the Forth Industrial Revolution, How Will Affect My Career?", http://blogs.nottingham.ac.uk/careers/2018/02/02/fourthindustrial-revolution/, Erişim tarihi – 21 Şubat 2023

G7. (2019): G7 Responses to Tackle the Digital Skills Gap. 2. Erişim tarihi – 16 Nisan 2023

Geisberger, Eva, Manfred Broy: Living in a networked world: Integrated research agenda Cyber-Physical Systems (agendaCPS), Munich, Herbert Utz Verlag, 2014. Erişim tarihi – 20 Ocak 2023

Geissbauer, Reinhard, v.d. : "Industry 4.0: Building The Digital Enterprise", 2016, https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digitalenterprise-april-2016.pdf, Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Gentner, Stephan : "Industry 4.0: Reality, Future or just Science Fiction? How to Convince Today's Management to Invest in Tomorrow's Future! Successfull Strategies for Industry 4.0 and Manufacturing IT", Chimia International Journal of Chemistry, C.70, S.9, Eylül 2016, ss. 628-633. Erişim tarihi – 7 Nisan 2023

Ghosh, Abhirup: Cloud Computing, https://www.cse.iitb.ac.in/~abhirup09/Docs/cloud_computing_final_report.pdf, Erişim tarihi - 10 Ocak 2023

Giattioni, Charlie, v.d. : "Working Hours", https://ourworldindata.org/working-hours, Erişim tarihi 12 Şubat 2023

Global Expandia, (2018). Making Indonesia 4.0: Indonesia roadmap to industrial revolution. Web: http://www.globalexpandia.com/2018/04/making-indonesia-4-0- indonesia-roadmap-industrial-revolution/ Erişim tarihi 17 Şubat 2023

Gottfried, Heidi : "Comromising Positions: Emergent Neo-Fordisms and Embedded Gender Contracts", The British Journal of Sociology, C.51, S.2, 2000, ss. 235-259. Erişim tarihi – 7 Nisan 2023

Görçün, Ömer Faruk: : Endüstri 4.0, İstanbul, Beta Yayınları, 2017. Erişim tarihi – 12 Mayıs 2023

Graetz, Georg, Guy Michaels : "Robots at Work", http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1335.pdf, Erişim tarihi - 24 Mart 2023

Grinaker, Siw : "AI – what artificial intelligence is and is not", https://enonic.com/blog/ai- what- artificial-intelligence-is, Erişim tarihi – 16 Şubat 2023

Guisto, Daniel, v.d. : The Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications, New York, Springer, 2010. Erişim tarihi – 15 Nisan 2023

Gürcan, F. (2015). Türkiye'de ve Dünyada Sayısal Bölünme, Uzmanlık Tezi, Kalkınma Bakanlığı Bilgi Toplumu Daire Başkanlığı, Ankara, 1-2, 17-18. Erişim tarihi – 20 Ocak 2023

Hagele, Martin, v.d. : Industrial Robotics, Berlin, Springer, 2008. Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

Hancıoğlu, Y. (2017). Küresel inovasyon endeksi göstergeleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(20), 352-365. Erişim tarihi – 2 Ocak 2023

HAVELSAN : "Yeni Nesil Haberleşme", https://www.havelsan.com.tr/inovasyon/yeniteknolojiler/inovasyon-ar-ge/yeni-nesil- haberlesme/yeninesil-haberlesme, Erişim tarihi – 11 Ocak 2023

Hawksworth, John, v.d. : "Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation", https://www.pwc.com.tr/tr/gundemdekikonular/ekonomi/otomasyon-mevcut-isleri- nasilsekillendirecek.pdf, Erişim tarihi - 15 Şubat 2023

Hermann, Mario, v.d. : "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios", 2016 49th Hawai International Conference on System Sciences, C.1530-1605, S.16, Ocak 2016, ss. 3928-3937. Erişim tarihi – 5 Ocak 2023

Herrmann, Christoph, v.d. : "Sustainability in Manufacturing and Factories of the Future", International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, C.1, N.4, Ekim 2014, ss. 283-292. Erişim tarihi – 2 Ocak 2023

Holden, Roger N. : "The Origins of the Power Loom Revisited", The International Journal for the History of the Engineering and Technology, C.84, S.2, Temmuz 2014, ss. 135-159. Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Hopkins, Eric : "Working Hours and Conditions during the Industrial Revolution: A Re-Appraisal", The Economic History Review, C.35, S.1, Şubat 1982, ss. 52-66. Erişim tarihi – 7 Nisan 2023

Horizon 2020 : : "İnsan-Robot İşbirliği", 2020b, https://h2020.org.tr/tr/basari-hikâyesi/1064, Erişim tarihi – 22 Nisan 2023

HTK : "Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi", http://www.htk.org.tr/haberlesme-teknolojileri- kumelenmesiicerik-77, Erişim tarihi – 12 Mayıs 2023

Huang, Samuel H., v.d. : "Additive manufacturing and its societal impact: a literature review", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, C. 67, Ekim 2002, ss. 1191- 1203. Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Hudedmani, Mallikarjun, v.d. : "Programmable Logic Controller (PLC) Automation", Advanced Journal of Graduate Research, C.2, S.1, Temmuz 2017, ss. 37-45. Erişim tarihi – 4 Şubat 2023

Huth, Alexa, James Cebula : "The Basics of Cloud Computing", https://uscert.cisa.gov/sites/default/files/publications/CloudComputing HuthCebula.pdf, Erişim tarihi - 3 Mayıs 2023

Huws, Ursula : "IS1202 - Dynamics of Virtual Work", https://eservices.cost.eu/files/domain_files/ISCH/Action_IS1202/mo u/IS1202-e.pdf, Erişim tarihi – 11 ocak 2023

IFR : "Robot Race: The World´s Top 10 automated countries", 2021, https://ifr.org/ifr-pressreleases/news/robot-race-the-worlds-top-10-automatedcountries, Erişim tarihi – 13 Mart 2023

IFR: Executive Summary World Robotics 2020 Industrial Robots, 2020, https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_ 2020_Industrial_Robots_1.pdf, Erişim tarihi 14 Şubat 2023

ISO : "ISO 8373:2012 (en) Robots and robotic devices – Vocabulary", https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en, Erişim tarihi – 8 Mart 2023

İngiltere Eğitim Departmanı. (2019). T-Level Action Plan. İngiltere Eğitim Depatmanı. Erişim tarihi – 2 Şubat 2023

İŞKUR. (2023). Tarihçe https://www.iskur.gov.tr/kurumsalbilgi/tarihce Erişim tarihi, 20 Mayıs 2023

Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı. (2016). Future of Work 2035: For Everyone to Shine., (s. 25-28). Erişim tarihi – 16 Nisan 2023

Kagermann, Henning, v.d : Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0 Final Report of Industrie 4.0 Working Group, 2018, https://en.acatech.de/wpcontent/uploads/sites/6/2018/03/Final_report__Industrie_4.0 _accessible.pdf, Erişim tarihi 30 Ocak 2023

Kagermann, Henning, v.d. : Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners, Munich, Herbert Utz Verlag, 2016. Erişim tarihi: 30 Ocak 2023

Kahraman, Hakan : "Endüstri 4.0 ile Katmanlı Üretim", https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-katmanliuretim/, Erişim tarihi - 23 Şubat 2023.

Kandemir, Begüm: Değişen İşgücü Piyasası ve İşin Geleceği: Türkiye İş Kurumu için Öneriler, Uzmanlık Tezi, 2020, Erişim tarihi – 20 Aralık 2022

Kalkınma Bakanlığı: ON BİRİNCİ KALKINMA PLANI (2019-2023): SANAYİDE DİJİTALLEŞME ÇALIŞMA GRUBU RAPORU, https://sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/SanayideDijitallesmeCalismaGrubu Raporu.pdf, erişim tarihi – 24 Aralık 2023

Kanada Yüksek Öğrenim Bakanlığı. (tarih yok). Adult Upgrading Grant: Frequently Asked Questions 2015-2016. Erişim tarihi – 12 Ocak 2023

Karaata, E. S. (2012). İnovasyon ölçümünde yeni arayışlar. TÜSİAD-Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu Raporu. Web: https://ref.sabanciuniv.edu/sites/ref.sabanciuniv.edu/files/skaraata_rapor_0.pdf Erişim tarihi - 15 Nisan 2023

Karagöl, E. T. ve Karahan, H. (2014). Yeni ekonomi Ar-Ge ve inovasyon. SETA Analiz Dergisi, 82, 1-31. Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

Kazgan, G. (2013). Tanzimat'tan 21. Yüzyılda Türkiye Ekonomisi (5. b.). İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları. Erişim tarihi – 15 Mayıs 2023

Khan, Maqbool, v.d. : "Big Data Challenges anad Opportunities in the Hype of Industry 4.0", https://ieeexplore.ieee.org/document/7996801, Erişim tarihi - 16 Nisan 2023

Kılavuz, Emine, İlhan Erdem : "Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü", Social Sciences, C. 14, S. 4, 2019, ss. 133-157. Erişim tarihi – 10 Mart 2023

Ki Strategie Deutschland : "Artificial Intelligence Strategy", https://www.ki-strategiedeutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale_KI-Strategie_engl.pdf, Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Kocamış, T. ve Güngör A. (2014). Türkiye'de ar-ge harcamaları ve teknoloji sektöründe ar-ge giderlerinin kârlılık üzerine etkisi: Borsa istanbul uygulaması. Maliye Dergisi, 166, 127-138. Erişim tarihi- 24 Nisan 2023

Koç Bayi : "Zorlu Bir Yılın Ardından Daha İyi Bir Gelecek İçin!", https://www.kocbayi.com.tr/getmedia/d2835630-b998-47e2-8688-483c6f1a37e9/bh- 490_1.pdf.aspx?ext=.pdf, Erişim tarihi – 22 Nisan 2023

Koç, Tayfun Çağlar, Suat Teker : "Industrial Revolutions and Its Effects on Quality on Life", PressAcademia Procedia, C.56, S.9, Mayıs 2019, ss. 304- 311. Erişim tarihi – 10 Mayıs 2023

Konrath, Sara H., v.d. : "Changes in Dispositional Empath in American College Students Over Time: A Meta-Analysis", Personality and Social Psychology Review, C. 15, S. 2, Mayıs Ağustos 2010, ss. 180-198. Erişim tarihi – 17 Ocak 2023

KOSGEB : "Destekler", https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekler/3/destekler, Erişim tarihi – 27 Ocak 2023

Kovar, Jiri, v.d. : "Virtual reality in context of Industry 4.0 proposed projects Brno University of Technology", 17th International Conference on Mechatronics – Mechatronika (ME), Erişim tarihi – 24 Nisan 2023

Kulpa, Jason : "Why Is Customer Relationship Management So Important?", https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2017/10/24/why-is-customer- relationship-management-soimportant/?sh=7d8149e97dac, Erişim tarihi – 1 Mart 2023

Kuzmenko, Olha, Victoria Roienko : "Nowcasting income inequality in the context of the Fourth Industsrial Revolution", Socieconomic Challenges, C. 1, S. 1, 2017, ss. 5-12). Erişim tarihi – 22 Nisan 2023

La Trobe University : "How can we protect ourselves from cyber attacks?", https://www.latrobe.edu.au/nest/can-protectcyber-attacks/, Erişim tarihi -16 Nisan 2023

Lasi, Heiner, v.d. : "Industrie 4.0", Business and Informatin Systems Engineering, C.56, S.4, Ağustos 2014, ss. 261-264. Erişim tarihi -24 Ocak 2023

Lee, Edward A. : Cyber Physical Systems: Design Challenges, https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS2008-8.html, Erişim tarihi – 10 Şubat 2023

Leuze Electronic Türkiye : "Türkiye'de Bir İlk, Akıllı Üretim Hattı! İnsansız Karanlık Fabrika Görücüye Çıktı", http://www.leuzetrblog.com/turkiyede-bir-ilk-insansizkaranlik-fabrika-gorucuye-cikti/ , Erişim tarihi – 2 Mayıs 2023

Li, Shadow : "HK has longest working week of 71 cities", https://www.chinadailyasia.com/hknews/2016- 05/25/content_15439024.html , Erişim tarihi 14 Mart 2023

Liagkou, Vasiliki, v.d. : "Realizing Virtual Reality Learning Environment for Industry 4.0", Procedia CIRP, C.79, Şubat 2019, ss. 712-717. Erişim tarihi - 5 Nisan 2023

Lindert, Peter H., Jeffrey G. Williamson : "English Workers' Living Standards during the Industrial Revolution: A New Look", The Economic History Review, C.36, S.1, Şubat 1983, ss. 1-25. Erişim tarihi -10 Nisan 2023

Lüksemburg Kamu istihdam Kurumu. (2019). Dijital Lüksemburg, https://digital-luxembourg.public.lu/initiatives/fit4coding. Erişim tarihi - 05 Nisan 2023

MacDougall, William : "INDUSTRIE 4.0: SMART MANUFACTURING FOR THE FUTURE", https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/documents-folder/policies/germanyindustrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-futuregtai/at_download/file, Erişim tarihi – 2 Ocak 2023

Mackay, Wendy E. : "Augmented Reality: Linking a real and virtual worlds A new paradigm for interacting with computers", https://www.lri.fr/~mackay/pdffiles/AVI98.AugmentedRealit y.pdf, Erişim tarihi - 4 Mart 2023

Maddison, Angus : Monitoring the World Economy, Paris, OECD Development Centre, 1995. Erişim tarihi -6 Mart 2023

Manyika, James, v.d. : "Harnessing Automation for a Future that Works", 2017a, https://www.mckinsey.com/featuredinsights/digital-disruption/harnessing-automation-for-afuture-that-works#, Erişim tarihi – 2 Ocak 2023

Manyika, James, v.d. : "Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages", 2017b, https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of- 248 work/jobs- lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-willmean-for-jobs-skills-and-wages#, Erişim tarihi – 10 Ocak 2023

Manyika, James, v.d. : : "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity", 2011 https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinseydigital/our- insights/big- data-the-next-frontier-forinnovation#, Erişim tarihi – 4 Mart 2023

Maple, Carsten : "Security and privacy in the internet ot things", Journal of Cyber Policy, C. 2, S. 2, Ağustos 2017, ss. 155-184. Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Markoff, J. (1999). An internet pioneer ponders the next revolution. Web: https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/library/tech/99/12/biztech/articles/12 2099outlook-bobb.html Erişim tarihi – 27 Ocak 2023

McGuinness, Seamus, v.d. : "Skills-Displacing Technological Change and Its Impact on Jobs: Challenging Technological Alarmism?", http://ftp.iza.org/dp12541.pdf, Erişim tarihi – 4 Mart 2023

McKinsey Global Institute : "Where machines could replace humans — and where they can't (yet)", 2017b, https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHu mans, Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

McKinsey Global Institute : "How will automation affect economies around the world?", 2017a, https://www.mckinsey.com/featuredinsights/future-of-work/how-will- automation- affecteconomies-around-the-world, Erişim tarihi – 21 Nisan 2023

MEB : “2023 Eğitim Vizyonu”, https://2023vizyonu.meb.gov.tr/, Erişim tarihi -11 Mart 2023

MEVLÜTOĞLU, M. A. (2016). “Robotik Teknolojileri Sektör Raporu Robotik, Otomasyon ve Yapay Zekâ: Genel Bakış ve Değerlendirmeler”. Erişim tarihi – 4 Mayıs 2023

MEXT : “MESS Teknoloji Merkezi”, https://www.mext.org.tr/#teknoloji-merkezi, Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

Mokyr, Joel : “The Second Industrial Revolution, 1870-1914”, Storia dell’economia Mondiale, Ed. by. Valerio Castronovo, Rome, Laterza, 1999. Erişim Tarihi – 11 Mart 2023

Moraes, Eduardo C., Herman A. Lepikson : “Industry 4.0 ant its impacts on society”, http://ieomsociety.org/bogota2017/papers/116.pdf, Erişim tarihi – 6 mayıs 2023

Moueddene, Karim, v.d. : “Expected skills needs for the future of work: Understanding the expectations of the European workforce”, https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/2 2923_expected-skills-needs- for-the-future-ofwork/DI_Expected-skills-needs-for-the-future-of-work.pdf, Erişim tarihi – 14 Nisan 2023

Nagy, Judit, v.d. : “The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain – The Case of Hungary”, MDPI, C.10, S. 3491, Eylül 2018, ss. 1- 25. Erişim Tarihi – 22 Ocak 2023

Neugebauer, Reimund, v.d. : “Industrie 4.0 – From the Perspective of Applied Research”, Procedia CIRP, C. 57, 2016, ss. 2-7 Erişim tarihi – 21 Mart 2023

Nilsson, Nils J., v.d. : “Introductıon To Machıne Learnıng: An Early Draft Of A Proposed Textbook”, https://ai.stanford.edu/~nilsson/MLBOOK.pdf, Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Nübler, Irmgard : “New Technologies, Innovation, and the Future of Jobs”, Confronting Dystopia: The New Technological Revolution and the Future of Work, Ed. by., Eva Paus, London, ILR Press, 2018. Erişim Tarihi – 22 Nisan 2023

O'Donnell, C. (2019). Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/charting-course-successamericas-strategy-stem-education Erişim tarihi - 27 Ocak 2023

OECD : “Inequality”, 2020a, http://www.oecd.org/social/inequality.htm, Erişim tarihi – 3 Nisan 2023

OECD. (2014). Employment and Skills Strategies in Canada, OECD Reviews on Local Job Creation. Paris: OECD. doi:http://dx.doi.org/10.1787/9789264209374-en Erişim tarihi – 14 Şubat 2023

Oesterreich, Thuy Duong, Frank Teuteberg : "Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0", Computers in Industry, C. 83, S. C, Aralık 2016, ss. 121-139. Erişim tarihi – 3 Mayıs 2023

Okay, H. (2017). 2017 yılı küresel inovasyon endeksinde neredeyiz? Web: https://www.dunya.com/kose-yazisi/2017-yili-kuresel-inovasyon-endeksindeneredeyiz/368034 Erişim tarihi – 27 Ocak 2023

Ötleş, Semih, V. Hazal Özyurt : "ENDÜSTRİ 4.0: Büyüme ve verimlilik için dijitalleşme",https://egeplm.ege.edu.tr/files/egeplm/icerik/PlastikAmbalaj2016Endustri4_0.pdf, Erişim tarihi - 3 Nisan 2023

Özlü, Faruk : "Dördüncü Sanayi Devrimi Kamu Perspektifi", http://dosya.toprakisveren.org.tr/makale/2017-114-farukozlu.docx, Erişim tarihi – 4 Mayıs 2023

Özsoy, Ceyda Eren : "Endüstri 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Potansiyel Etkisi", Journal of Current Researches on Business and Economics, C. 8, S. 2, 2018, ss. 249-270. Erişim tarihi – 4 Mayıs 2023

Öztürk, Y. ve Uşaklı, A. (2013, 5-8 Aralık). Global inovasyon endeksi: Akdeniz çanağındaki destinasyonlara yönelik karşılaştırmalı bir analiz. Erişim tarihi – 22 Mart 2023

Palmerini, Erica, v.d. : "Guidelines on Regulating Robotics", http://www.robolaw.eu/RoboLaw_files/documents/robolaw_d6.2_guidelinesregulatingrobotics_20140922.pdf, Erişim tarihi - 14 Şubat 2023

Parlak, Zeki, Süleyman Özdemir : "Esneklik Kavramı ve Emek Piyasalarında Esneklik", Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, S.60, Ocak 2011, ss. 1-60. Erişim tarihi – 16 Nisan 2023

Pearson, Ruth, Swasti Mitter : "Computerization, Work, and Less-Developed Countries", Computers, Ethics, and Society, Ed. by., M. David Erman, Mary B. Williams, Michelle S. Shauf, New York, Oxford University Press, 1997. Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

Piccarozzi, Michela, v.d. : "Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review", Sustainability, C. 10, S. 10, Ekim 2018, ss. 1-24. Erişim tarihi – 12 Mart 2023

Plattform Industrie 4.0 : "The background to Plattform Industrie 4.0", 2020, https://www.plattformi40.de/PI40/Navigation/EN/ThePlatform/Background/backgr ound.html, Erişim tarihi - 11 Mayıs 2023

Plattform Industrie 4.0: 2019 Progress Report: Autonomy-InteroperabilitySustainability, Berlin, BMWi, 2019. Erişim tarihi - 21 Mayıs 2023

Pouliakas, Konstantinos : "Automation risk in the EU labour market: A skill-needs approach",https://www.cedefop.europa.eu/files/automation_risk_in_the _eu_labour_market.pdf, Erişim tarihi - 8 Şubat 2023.

Pütz, G. (2020): Reskilling/Upskilling with ADEM. Digital Coalition.https://www.digitalcoalition.lu/wpcontent/uploads/2020/03/Guy_Pu %CC%88tz_Presentatio n.pdf Erişim tarihi - 27 Şubat 2023

Qiqing, Lin, Raymond Zhong : "'996' Is China's Version of Hustle Culture. Tech Workers Are Sick of It.", https://www.nytimes.com/2019/04/29/technology/china-996- jack-ma.html, Erişim tarihi - 25 Ocak 2023.

Quintero, Dino, v.d. : IBM Software Defined Infrastructure for Big Data Analytics Workloads, New York, Redbooks, 2015. Erişim tarihi - 4 Nisan 2023

Resmî Gazete : "Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi",https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/10/20191024-1.pdf, Erişim Tarihi – 22 Mart 2023

Rf Wireless World : "Advantages of IoT – Disadvantages of IoT – Internet of Things", https://www.rfwirelessworld.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-ofIoT-Internet-Of-Things.html, Erişim tarihi – 14 Şubat 2023

RIA : "Robotics", https://www.inc.com/encyclopedia/robotics.html, Erişim tarihi – 12 Mart 2023.

Robins, Mark : "The Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning", https://www.intel.com/content/www/us/en/artificialintelligence/posts/differenc e- between-ai-machine-learningdeep-learning.html, Erişim tarihi – 23 Şubat 2023

Sachsenmeier, Peter : "Industry 5.0—The Relevance and Implications of Bionics and Synthetic Biology", Engineering, C. 2, S. 2, Ağustos 2016, ss. 225-229. Erişim tarihi – 1 Mart 2023

Saklı, Ali Rıza : "Fordizm'den Esnek Üretim Rejimine Dönüşümün Kamu Yönetimi Üzerindeki Etkileri", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, C.12, S.44, Eylül 2013, ss. 107-131. Erişim tarihi – 24 Mart 2023

Satı, Zümrüt Ecevit, Berrin Oktay Yılmaz : "Endüstri 4.0 Ortamında Değişen İş ve Mesleklerin Türkiye'de Kadın İstihdamına Etkileri", Strategic Public Management Journal, C. 6, S. 11, Mayıs 2020, ss. 54-76. Erişim tarihi – 30 Mart 2023

Saygılı, Ş. (2003). Bilgi ekonomisine geçiş sürecinde Türkiye ekonomisinin Dünyadaki konumu.Web:http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wpcontent/uploads/2014/04/Dr.Seref_Saygili_Bilgi_Ekonom isine_Gecis.pdf Erişim tarihi – 22 Nisan 2023

Sercan, Mustafa Remzi: Türkiye'nin Endüstri 4.0 Potansiyeli ve Seçilmiş Ülkelerle Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi 2019, Erişim Tarihi – 5 Şubat 2023

Schraft, Rolf Dieter, v.d. : "Man-robot cooperation in a flexible assembly cell", Assembly Automation, C. 22, S. 2, 2002, ss. 138-139. Erişim tarihi – 14 Mart 2023

Schuldenfrei, Michael : "Horizontal and Vertical Integration in Industry 4.0", https://www.mbtmag.com/businessintelligence/article/13251083/horizontal-and- verticalintegration-in-industry-40, Erişim tarihi – 14 Mayıs 2023

Schuster, Katharina, v.d. : "Preparing for Industry 4.0 – Testing Collaborative Virtual Learning Environments with Students and Professional Trainers", International Journal of Advanced Corporate Learning, C.8, S.4, 2015, ss. 14-20. Erişim tarihi – 20 Nisan 2023

Schwab, Klaus: Dördüncü Sanayi Devrimi, Çev. Zülfü Dicleli, İstanbul, Optimist Yayınları, 2016. Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Sevgi, Ayhan : "Dijital olgunluk seviyeniz ne durumda?", https://www.bthaber.com/dijital- olgunluk-seviyeniz-nedurumda/, Erişim tarihi – 26 Mart 2023

Shead, Sam : "Industry 4.0: The Next Industrial Revolution", The Engineer, C.7, 2013. Erişim tarihi – 10 Şubat 2023

Shorrocks, Anthony, v.d. : Research Institute: Global wealth report 2019, https://www.creditsuisse.com/media/assets/corporate/docs/aboutus/research/publications/global-wealth-report-2019-en.pdf, Erişim tarihi – 4 mart 2023

Singh, Alok, v.d. : Future of Work: Turkey's Talent Transformation in the Digital Era, https://www.mckinsey.com/tr/~/media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/turkey/our%20insights/future%20of%20work%20turkey/future-of-work-mckinseyturkey-full-report.pdf, Erişim tarihi 4 Nisan 2023.

SmartFactoryKL : "The Industrie 4.0 Plant", https://smartfactory.de/en/industrie-4-0-plant/, Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Stefan : "54 Freelance Statistics, Trends, and Insights", https://ddiy.co/freelance- 261 statistics/#:~:text=With%20a%20total%20global%20workforce,for%20other%20types%20of%20work, Erişim tarihi – 4 Mart 2023

Suthar, Sawaram : "How to Use Big Data to Reduce Enterprise Costs", https://blogs.sap.com/2018/02/23/how-to-usebig-data-to-reduce-enterprise-costs/, Erişim tarihi – 20 Nisan 2023

Sümer, Beyza : "Impact of Industry 4.0 on Occupations and Employment in Turkey", European Scientific Journal, C. 14, S. 10, Nisan 2018, ss. 1-17. Erişim tarihi – 20 Mart 2023

Switzerland Global Enterprise : "Market Study Rising Digitalization, Industry 4.0, Smart Cities And The Opportunities On The Life Sciences Market In Turkey",https://www.sge.com/sites/default/files/article/downloads/market_study_rising_digitalization_industry_4_smart_cities_2017.pdf, Erişim tarihi – 3 Nisan 2023

Szostak, Zofia Grodek, v.d. : "The Impact of Industry 4.0 on the Labor Market", International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS), Ekim 2020, ss. 1-5. Erişim tarihi – 20 Mart 2023

Şahin, Levent : "Eğitimin Bugününü Tartışırken Geleceğini Öngörmek: Eğitim 4.0", Pandemi Ekseninde Küresel Değişim ve Yeni Ekonomik Düzen, ed. by., Bekir Pakdemirli, Zülfikar Bayraktar, Ahmet Nafiz Ünalmış, Sefa Takmaz, Ankara, Akçay Yayınevi, 2020b. Erişim tarihi -4 Nisan 2023

Şahin, Levent : "Endüstri 4.0 Hangi Enstrümanlarla Gerçekleşecek?", 2020a, https://www.profdrleventsahin.com/endustri-4-0-hangienstrumanlarla-gerceklesecek.html, Erişim tarihi – 5 Mayıs 2023

Şahin, Levent : "Geçtiğimiz 20 yılda Türkiye işgücü piyasasında gençler", 2021, https://www.star.com.tr/acik- 262 gorus/gectigimiz-20-yilda-turkiye-isgucu-piyasasindagencler-haber-1602373/, Erişim tarihi - 18 Ocak 2023.

Şahin, Levent, v.d. : "Teknolojik Gelişmelerin İşin Yapısı ve İşgücünün Nitelikleri Üzerine Etkileri: Hastane Çalışanlarının Algılarına Yönelik Bir Araştırma", İş ve Hayat Dergisi, S. 1, Şubat 2015, ss. 97-131. Erişim tarihi – 4 Mayıs 2023

Şanlısoy, S. (2015). Türk Cumhuriyetleri'nin bilgi ekonomisi analizi. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2(2), 101-122. Erişim tarihi – 22 Ocak 2023

Şeker, Sadi Evren : "Tam Süreli Eşdeğer", YBS Ansiklopedi, C. 1, S. 3, Kasım 2014, ss. 30-30. Erişim tarihi -10 Nisan 2023

Tao, Fei, v.d. : "Internet of Things in product life-cycle energy management", Journal of Industrial Information Integration, C. 1, Mart 2016, ss. 26-39. Erişim tarihi – 4 Mayıs 2023

Teke, Mustafa, v.d. : "Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi ve Analizi", 6. Uzaktan Algılama ve Cbs Sempozyumu, Adana, 2016. Erişim tarihi – 22 Mart 2023

Tekedere, H. ve Alkan, M. (2011, 30 Kasım-2 Aralık). Eğitimde teknoloji altyapısı: Türkiye-AB karşılaştırması. Erişim tarihi – 22 Mart 2023

Thames, Lane, Dirk Schaefer : "Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0", Procedia CIRP, C. 52, Temmuz 2016, ss. 12-17. Erişim tarihi 4 Nisan 2023

TRAI : "Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi", https://turkiye.ai/, Erişim tarihi 4 Mart 2023

Trenddesk, (2011). MISTanbul. Web: http://trenddesk.com/wpcontent/uploads/2013/06/MASADAKILER-2011-07.pdf Erişim tarihi – 6 Mayıs 2023

TÜBİTAK : "YENİ SANAYİ DEVRİMİ AKILLI ÜRETİM SİSTEMLERİ TEKNOLOJİ YOL HARİTASI", https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf, Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

TÜİK : "Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri, 2019", 2020d, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kucuk-ve-OrtaBuyuklukteki-Girisim-Istatistikleri- 2019-37548, Erişim tarihi – 22 Mart 2023

Türk Metal Sendikası Araştırma Eğitim Merkezi (TAEM), (2017). Küresel beşeri sermaye endeksi. Web: http://www.turkmetal.org.tr/yayinlarimiz/arastirma-veegitim-merkezi/203990, Erişim Tarihi: 10 Nisan 2023

Türkiye Siber Güvenlik Kümelenmesi : "Siber Güvenlik Kümelenmesi Hakkında", https://www.siberkume.org.tr/About, Erişim tarihi 5 Mayıs 2023

Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu : "Arçelik Üretim Teknolojileri Direktörü Mustafa Esenlik ile Endüstri 4.0 Röportajı", 2016, https://www.endustri40.com/arcelik-uretim-teknolojileridirektoru-mustafa-esenlik-ile-endustri-4-0-roportaji/, Erişim tarihi – 21 Ocak 2023

Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu : "Dijital Türkiye Yol Haritası Yayınlandı", 2018a, https://www.endustri40.com/dijital-turkiye-yolharitasi-yayinlandi/, Erişim tarihi 14 Mayıs 2023

Türkiye'nin endüstri 4.0 Platformu : "Endüstri 4.0 Tarım Sektörünü Nasıl Etkileyecek?", 2018b, https://www.endustri40.com/endustri-4-0-tarimsektorunu-nasil-etkileyecek/, Erişim tarihi 22 Mart 2023

TÜSİAD: Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, İstanbul, Sis Matbaacılık, 2016. Erişim tarihi -30 Ocak 2023

Tzafestas, Spyros G. : "The Internet of Things: A Conceptual Guided Tour", European Journal of Advances in Engineering and Technology, C. 5, S. 10, 2018, ss. 745-767. Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

UK, G. (2020). Guidence: Introduction of T-Levels. Erişim tarihi: 24 Temmuz 2020, https://www.gov.uk/government/publications/introduction-of-t-levels/introduction-of-tlevels Erişim tarihi 6 Mayıs 2023

Umento : "Smart Retail", https://umento.sg/smart-retail/, Erişim tarihi – 8 Nisan 2023

Usta, Ahmet, Serkan Doğantekin : "BLOCKCHAIN 101", https://bctr.org/dokumanlar/Blockchain101v2r2.pdf, Erişim tarihi – 5 Nisan 2023

Uyanık, Yücel : "NEOLİBERAL KÜRESELLEŞME SÜRECİNDE İŞGÜCÜ PİYASALARI", Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 10, S. 2, 2008, ss. 209- 224. Erişim tarihi – 10 Mayıs 2023

Ünal, T. ve Seçilmiş, N. (2013). Ar-Ge göstergeleri açısından Türkiye ve gelişmiş ülkelerle kıyaslaması. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 1(1), 12-25. Erişim tarihi – 19 Nisan 2023

Van der Vorst, Jack : "Supply Chain Management: theory and practices", Bridging Theory and Practice, Ed. by. Th. Camps, P.J.M. Dr Diederen, G.J. Dr Ir Hofstede, B. Vos, 's Gravenhage, Reed Business, 2004. Erişim Tarihi – 22 Nisan 2023

Voth, HansSoachim : "Living Standarts During the Industrial Revolution: An Economist's Guide", AEA Papers and Proceedings, C.93, S.2, Mayıs 2003, ss. 221-226. Erişim tarihi – 10 Nisan 2023

Wang, Shiyong, v.d. : "Towards Small Factory for Industry 4.0: A Self-organized multi-agent system with big Big Data Based Feedback and Coordination", Computer Networks, C. 101, Ocak 2016, ss. 158-168. Erişim tarihi 4 Mayıs 2023

Washington Üniversitesi : "The History of Artificial Intelligence", https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/proj ects/history-ai.pdf, Erişim tarihi - 5 Mayıs 2023

Webster, Juliet, Keith Randle : "Positioning Virtual Workers Within Space, Time, and Social Dynamics", Virtual Workers and the Global Labour Market, Ed. by., Juliet Webster ve Keith Randle, London, Springer Nature, 2016. Erişim tarihi - 7 Nisan 2023

WEF: Readiness for the Future of Production Report 2018, 2018, http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_201 8.pdf, Erişim tarihi - 22 Ocak 2023

WEF: The Future of Jobs Report 2020, 2020, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf, Erişim tarihi – 23 Ocak 2023

WEF: The Future of Jobs Report 2023, https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report- 2023/ Erişim tarihi – 6 Haziran 2023

Whitehouse, Mark, Mira Rojanasakul : "Find Out If Your Job Will Be Automated", https://www.bloomberg.com/graphics/2017-job-risk/, Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Williams, Karel, v.d. : "Ford versus 'Fordism': The Beginning of Mass Production?", Work, Employment & Sociaty, C.6, S.4, Aralık 1992, ss. 517-555. Erişim tarihi – 5 Mart 2023

Wisniak, Jaime : "James Watt – The Steam Engine", Jour, C.18, Ocak 2007, ss. 323-336. Erişim tarihi – 4 Nisan 2023

Wissenschaftliche Begleitung : "The joint Federal Government-Lander Competition "Advancement through Education: Open Universities"", https://offene-hochschulen.de/en/openuniversities, Erişim tarihi – 14 Nisan 2023

Wonacott, Michael E. : "Gold-CollarWorkers", https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED467237.pdf, Erişim tarihi – 14 Nisan 2023

Woods, Drew : "Internet of Things (IoT): Pros and Cons", https://www.keyinfo.com/pros-and- cons-of-the-internet-ofthings-iot/, Erişim tarihi – 10 Ocak 2023

World Bank : "Employment in Services", 2019a, https://data.worldbank.org/indicator/SL.SRV.EMPL.ZS?end=2011&name_desc=false&start=2010, Erişim tarihi – 22 Şubat 2023

World Population Review : "Average Work Week by Country 2021", https://worldpopulationreview.com/countryrankings/average-work-week-by-country, Erişim tarihi – 10 Ocak 2023

Xu, Min, v.d. : "The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges", International Journal of Financial Research, C.9, S.2, Mart 2018, ss. 90-95. Erişim tarihi – 22 Ocak -2023

Yalım, Zehra: Endüstri 4.0 Sürecinde Türkiye Ekonomisinin Analizi, Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2019, Erişim tarihi – 20 Şubat 2023

Yang, Fengwei, Sai Gu : "Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies", Complex & Intelligent Systems, Ocak 2021, ss. 1-15. Erişim tarihi – 8 Şubat 2023

Yang, Xiang, v.d. : "Virtual Reality Enhanced Manufacturing System Design", 7th International Conference on Digital Enterprise Technology, Atina, 2011. Erişim tarihi – 4 Mart 2023

Yelis, Burcu : "Akıllı Fabrikalara İlk Adım | SmartFactoryKL", https://www.endustri40.com/akilli- fabrikalarailk-adim-smartfactorykl/, Erişim tarihi – 6 Nisan 2023

Yıldırımoğlu, H. (2005). Almanya'ya Türk Emek Göçü. Erişim tarihi – 12 Nisan 2023

YILDIZ, A. “Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), 546-556, 2018e-ISSN: 2147-835X 546-556. Erişim tarihi – 16 Şubat 2023

Yumuşak, İ. G. ve Bilen, M. (2010). Türkiye küresel ağa hazır mı? Bilgi ekonomisi indeksi, beşeri kalkınma indeksi ve ağa hazırlık indeksi göstergeleri üzerine bir değerlendirme. Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 5(2), 101-111. Erişim tarihi – 22 Ocak 2023

Zhao, Zhou, v.d. : “Augmented reality for enhancing tele-robotic system with force feedback”, Robotics and Autonomous System, C. 96, Haziran 2017, ss. 93-101. Erişim tarihi – 7 Nisan 2023

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Murat ÇAĞLAYAN 6 Ağustos 1987 tarihinde Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladıktan sonra 2012 yılında Anadolu Üniversitesi Kamu Yönetimi bölümünden mezun olmuştur. 2013-2014 dönemindeki özel sektör deneyimlerinin ardından Ekim 2017'de Göç İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesinde İl Göç Uzman Yardımcısı olarak atanarak memuriyet hayatına başlamıştır. Göç İdaresindeki görevi esnasında Türkiye ile Avrupa Birliği arasında 2016 yılında imzalanan "18 Mart Mutabakatı" çerçevesinde Yunanistan'ın Sisam ve Sakız adalarında ada temsilcisi olarak görev yapmıştır. 2020 yılında Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü'nde İstihdam Uzman Yardımcısı olarak göreve başlayan Ahmet Murat ÇAĞLAYAN, halen Dış İlişkiler ve Projeler Dairesi Başkanlığı'nda görev yapmakta ve İngilizce bilmektedir.