

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DİJİTALLEŞEN EKONOMİK YAPININ İŞ GÜCÜ
PİYASASINA ETKİSİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA

Tuğba ÖZİŞİK
2502170146

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gülden ÜLGEN

İSTANBUL – 2022

ÖZ

DİJİTALLEŞEN EKONOMİK YAPININ İŞ GÜCÜ PİYASASINA ETKİSİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

TUĞBA ÖZİŞİK

Sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilen birinci sanayi devrimi, onun ardından gelen ikinci ve üçüncü sanayi devrimleri, son olarak da beraberinde getirdiği teknolojiler nedeniyle dijitalleşme ile özdeşleştirilen dördüncü sanayi devrimi ekonomi ve sosyal hayat üzerinde önemli etkiler yaratmıştır. Günümüzde dijitalleşme kavramı, dördüncü sanayi devrimi teknolojilerinin yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte iş gücü piyasasını da etkilemektedir. Bu çalışmada; sanayi devrimleri süreci incelendikten sonra toplumsal değişim süreci, dijitalleşmenin ekonomik etkileri ve iş gücü piyasalarına etkileri incelenmektedir. Ardından, Avrupa Birliği’nde dijitalleşme süreci değerlendirilmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinin 2002-2018 yılları arasındaki istihdam oranları Rutin Yoğunluk Endeksi’ne göre bilişsel, manuel ve rutin olarak gruplandırılarak çalışmanın analizinde kullanılan üç ayrı modelin bağımlı değişkeni oluşturulmuştur. Avrupa Birliği’nin bilişsel, manuel, rutin istihdam oranları ile dijitalleşme arasındaki ilişki üç ayrı model üzerinden dinamik panel veri analizi uygulanarak sistem GMM tahmincisi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda dijitalleşmenin iş gücüne etkisi bilişsel istihdam oranını arttırıp, rutin istihdam oranını azalttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Dijitalleşme, İş Gücü, Panel Veri Analizi, Avrupa Birliği

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIGITALIZED ECONOMIC STRUCTURE ON LABOR MARKET: AN APPLICATION ON EUROPEAN UNION

TUĞBA ÖZİŞİK

The first industrial revolution, which is regarded as the beginning of industrialisation, has been followed by the second, third, and finally, the fourth industrial revolution, which is now associated with digitalization due to the technologies it has brought. They have all created massive changes on both the economy and social life. Today the concept of digitalisation also affects workforce market as a result of the widespread use of the fourth industrial revolution technologies. This study analyses the process of industrial revolutions before focusing on social change, the economic effects of digitalisation and its effects on labor markets. Finally, the study evaluates the digitalisation process in European Union.

The employment rates of the European Union countries between 2002-2018 have been received through the International Labor Organization (ILO) website according to profession codes. They have been classified as “cognitive”, “manual”, and “routine” based on the Routine Task Intensity (RTI) index, and the dependent variable of the three separate models used in the analysis has been formed. The relationship between digitalisation and European Union's cognitive, manual, and routine employment rates has been analysed through dynamic panel data analysis on three separate models, using system GMM predictor. This result shows that digitalisation on labor is complementary for cognitive professions, while it is substitutionary for routine ones.

Keywords: Industry 4.0, Digitalisation, Labor, Panel Data Analysis, European Union

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanması ve tamamlanması sürecinde gerek akademik olarak gerekse de umudumu yitirdiğim anlardaki anaç tavrıyla benden desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Gülden Ülgen'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli tez savunma jürisi üyelerim Prof. Dr. Tiğınçe Oktar, Doç. Dr. Deniz Giz, Dr. Öğretim Üyesi İpek Yurttagüler ve Dr. Öğretim Üyesi İrem Yalkı'ya değerli katkıları için çok teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte her daim yanımda olan, her şartta beni destekleyen, çalışmama da büyük katkıda bulunan sevgili eşim Cem Özışık'a ve gösterdikleri sabır ve anlayış için çocuklarımız Serdar Ege ve Defne'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Akademik çalışma hayatım boyunca tüm hocalarım ve çalışma arkadaşlarım eksik kaldığım yanları tamamlayan, destek veren kişiler oldu. Tez sürecimin son aşamalarında, sorduğum her soruya sabırla cevap veren, önerileri ve destekleri karşısında çoğu zaman duyulduğum, akademinin tamamlayıcılığını yansıtan arkadaşlarım Ar.Gör. Derya Zayim ve Ar. Gör. İsmail Ertek'e çok teşekkür ederim.

Tez konumu seçerken çalışmalarından ilham aldığım ve bu süreçte desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Sinan Alçın'a, tezimi bitirme sürecimin hızlanmasında ve her aşamasında yönlendirici ve yol gösterici olan Doç. Dr. Deniz Dereli'ye, tezimin tamamlanma sürecinde hem akademik yönden hem de moral vererek yanımda olan Doç. Dr. Begüm Erdil Şahin'e, analiz kısmına ilişkin değerli yorumları ile bana destek olan Doç. Dr. Nebile Korucu Gümüšoğlu'na ve tezimin ekonometrik analiz bölümüne ilişkin değerli katkılarından ötürü Prof. Dr. Ferda Taşdelen Yel'e teşekkürlerimi sunarım.

Tuğba Özışık, Aralık 2022, İstanbul.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xxi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ

1.1. Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Gelişim Süreci	5
1.2. Dördüncü Sanayi Devrimi	11
1.3. Dördüncü Sanayi Devrimi Bileşenleri	19
1.3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT – Internet of Things).....	19
1.3.2. Siber Fiziksel Sistem ve Simülasyon	20
1.3.3. Akıllı Fabrikalar	21
1.3.4. Çok Yönlü Sistem Entegrasyonu	22
1.3.5. Bulut Bilişim	23
1.3.6. Büyük Veri	24
1.3.7. Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi	25
1.3.8. Üç Boyutlu Yazıcılar.....	26

1.3.9. Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi	27
1.3.10. Siber Güvenlik Teknolojileri.....	29
1.3.11. Arttırılmış Gerçeklik	30
1.4. Toplum 5.0	31

İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTALLEŞME, DİJİTALLEŞMENİN EKONOMİK ETKİLERİ VE İŞ GÜCÜ PİYASASINA ETKİSİ

2.1. Sanayi Toplumundan Bilgi Topluma Geçiş.....	33
2.1.1. Sanayi Toplumu	34
2.1.2. Sanayi Sonrası Toplum: Bilgi Toplumu	35
2.2. Dijitalleşme Kavramı ve Dijital Dönüşüm.....	39
2.3. Dijitalleşmenin Ekonomik Etkileri	46
2.3.1. Dijitalleşmenin Üretim Sürecine Etkisi	46
2.3.2. Dijitalleşmenin Ticarete Etkisi.....	47
2.3.3. Dijitalleşmenin Sosyal Yaşam Üzerine Etkisi	50
2.3.4. Dijitalleşmenin Kamu Otoritesi Üzerine Etkisi	50
2.3.5. Dijitalleşmenin Kuşaklar Üzerine Etkisi.....	52
2.3.6. Dijitalleşmenin Eğitim Üzerine Etkisi: Eğitim 4.0	55
2.3.7. Dijitalleşmenin Pazarlama Üzerine Etkisi: Pazarlama 4.0.....	56
2.3.8. Dijitalleşmenin Sağlık Sektörü Üzerine Etkisi: Sağlık 4.0	56
2.4. İş Gücü Piyasasına Dijitalleşmenin Yansımaları	57
2.4.1. İş Gücü Verimliliği	57
2.4.2. Emegın Dönüşümü.....	57
2.4.3. Beyaz Yakalının Prekaryalaşması.....	63
2.4.4. İş Gücü Kutuplaşması	66

2.4.5. Dijitalleşme Sürecinde Mesleklerin Dönüşümü	67
2.4.6. Dijitalleşmenin Mesleki Yetkinlikleri	71
2.4.7. Yeni Çalışma Modelleri	74
2.5. Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasasına Etkileri.....	75
2.5.1. Tarihsel Süreç ve Yaklaşımlar	75
2.5.1.1. Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi.....	81
2.5.1.2. Sermaye Beceri Tamamlayıcılığı Hipotezi	85
2.5.1.3. Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi	85
2.6. Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasalarına Etkilerine İlişkin Literatür	97

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE DİJİTALLEŞME SÜRECİ

3.1. Avrupa Birliği ve Dijitalleşme Göstergeleri	103
3.2. Avrupa Birliği Dijitalleşme Stratejileri	108
3.2.1. Dijital Tek Pazar	109
3.2.2. Avrupa 2030 Dijital Pusulası	110
3.3. Avrupa Birliği'nde İstihdama İlişkin Uygulamalar	110
3.3.1. Avrupa Birliği'nde Sektörlere Göre İstihdam.....	114
3.3.2. Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi.....	115

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

4.1. Veri Seti ve Yöntem.....	117
4.2. Değişkenlerin Tanıtımı.....	123
4.3. Modeller	126

4.4.	Ampirik Metodoloji	127
4.5.	Sonuçlar.....	130
4.5.1.	Birinci Modelin Analiz Sonuçları	130
4.5.2.	İkinci Modelin Analiz Sonuçları.....	132
4.5.3.	Üçüncü Modelin Analiz Sonuçları.....	134
SONUÇ.....		137
KAYNAKÇA		144
EKLER.....		166
ÖZGEÇMİŞ.....		170

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Sanayi Ürünü Satış Gelirlerinde Değişim (Milyar USD).....	14
Tablo 1.2: Sanayi 3.0 ile Sanayi 4.0 Arasındaki Farklılıklar	18
Tablo 1.3: Siber Fiziksel Sistemlerin Özellikleri.....	21
Tablo 1.4: Sanayi 4.0 Teknolojilerinin Olası Etkileri	29
Tablo 1.5: Sanayi 4.0 ile Toplum 5.0 Arasındaki Farklılıklar	32
Tablo 2.1: Sanayi Sonrası Toplumun Yapısı ve Problemleri.....	37
Tablo 2.2: Sanayi Toplumu ve Bilgi Toplumu Karşılaştırması	38
Tablo 2.3: Sanayide Dijital Dönüşüm Engellerinin Karşılaştırılması.....	46
Tablo 2.4: Dijital Ticaret Yaklaşımı	49
Tablo 2.5: Kuşakların Özellikleri.....	54
Tablo 2.6: Talep Artışı Olan 20 İş Rolü.....	71
Tablo 2.7: OECD 2019 Raporuna Göre Dünyada Dijital Beceriler.....	73
Tablo 2.8: M.Ö. 10.000-M.S. 1750 Yılları Arasında Dünyada Nüfus ve Teknoloji Değişimi (Milyon).....	75
Tablo 2.9: O*Net Temel Beceri Sınıflaması.....	87
Tablo 2.10: Autor, Levy, Murnane (2003)'in Görev Kategorileri.....	91
Tablo 2.11: Autor'un Bilgisayarlı Otomasyon Görev Modeli	95
Tablo 2.12: Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasasına Etkileri	97
Tablo 3.1: Dijitalleşme Göstergelerine Göre Ülkeler	106
Tablo 4.1: Tek Basamaklı Ana ISCO-88/ISCO-08 Meslek Kodları Sınıflandırması	118
Tablo 4.2: Analizde Kullanılan Örneklem ve Yıllar	123
Tablo 4.3: Değişkenlerin Özet Sunumu	123
Tablo 4.4: Tanımlayıcı İstatistikler	124

Tablo 4.5: Korelasyon Tablosu	125
Tablo 4.6: Birinci Modelin Tahmin Sonuçları.....	130
Tablo 4.7: İkinci Modelin Tahmin Sonuçları.....	132
Tablo 4.8: Üçüncü Modelin Tahmin Sonuçları.....	134



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Toplamların Dönüşüm Süreci.....	6
Şekil 1.2: Dört Sanayi Devriminin Aşamaları	7
Şekil 1.3: Üretim Maliyet Endeksi, 2014 (ABD).....	13
Şekil 1.4: Sanayi 4.0'ın Genel Görünümü	15
Şekil 1.5: Yatay ve Dikey Entegrasyon	23
Şekil 1.6: Blok Zinciri İşleyiş Mekanizması.....	28
Şekil 2.1: Dijital Dönüşüm Süreci	40
Şekil 2.2: Dijital Dönüşüm ve Dijitalleşme	41
Şekil 2.3: Kuşakların Doğum Yıllarına Göre Sınıflandırılması.....	54
Şekil 2.4: İnsandan Makineye Kayan Alanlar (2019).....	70
Şekil 2.5: 21. Yüzyıl Becerileri.....	72

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 3.1: Avrupa Birliği Ülkeleri Dijital Ekonomi ve Dijital Toplum Endeksi	105
Grafik 3.2: Endüstriyel Robotların Yıllık Kurulumları ('000 birim).....	107
Grafik 3.3: İmalat Sektöründe Robot Yoğunluğu Uluslararası Ortalama Robot Yoğunluğunun Üzerinde Olan Ülkeler	108
Grafik 3.4: Avrupa Birliği Toplam İstihdamındaki 10 Ana Ekonomik Sektörün Payı, 1998-2019, (%)	114
Grafik 3.5: Ortalama Rutinleşme Derecesine Göre Otomasyona Yakın Olan ve Olmayan İş Faaliyetleri (Rutinleşme, Fiziksel, Sosyal Görev İçeriği)	115
Grafik 4.1: AB Ülkelerinin Bilişsel, Manuel ve Rutin İstihdam Oranlarının Değişimi (2002-2018).....	120
Grafik 4.2: Ar-Ge Harcamaları ile DESI Arasındaki İlişki.....	122

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
AR	: Augmented Reality
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
AYÇ	: Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi
BTK	: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CEDEFOP	: Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi (Centre Européen pour le Développement de la Formation Professionnelle)
CPI	: Tüketici Fiyat Endeksi (Consumer Price Index)
DESI	: Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (Digital Economy and Society Index)
ECVET	: Mesleki Eğitim ve Öğretimde Kredi Transfer Sistemi (The European Credit System for Vocational Education and Training)
EEA	: Avrupa Ekonomik Bölgesi (European Economic Area)
EFTA	: Avrupa Serbest Ticaret Birliği (European Free Trade Association)
EKK	: En Küçük Kareler
EUROSTAT	: Avrupa Toplum İstatistikleri Ofisi (European Community Statistical Office)
EURES	: Avrupa İstihdam Hizmetleri Ağı (European Cooperation Network of Employment Services)
ESCO	: Avrupa Beceri, Yetkinlik, Nitelik ve Meslekleri (The European Skills, Competences, Qualifications and Occupations)
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Metodu
GDP	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (Gross Domestic Product)
GPS	: Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IFR	: Uluslararası Robotik Federasyonu (International Federation of Robotics)
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization)
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)

ISCO	: Uluslararası Standart Meslek Sınıflaması (International Standard Classification of Occupations)
IT	: Bilgi Teknolojisi (Information Technology)
OJA	: Çevrimdışı İş İlanı (Offline Job Advertisement)
RBTC	: Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi (Routine-Biased Technology Change)
SBTC	: Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim (Skill-Biased Technology Change)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİSAD	: Türk Bilişim Sanayicileri Derneği
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
WEF	: Dünya Ekonomi Forumu (World Economic Forum)

GİRİŞ

“Devrim” kelimesi ani ve radikal değişimi çağrıştırır. Tarih boyunca ortaya çıkan yeni teknolojiler ve beraberinde gerçekleşenler ekonomik sistemlerde, sosyal yapılarda derin değişimler oluşturarak her seferinde yeni bir sanayi devrimine geçişi başlatmıştır. Bu devrimler insanlığın varoluşundan itibaren yıllar içerisinde gerçekleşmiştir. İnsanın doğa üzerindeki egemenliğinin düzeyi, çalışma aletlerinin yeterliliğine ve gelişmişliğine bağlıdır. Nitekim ilkel toplumlarda insan, taş ve sopayı çalışma aleti olarak kullandığı için doğa karşısında güçsüzdü. Yıllar içinde, çalışma aletlerinin güçlenmesiyle doğa üzerinde geniş ölçüde egemenliği arttı.

İnsanın varoluşundan itibaren paleolitik ve mezolitik çağlar boyunca yalnızca bir tüketici olarak yaşadığını söyleyebiliriz. Bu dönemde insan barınma, giyinme, güvenlik gibi zorunlu temel ihtiyaçlarını gidermek için taşlardan, ağaçlardan silah, bitki ve hayvan postlarından giyecek, yapraklardan barınak yaparak doğadaki unsurları kullanmıştır. Neolitik döneme kadar çok uzun süre boyunca ekonomi tarihi ağırlıklı olarak zorunlu tüketim ve insanın kendisini korumaya yönelik sınırlı faaliyetlerinden ibaretti. Neolitik dönem ile birlikte insanların yerleşik yaşama geçerek, hayvanları evcilleştirmesi, bitkileri ehlileştirmesi, doğanın verdiklerine katkıda bulunması insanı hayvandan ayıran önemli bir özellik olan üretim faaliyetlerinin gerçekleşmesi ile başlamıştır. Neolitik çağa üretici faaliyetler ile geçiş yapan insan tarım faaliyetlerine, hayvancılığa başlama, kentleşme ve kentler arası ticareti, yani bir anlamda dış ticareti başlatma gibi birkaç devrimi peş peşe yaratmıştır. Bunların aşağı yukarı eşanlı olarak gerçekleşmesi, hepsine birden neolitik devrim (tarım devrimi) denilmesine yol açmıştır.

Tarım Devrimi’nde; üretim, taşımacılık amacıyla insanlar tarafından hayvanların evcilleştirilip göçebe hayattan yerleşik hayata geçilmiştir. Tarım devrimini, 18. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gelen bir dizi sanayi devrimi izlemiştir. 1760’lı yıllarda İngiltere’de başlayıp 1830’lara kadar süren ilk Sanayi Devrimi’nde üretim, beden gücünden makine gücüne doğru evrim geçirmiştir. Birinci Sanayi Devrimi’nde İngiltere ve Avrupa’da etkisini gösteren sanayileşme sonrasında İkinci Sanayi Devrimi’nde

elektriğin üretim sürecine dahil olması ile yaşanan seri üretim anlayışının ABD, Japonya gibi ülkelerde de hızla yaygınlaşması dünyada pek çok ülke ve bölgeyi etkilemiştir. 1968 yılında programlanabilen makinelerin üretilmesiyle üçüncü sanayi devrimi başlamıştır. Üretim şekli de değişerek fordist üretimden post fordist üretime geçilmiştir. Dijitalleşme sürecinin başlangıç çizgisi bu sanayi devrimidir. İlk olarak dünyanın en büyük Sanayi fuarı olan Hannover Fuarı'nda 2011 yılında dile getirilen Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) kavramı, temel olarak ilk üç sanayi devriminin ardından gelen yeni bir sanayi dönüşümünü ifade etmektedir. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin stratejik amacı, doğudaki ucuz iş gücü ve otomasyonun artması sonucunda batının rekabet gücünü arttırmak adına üretimden kas gücüne dayalı insan faktörünü çekerek, üretim hızını, esnekliğini ve çeşitliliğini arttırmaktır. 2016 yılında Japon hükümeti tarafından Beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planı'nın bir kısmı şeklinde ortaya çıkarılan Toplum 5.0 ile dijital dönüşümün toplumsal açıdan etkilerini çok farklı açılardan değerlendirip insan ve teknoloji arasında en etkili iletişimin sağlanmasıyla süper akıllı toplum modeli hedeflenmektedir.

Sanayi devrimlerinin tarihsel gelişim sürecine bakıldığında her biri bir öncekinin tamamlayıcısı ya da devamı olarak görünse de başlangıcı Üçüncü Sanayi Devrimi'ne dayanan dijitalleşme süreci; Dördüncü Sanayi Devrimi sonrasında ivme kazanmıştır. Dijitalleşmenin iş gücü piyasasına, üretim sürecine, sosyal yaşama, eğitim sürecine, dış ticarete, kamu otoritesi ve verimlilik üzerine etkisi oldukça fazladır.

Bu çalışma kapsamında, dijital dönüşümün iş gücü üzerinde yaratacağı etki kavramsal, teorik ve ampirik olarak analiz edilecektir. Dijital dönüşümün toplumların sosyal, kültürel ve ekonomik yapılarını çoğunlukla olumlu olarak etkilediğine yönelik bulgular yaygın olmakla birlikte, dijitalleşmenin özellikle bazı meslek dallarını yok etmekle tehdit ettiği ve bu tehdidin işsizliğe yol açacağı yönünde olumsuz yaklaşımlar da söz konusudur. Dijital dönüşüm sürecinin işsizlik üzerinde yaratacağı etki farklı bir boyuttadır. Ortadan kalkması muhtemel olan meslek dallarının yerine yeni teknolojileri içeren meslek gruplarının geçmesi beklenmektedir. Bu çalışmada, dijital dönüşüm

sürecinin iş gücüne entegrasyonunu sağlamak amacıyla uygulanan ve planlanan süreçler Avrupa Birliği ülkeleri özelinde değerlendirilmektedir. Bu noktada, dijital dönüşüm sürecinin işsizliğe neden olmasından çok dijital ekonomi düzeninde verimliliği ve kaliteyi artırmaya hevesli, eğitim seviyesi yüksek, nitelikli iş gücünün yetiştirilerek istihdamın yüksek teknolojiye sektörlere kayması sağlanarak iş gücünde iyileşme yaşanacağına ilişkin iyimser yaklaşımlar ile kötümser yaklaşımlar değerlendirilmektedir. Mevcut raporlar çerçevesinde mesleklerin ve mesleki yetkinliklerin dönüşümü açıklanmaktadır.

Dijitalleşmenin getirisi olan teknolojilerin kullanılmaya başlanmasıyla, iş gücünde rutin görevleri içeren mesleklerin teknoloji ile ikame edilmesi ve bilişsel beceri gerektiren mesleklere olan talebin artması durumunu açıklayan hipotez detaylandırılarak iş gücü kutuplaşması olgusu açıklanmaktadır. Bu çalışmada, dijitalleşme olgusunun ardındaki sanayi devrimi süreçleri ile birlikte dijitalleşmenin genel ve ekonomik etkileri açıklanmış, çalışmayı özgün kılan ekonometrik analizde ise; Avrupa Birliği ülkelerinde dijitalleşmenin iş gücü piyasasına meslek/görev bazlı etkisinin panel veri analizi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Konu ile ilgili araştırma yaparken veri kısıtı ve veri seti oluşturulmasının güçlüğü nedeniyle dijitalleşme ile istihdam oranları arasındaki ilişkiyi değerlendiren meslek/görev bazlı az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmayı özgün kılan en önemli detay meslek/görev bazlı düzenlenen istihdam oranlarının Rutin Yoğunluk Endeksi'ne göre sınıflandırılmasının çalışmaya özgün olarak oluşturularak, bilişsel, manuel ve rutin olarak ayrıştırılan istihdam oranları ile dijitalleşme ilişkisinin üç ayrı model üzerinden panel veri analizi ile test edilmesidir.

Çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimlerinin tarihsel gelişim süreci, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin unsurları, teknolojileri detaylandırılarak, Toplum 5.0 kavramı açıklanmaktadır. İkinci bölümde; dijital ekonominin temelini oluşturan bilgi toplumuna geçiş süreci özetlenmektedir. Dijitalleşme ve dijitalleşmenin ekonomik etkileri detaylandırılmaktadır. Dijitalleşmenin iş gücüne yansımaları ana başlığında emek kavramına yaklaşımlar, beyaz yakalıların prekaryalaşması, iş gücü kutuplaşması, mesleklerin dönüşümü ve yeni çalışma modelleri açıklanmaktadır. Dijitalleşmenin iş

gücüne etkileri tarihsel süreç çerçevesinde değerlendirildikten sonra özellikle 1980’lerde küreselleşmenin ortaya çıkmasından itibaren teknolojinin iş gücü üzerindeki etkisi üzerine ortaya atılan ve günümüzde de tartışılan teknolojinin iş gücü piyasasına etkisi hipotezleri açıklanmaktadır. Dijitalleşmenin iş gücüne etkisine ilişkin literatür özeti sunulmaktadır. Üçüncü bölümde; Avrupa Birliği dijitalleşme süreci ve Avrupa Birliği tarafından uygulanan stratejiler özetlenmektedir.

Çalışmanın analiz kısmında öncelikle Avrupa Birliği ülkelerinin 2002-2018 yılları arasındaki iki basamaklı meslek grup ayrışmasına ilişkin Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yayınlanan veriye erişilmiştir. Bu iki basamaklı meslek kodları verisi Goos, Manning ve Solomons (2014: 2512-2515)¹ tarafından her meslek grubuna ilişkin hesaplanan Rutin Yoğunluk Endeksi² sınıflandırılması baz alınarak bilişsel, manuel, rutin istihdam oranları şeklinde gruplandırılıp oransal olarak hesaplanmış ve Avrupa Birliği ülkelerine ilişkin bilişsel, manuel ve rutin istihdam oranları oluşturulmuştur. Meslek/görev bazlı olarak oluşturulan istihdam oranlarına ilişkin veri setinde bilişsel, manuel ve rutin istihdam oranları ile dijitalleşmenin getirisi olan teknolojik gelişmeyi temsil eden açıklayıcı değişken Ar-Ge’nin ilişkisi üç ayrı model üzerinden panel veri analizi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda, teknolojiye yapılan yatırımların bilişsel mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payını arttırdığı; rutin mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payını azalttığı; manuel mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payı üzerinde ise etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, literatürdeki rutin yanlı teknolojik değişim hipotezini destekler nitelikte olup, teknolojinin Avrupa Birliği ülkelerine ilişkin etkisinin iş gücü piyasalarında rutin meslekler için ikame, bilişsel meslekler için tamamlayıcı olduğunu göstermektedir.

¹ Araştırmacılar Rutin Yoğunluk Endeksi hesaplamalarında iki basamaklı kod sistemini kullanmıştır. Araştırmacının hesaplamalarına bu linkten erişilebilir. [İş Kutuplaşmasının Açıklanması: Rutin Önyargılı Teknolojik Değişim ve Offshoring - Amerikan Ekonomik Birliği \(aeaweb.org\)](https://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1215/00141801-1277277).

² Rutin Yoğunluk Endeksi: ILO tarafından belirlenen ve meslekleri benzer beceri ve eğitim seviyesi kriterlerine göre sınıflayan uluslararası meslek sınıflaması (ISCO) iki basamaklı kodlama sistemi baz alınarak hesaplanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ

İnsanoğlunu diğer canlılardan ayıran bir unsur olan akıl olgusuna sahip olması, paleolitik çağlardan beri öne çıkaran insanlığın sahip olduğu merak ve araştırma unsurlarıyla yeniliğe, gelişime itmektedir. Paleolitik çağda insanın düşünüp mağara duvarlarına tasvir ederek ve sonrasında taşları yontarak icat ettiği pek çok araç gereç aslında gelecek devrimlerin öncüsü niteliğindedir. Tarihten günümüze biri tarımda dördü sanayide olmak üzere yaşanan ve yaşanmakta olan dört sanayi devrimi vardır. Sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilen, ekonomik ve sosyal yapıda büyük değişikliklere neden olan birinci sanayi devrimidir.

Bu bölümde sanayi devrimlerinin gelişim süreci başlığı altında birinci sanayi devrimi, ikinci ve üçüncü sanayi devrimi incelenecektir. Ardından dijitalleşme hususunda önemli teknolojilerin ortaya çıkmasına neden olan dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkış süreci, bileşenleri ve fonksiyonları incelenerek bu teknolojik ivmenin topluma yansımalarını ele alan Toplum 5.0 açıklanacaktır.

1.1. Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Gelişim Süreci

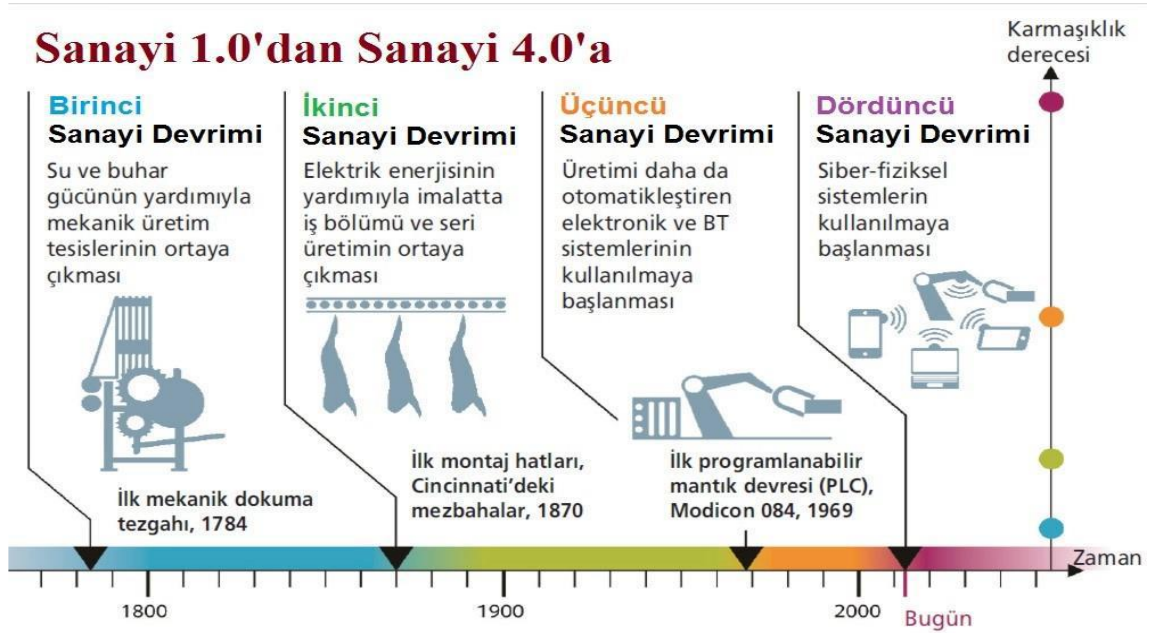
Tarım devrimi ya da Neolitik devrim olarak da adlandırılan dönem ile birlikte insanlar yerleşik düzene geçerek tamamen tüketici bir toplumdan üretici bir topluma dönüşmüşlerdir (Eğilmez, 2018:264). Uzunca bir dönem devam eden tarım merkezli toplumsal yapı yüzyıllar içinde insan ve hayvan gücü ile sağlanan kolaylıklar yanında yeni güç kaynaklarına ihtiyaç duyulana kadar devam etmiştir. Bu ihtiyaçların yeni keşifleri de beraberinde getirmesiyle, 18. yüzyılın ikinci yarısında, buhar gücünün üretimde kullanılmaya başlamasıyla birlikte birinci sanayi devrimi başlamıştır. Beraberinde getirdiği ekonomik ve toplumsal değişiklikler ile İngiltere’de başlayıp dünyaya yayılmıştır. 19. yüzyıl sonları ile 20. yüzyıl başlarında hız kazanan ikinci sanayi

21. yüzyıldan başlayarak bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan olağanüstü gelişmeler, toplum yapısı ve sanayi için de köklü değişiklikler yaratmıştır. İlerleyen yıllarda Toplum 4.0 teknolojileri olan yapay zekâ, robotik, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar, 3D yazıcı, nanoteknoloji, biyoteknoloji, artırılmış gerçeklik, enerji depolama ve kuantum bilgi işlem gibi atılımların etkisiyle toplumsal ve ekonomik yaşamda bir dönüşüm sürecini hedefleyen, Süper Akıllı Toplum olarak da adlandırılan “Toplum 5.0” dönemi başlamıştır (Yalçiner, 2020: 4).

Her bir sanayi devriminin ardında bir öncekinin sonuçlarının yattığını göz ardı edemeyiz. Dört farklı sanayi döneminin karmaşıklık derecesi ve yarattığı değişimler, ortaya çıkardığı üretim biçimleri Şekil 1.2.’de sunulmaktadır.

Sanayide yaşanan bu değişimleri ve dönüşümleri kilit gelişmeler ile özetleyen Şekil 1.2’ye ek olarak sanayi devrimleri yıl ve ana başlık olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Yalçiner, 2020:4):

Şekil 1.2: Dört Sanayi Devriminin Aşamaları



Kaynak: Taş, 2018:1820.

- Sanayi 1.0: Mekanizasyon (1780-1870): Buhar makinesinin icat edilmesi ile dokuma tezgahlarının da mekanikleştir. Bu etki ile mekanik üretime geçilmiştir.
- Sanayi 2.0: Kitle Üretimi (1870-1970): 19. yüzyılın sonlarında üretimde elektriğin kullanılmasıyla iş bölümü ve seri üretim başlamıştır.
- Sanayi 3.0: Otomasyon (1970-2010): 20. yüzyılın sonlarında bilgi ve iletişim teknolojileri ile otomasyona dayalı sistemler gelişmiştir. Üretimin daha da otomatikleştiği ve elektronik ile IT (information technology) / bilgi sistemlerinin kullanılmaya başlandığı dönemdir.
- Sanayi 4.0: Akıllı Fabrikalar (2011-?): Siber fiziksel sistemlerin devreye girdiği, akıllı sistemlerin geliştiği ve günümüzde yaşanılmakta olan dönemdir.
- Toplum 5.0: Toplum için Tasarlanan İnsansız Teknolojiler (2017-?): İlk kez Japonlar tarafından telaffuz edilen Toplum 5.0, Sanayi 4.0 teknolojileri olan yapay zeka (AI), robotik, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar, 3D yazıcı, nanoteknoloji, biyoteknoloji, artırılmış gerçeklik, enerji depolama ve kuantum bilgi işlem gibi atılımların etkisiyle toplumsal ve ekonomik yaşamda bir dönüşüm sürecini hedefleyen, Süper Akıllı Toplum olarak da adlandırılan bir süreçtir.

Tarihte 1780-1870 yılları arasında meydana gelen Birinci Sanayi devrimi öncesinde çeşitli fikirler öne sürülmekteydi. Modern İktisadın temellerini atan İskoç asıllı iktisatçı ve düşünür Adam Smith (1723-1790), 1776'da "Ulusların Zenginliği" adlı kitabında rekabete dayanan piyasa mekanizmasının 'görünmez bir el' gibi toplumun işleyişini düzenleyeceğini, bireylerin kendi çıkarları doğrultusunda özgürce davrandıkları sürece ulusal zenginliğin sürekli artacağını, piyasaya yapılacak her türlü müdahalenin ekonominin doğal işleyişini bozacağını ve toplumun yararının en yüksek seviyeye çıkmasını engelleyeceğini savunmakta, merkantilizmi eleştirmektedir (Günay, 2002:11). Smith'in Ulusların Zenginliği adlı kitabında savunduğu, loncaların ortadan kaldırılarak yerine büyük fabrikaların açılması düşüncesine paralel olarak 18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan birinci sanayi devrimi ile loncalı ekonomiden fabrikalı ekonomiye geçiş

yaşanmıştır. Bir başka anlamda birinci sanayi devrimini genel olarak; el işçiliği ile üretim yapılan işletmelerin yerini makine ile üretim yapan işletmelerin alması olarak tanımlayabiliriz (Gürz, 2019:5). Bu döneme kadar sanayi, fabrika ve makine gibi kavramlar yoktur. Birinci sanayi devrimi İngiltere’de 1760-1850 yılları arasında başlayıp gecikmeli olarak diğer Avrupa Ülkeleri ve ABD’ye de sirayet etmiştir. Devrimin başlamasına neden olan en önemli etkenler sırasıyla; tekstil, buhar makinesi ve demir üretimidir.

Fransız yazar Jules Gabriel Verne’nin 1872 yılında yayımlanan “Seksen Günde Devr-i Alem” kitabında, ana karakter mucit Phileas Fogg’un yeniliğe, yaratıcılığa verdiği çaba sonucunda o dönemde İngiltere’nin Londra Bilim Kulübü ışığında inovasyonlara açık olduğu mesajı verilmektedir. Sanayi devrimi öncesi, İngiltere büyük bir ilerleme kaydediyordu. Hiç kuşkusuz ki Sanayi devriminin, diğer Avrupa ülkeleri yerine İngiltere’de başlaması tesadüf değildir. Sanayi devriminin İngiltere’de başlamasının nedenlerinin başında İngiltere’nin sanayi sisteminde öncelikli hammadde olan kömür ve demir rezervleri açısından zengin olması gelmektedir. Bunun yanı sıra o dönemde İngiliz sömürgeciliği üst düzeyde seyretmektedir. İngiltere, deniz taşımacılığı oldukça geniş olduğundan hammaddeleri kolay ve ucuza sağlayabiliyordu. Tekstil sanayisi de oldukça gelişmişti (Eğilmez, 2018:98).

Birinci sanayi devrimine ilişkin ilk gelişme, tekstildeki ilerlemeye temel hazırlayan mucit John Kay’in, 1733’te “uçan mekik” adlı buluşu olmuştur. Bu buluş, kumaş dokuma hızını artırmıştır. Bu icadı takiben, İngiliz mucit James Hargreaves 1764’te, aynı anda 8 makarada iplik bükme (eğiren) çıkırığı keşfetmiştir. Böylece bir çıkırıyla 120 makarada iplik bükme olanağı doğmuştur. James Watt’ın dairesel hareket yapan düzeneği bulması ile tekstil fabrikalarında mekik ve çıkırıların yardımıyla akar su gücü ile işleyen makineler yerini buhar gücü ile işleyen tekstil fabrikalarına bırakmıştır. Demiryollarının inşası ve buhar makinesinin keşfedilmesi sayesinde birinci sanayi devrimi mekanik üretime öncülük etmiştir (Schwab, 2016:16).

Birinci sanayi devriminin üzerinden geçen 230 yıldan fazla zaman içerisinde; teknoloji, sanayi, üretim, iş yapış şekillerimiz, sosyal hayat büyük bir değişim yaşamıştır. Bu dönüşüm içerisinde yaşam biçimlerinde de köyden kente göç dikkat çekmektedir. Devrim öncesinde nüfusun büyük bir kısmı açık alanlarda çalışır ve tarım faaliyetleriyle uğraşırken, sonrasında kapalı alanlarda ve tarım dışı faaliyetlerde istihdam edilir hale gelmiştir (Demir, 2019:30).

İkinci sanayi devriminin katalizörü ise elektrik olarak kabul edilmektedir. Elektriğin kullanımı ile fabrikalarda elektrik ile çalışan makineler yaygınlaşmıştır. Elektrik ile işleyen seri üretim hatlarının üretime entegre edilmesiyle imalatta gerçekleşen dönüşüm ile verimlilik artmış, iş bölümü ve uzmanlaşma önem kazanmıştır.

Frederick Winslow Taylor'ın bu dönemde kurduğu ve kendi adı ile "Taylorizm" olarak adlandırılan, iş bölümüne dayalı işletme yöntemi verimliliği arttırmayı hedeflemekteydi. Üretim sürecinin bölümlere ayrılması esasına dayalı olan Taylorizm, kafa ve kol gücünü birbirinden ayırarak, üretim sürecini parçalayıp basitleştirmeyi hedeflemiştir. Bu durum işçilerin yalnızca bir alanda uzmanlaşması sonucunu doğurmuş ve makinelerin sabit olması nedeniyle işçilerin makineler arasındaki gidip gelmeleri zaman kaybı yaşanmasına, verimliliğin düşmesine neden olmuştur. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla "üretimde montaj hattı" veya Fordizm tarzı üretim sistemi hayata geçirilmiştir (Koca, 2020:4537).

İkinci sanayi devrimi ile özdeşleşen Fordizmin mimarı; bant sistemini otomotiv sektöründe kullanarak fiyatların düşmesine neden olan ve böylece üretim hacminde büyük artışlar elde edilmesini sağlayan Henry Ford olmuştur. O dönemde 850 USD'lık bir otomobilin fiyatını 440 USD'ye düşürmeyi başarmıştır. Sadece siyah renkte ürettiği T model aracın 1908-1927 yılları arasında satış miktarı 15 milyon adet olmuştur. Bu başarısının üzerine Henry Ford şu ironik sözü söylemiştir: "Müşterimin istediği her renkte araç üretirim, yeter ki siyah olsun." (Acılioğlu ve Kaya 2021:20). Bu sayede aynı anda daha fazla ürün üretilerek, ürün başına düşen operasyonel maliyetler minimuma inmiş, daha fazla otomobil üretimi gerçekleşmiştir.

Üçüncü sanayi devriminin yol göstericisi ise 1965 yılında Intel'in kurucularından Gordon E. Moore tarafından geliştirilen ve otomasyonun hızla ilerlediğini gösteren Moore yasası olmuştur. Bu yasa, her iki yılda bir üretilen mikroçiplerin içinde yer alan transistörlerin sayısının ikiye katlayacağını, maliyetlerinin de hızla azalacağını öngörmektedir. Her yıl teknoloji maliyetlerinde yaklaşık yüzde otuz azalma olacağı belirtilmiştir. Makine sistemlerinde teknolojik entegrasyonun artmasıyla maliyetler düşecek, makinelerin hızı ve problem çözme yetenekleri artacaktır. Örneğin, 1970'li yıllarda makine hafızalarında tutulan bilgiler kilobayt ile ölçülmekteydi. Şimdi ise gigabaytlar bilgileri tutmak için kullanılmaktadır. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan kredi kartlarının nakit alışverişin yerini alması 1958 yılından itibaren mikroçiplerin gelişmesi ile olmuştur (Kabaklarlı, 2019:28).

1970'li yıllarda başlayan üçüncü sanayi devriminin öncüsü mikroişlemci tabanlı programlanabilir mantık devresinin gelişimidir. Elektroniğin gelişimi ve sanayide kullanımı üçüncü sanayi devriminin katalizörü olmuştur. 1970'li yıllarda otomasyon sistemlerinin üretime entegre edilmesi üretim sürecinde insan gücünü azaltarak, hata oranını minimize etmiştir. Sanayi 3.0; özetle insan emeğini aza indirgeyerek, üretimde otomasyonu sağlamak olarak tanımlanabilir (Eğilmez, 2018:142). Otomasyon sistemleri ile birlikte gerek insanların tehlikeli olduğu için yapamadığı gerekse yavaş kaldığı sistemlerde ilerlemeler kaydedilmiştir. Dijitalleşme sürecinin temelleri atılarak iletişim teknolojilerinin geliştiği bu dönemde, iş yaşamında olduğu kadar gündelik hayatta da makinelerin kullanımı artarak, beden gücüne olan ihtiyaç azalmıştır. Böylece klasik üretim faktörlerine bilgi ya da teknoloji eklenmiştir (Davutoğlu, 2020:180).

Günümüzün dijitalleşme ile bağdaştırılan Dördüncü Sanayi Devrimi detaylı olarak alt başlıkları ile incelenecektir.

1.2. Dördüncü Sanayi Devrimi

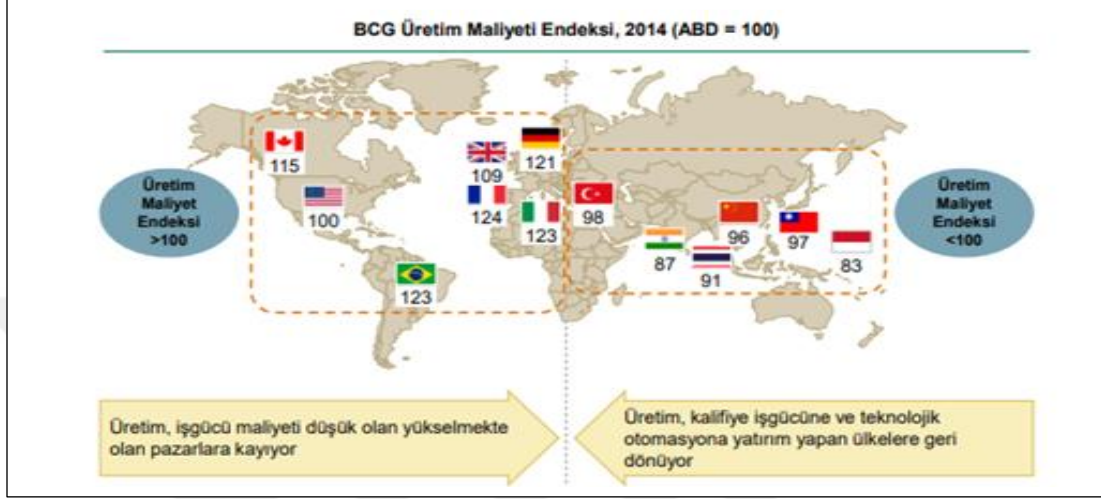
21.yüzyıla gelindiğinde bilgi işlem teknolojileri ve internetin yaygınlaşmasıyla beraberinde gelen teknolojiler ile insan gücünü, üretim maliyetini, hatasını minimuma

indirgeyen akıllı teknolojilerin üretime ve süreçlere entegrasyonu dördüncü sanayi devrimini ifade etmektedir.

Üretim maliyet giderlerini içeren üretim maliyet endeksi; işçilik ücretleri, verimlilik, enerji maliyetleri ve döviz kuru giderlerini kapsamaktadır. Üretim maliyet endeksinin minimumda tutulması, ürünün satış fiyatını düşürmektedir. Hal böyleyken üretim maliyetlerinin daha düşük olduğu ülkelerde üretimin gerçekleştirilmesi kâr maksimizasyonu için önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, küreselleşmenin dünya ekonomisine iki önemli etkisi; sermaye akımlarının ve üretimin yer değiştirebilmesi şeklinde olmuştur. Bunun sonucunda ise, sermaye en çok kazanç sağlayan alanlara, üretim de en ucuz şekilde yapılan yerlere doğru kaymıştır. Başta Çin olmak üzere, Uzakdoğu ülkeleri ucuz iş gücü ile üretimin ucuza yapılabileceği yerlerdi. Bu nedenle 1980 yılından itibaren bu ülkeler ABD ve Avrupa'nın üretim üssü haline gelmiştir.

Üretim ücretleri, verimlilik, enerji maliyetleri ve döviz kurları hesaba katılarak hazırlanan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde, Hindistan 87, Türkiye 98, Çin 96, Endonezya ise 83 ortalama birim maliyet ile üretim sürecinde rekabet gücü yüksek olan ülkelerdir. Buna karşın, ABD 100, Almanya 121, İngiltere ise 109 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, yüksek üretim maliyetlerini düşürmek adına üretim merkezlerini düşük üretim maliyet endeksli ülkelere taşıma politikasını izlemişlerdir (TÜSİAD, 2016).

Şekil 1.3: Üretim Maliyet Endeksi, 2014 (ABD)



Kaynak: TÜSİAD, 2016, (Çevrimiçi), <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, 18.06.2020.

Not: Bu endeks yalnızca dört doğrudan gideri kapsar. Hammadde giderleri, makine ile araçların amortismanı gibi diğer maliyetler açısından bir fark olmadığı kabul edilmektedir. Maliyet yapısı ise bütün sanayilerde ağırlıklı ortalama olarak hesaplanmıştır.

Üretim merkezi olan, düşük maliyet endeksine sahip bu ülkeler artık ürünleri kendi markaları altında yapmaya başlamışlardır. Tablo 1.1 Euro bölgesi, ABD, Almanya, Rusya ve Çin'in sanayi malı üretimi değişimini göstermektedir (Eğilmez, 2018:185-186). Bu veriler Çin'in 2006 yılından 2011 yılına kadar sanayi ürünü üretiminde gerçekleşen %241'lik artış ile pazarda hakim bir ülke olduğunu kanıtlamaktadır. Geçmişte gelişmiş ülkelerin üretim üssü olan Çin, geliştirdiği teknolojiler ile sanayi malı üretiminde lider konuma gelmiştir. Rusya %50'lik artış ile Çin'i izlemektedir. Euro bölgesi, ABD ve Almanyanın sanayi ürünü satış gelişleri ise %20'nin altında kalmıştır. Bu durum Almanya'nın bu zamana kadar uyguladığı politikayı sorgulayarak, yeni bir bakış açısı üzerinde çalışmasına neden olmuştur.

Tablo 1.1: Sanayi Ürünü Satış Gelirlerinde Değişim (Milyar USD)

Ülke	2006	2011	Değişim%
Euro Bölgesi	550	620	13
ABD	280	280	0
Almanya	190	220	16
Rusya	10	15	50
Çin	170	580	241

Kaynak: Eğilmez; 2018:186.

Doğu'nun Batı karşısında kazandığı bu ivmeyi gören Almanya, 2011 yılında düzenlenen ve dünyanın en büyük teknoloji fuarı olan Hannover Uluslararası Sanayi Fuarında, Sanayi 4.0 (Industry 4.0) ya da Dördüncü Sanayi Devrimi terimini kullanılmıştır (Ayboğa ve Görmüş, 2022:86).

2013 yılında Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech) tarafından yayımlanan Sanayi 4.0 forumunun final raporunda Sanayi 4.0'ın beraberinde getirdiği yenilikler aşağıda sıralanmıştır:

- Makinelerin depolama sistemlerinin kaynakları ile etkileşimi
- Konum bilgisine sahip olan akıllı ürün gelişimi
- Sosyal alt yapı ve akıllı yazılımlar

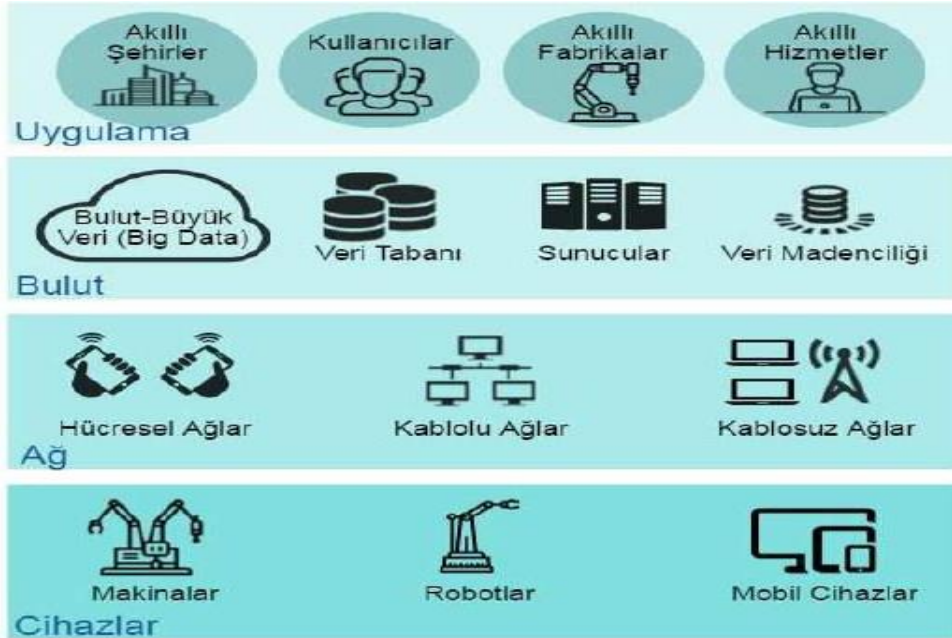
Almanya'nın bu yeni planı açıklaması üzerine Avrupa Birliği Komisyonu tarafından Sanayi 4.0; ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik, yatay ve dikey entegrasyon olarak üç başlık altında şekillendirilmiştir (Alçın, 2016: 21).

Teorik olarak on yıldır içinde bulunduğumuz bu yeni nesil siber devrimin arkasında, devrime öncülük eden pek çok teknolojik yenilik bulunmaktadır. Almanya merkezli “Sanayi 4.0 Çalışma Grubu” 2013 yılında yayınladığı raporda Sanayi 4.0'ın üç temel bileşene sahip olduğunu vurgulamıştır (Alçın,2016: 25). Bunlar; Nesnelerin

İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler ve Akıllı Fabrikalar'dır. Bulut teknolojisi, büyük veri, yapay zeka, üç boyutlu baskı ve artırılmış gerçeklik teknolojileri de Sanayi 4.0 ile ilişkili olan diğer kavramlardır (Demir, 2019:67). Bu çalışmada Sanayi 4.0'ın amaçlarını gerçekleştirebilmesi için kullanılan başlıca araçlara yer verilecektir.

Şekil 1.4.'te Sanayi 4.0 dört temel düzeyde değerlendirilmiştir. Uygulama alanında; üretimde kullanılan akıllı fabrikalar, hizmet sektörüne, imalat sektörüne yansımaları ve tüm kullanıcılar görülmektedir. Bulut düzeyi; büyük veri tabanında sunucular tarafından çözümlenerek anlamlandırıldığı alanı ifade etmektedir. Ağ düzeyi ise cihazların birbirleriyle iletişime geçmesini sağlayan hücresel, kablolu, kablosuz ağları göstermektedir. Cihaz düzeyinde birbirleriyle senkronize olarak çalışan ve sistemin tamamlanmasına yardımcı olan makineler, robotlar ve mobil cihazlar yer almaktadır (Alçın, 2016:23).

Şekil 1.4: Sanayi 4.0'ın Genel Görünümü



Kaynak: Alçın, 2016: 23.

Gelişmekte olan teknoloji devrimi Sanayi 4.0'ı; Dünya Ekonomik Forumu'nun (World Economic Forum-WEF) kurucusu ve başkanı olan Klaus Schwab üçüncü sanayi devriminin devamı olmadığını vurgulayarak, dördüncü sanayi devrimini diğer devrimlerden ayıran üç özelliğe dikkat çekmektedir (Schwab, 2016:11).

- Hız: Önceki sanayi devrimlerinin aksine doğrusal değil üstsel bir hızla gelişmektedir. Bu, birbiriyle bağlantılı ve çok yönlü olan yeni teknolojilerin birbirini etkilemesiyle hızlı bir şekilde gelişim göstermesinin sonucudur.
- Genişlik ve Derinlik: Dijitalleşme temelinde yükselmeye devam ederek ekonomide, iş dünyasında, toplumda ve bireyde benzeri görülmemiş değişimlere neden olarak çeşitli teknolojileri bir araya getirmektedir. Schwab iktisadi sorular olan “ne” ve “nasıl” soruları ile birlikte “biz kimiz” sorusunun da değişmekte olduğunu ifade etmektedir.
- Sistem Etkisi: Sanayi 4.0 ile birlikte her alanda (ülkeler, şirketler, sektörler) bütünsel bir dönüşüm yaşanmaktadır.

Dördüncü Sanayi Devriminin diğer devrimlerden temel farkı bütün teknolojilerin iç içe geçip kaynaşması, dijital, fiziksel ve biyolojik alanlarda karşılıklı etkileşim halinde olmasıdır. Bu döneme geçişte belirleyici olan unsurlar, bilişim ve haberleşme alanında yaşanan gelişmelerdir. Üçüncü sanayi devriminin başına kadar yavaş gelişim süreci kaydeden bu sektörlerde kısa zamanda büyük bir patlama yaşanmıştır. Alan Turing; 1947 yılında transistörlerin icat edilmesinden dört yıl sonra yapay zeka kavramının başlangıcı olarak kabul edilen makalesinin Mind dergisinde yayınlanmasıyla, yapay zekanın düşünsel temellerini oluşturan Turing Testi kavramını ortaya atmıştır (Çoşkun, Güleroglu, 2021: 949). 1974 yılında ilk kişisel bilgisayarın satışa sunulmasını takip eden yıllarda bilgisayarlar masaüstü bilgisayarlara, ardından laptop şekline ve sonra cebimize girecek kadar küçülmüştür. Bu gelişimde en önemli nokta olan mikroçiplerin gelişimi sayesinde hiçbir programlama dili bilmeyen herkes artık bilgisayar kullanabilmektedir. Dördüncü sanayi devrimi teknolojileriyle bu ivme daha da artarak, yapay zeka ve diğer teknolojiler

ile birlikte öğrenen ve kendi aralarında iletişim kurabilen akıllı makinelerin ortaya çıkması mümkün olmuştur (Yalçiner, 2020: 4).

Sanayi 4.0'ın fonksiyonlarını özetleyecek olursak;

- Yeni teknolojiler sayesinde birim maliyet azalarak çok sayıda üretim yapmadan az sayıda üretim imkanı sunulmaktadır.
- Kısa ürün yaşam döngüsü: Ürünlerin pazarda kalma süreleri kısalmaktadır.
- Üretim hatalarının minimizasyonu: Üretim sürecinde hataların büyük bir kısmı insanlardan kaynaklanmaktadır. Yüksek teknolojik makinelerin devreye girmesiyle birlikte hatalar azalmıştır.
- Aynı girdi ile daha fazla çıktı elde edilerek verimliliğin artması, kalitenin yükselmesi mümkün olmaktadır.
- Fabrikanın kendi üretim hattı üzerinde, ürününün daha kolay değişmesini sağlayan esnek üretim imkanı sunulmaktadır.
- Hammaddeden başlayıp satış sonrası hizmetlere kadar olan değer zincirinde iyileşme görülür.
- Kişiselleştirilmiş ürünlere talep artacaktır. Alıcı kendi talep ettiği ürünü tasarlayarak satın alabilecektir.
- Üretim ve hizmet alanlarında akıllı robotlar daha fazla kullanılarak otomasyon daha da artacaktır.
- İş gücünün daha nitelikli hale gelmesi gerekmektedir. Yeni istihdam oranlarının ortaya çıkması söz konusudur.

Dördüncü sanayi devriminin yetki tanımları, görev, sorumluluk ve süreçleri bir önceki sanayi devrimi olan üçüncü sanayi devrimi ile karşılaştırıldığında temel farklar tespit edilmiştir.

Tablo 1.2: Sanayi 3.0 ile Sanayi 4.0 Arasındaki Farklılıklar

Sanayi 3.0	Sanayi 4.0
Makineler iş gücünün fiziksel şekline göre dizayn edilir.	Robotik teknoloji kapsamında sistemlerin entegrasyonuna göre çalışmaktadır
İş tanımları, görev, yetki, sorumluluk ve standartlar belirli bir hukuki esasa ilişkin oluşturulmuştur.	İş tanımları, görev, yetki, sorumluluk ve standartlara uygun hukuki zeminin oluşturulmasını gerektirir.
Çalışanlara nitelik kazandırılmasında mesleki eğitimlerin temelini teknik eğitimler oluşturmaktadır.	Çalışanların nitelik kazanmasında bilişim sistemleri ile bilgi, veriler ve bulut bilişim sistemleri önem kazanmaktadır.
Makineler birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır.	Akıllı fabrikalarda makineler birbirleriyle entegre olarak çalışmaktadır.
Çoğunlukla sıradan ürün üretimi yapılırken, özel ürün üretiminde zorluklar yaşanmaktadır.	Her bir müşteri için aynı anda farklı ürün üretebilme özelliğine sahiptir.
Talebe dikkat ederek stoklama yaygın olarak yapılır.	Tam zamanlı üretim neticesinde müşteri odaklı çalışılır ve stoklama yapılmaz.

Kaynak: Davutoğlu, Akgül ve Yıldız, 2017: 556-557.

Sanayi 3.0’da makinelerin bağımsız, iş gücünün fiziksel yapısına ilişkin çalışması söz konusu iken Sanayi 4.0’da makineler birbirleri ile entegre halde, robotik teknolojiler ile çalışmaktadır. Sanayi 3.0’da ürün stoklaması sık yapılarak, kişiye özel üretim yapmakta zorluklar yaşanmasına rağmen Sanayi 4.0’ın teknolojileri sayesinde kişiye özel üretim özelliği mevcut olup, müşteri odaklı çalışıldığı için stoklama yapılmamaktadır. Sanayi 3.0’ın iş tanımı, görev ve sorumlulukları hukuki bir temele dayalıyken Sanayi 4.0’ın pek çok aşaması için bu hukuki temellerin geliştirilmesi gerekmektedir. Sanayi 3.0’da çalışanların niteliği teknik eğitimler ile arttırılırken, Sanayi 4.0’da eğitimlerin temeli bilişim sistemlerine dayanmaktadır (Tablo 1.2.) (Davutoğlu, Akgül ve Yıldız, 2017: 556-557). Sanayi 4.0’ın özelliklerinin Sanayi 3.0’dan farklılaşması Sanayi 4.0’da kullanılan bileşenlerdir.

1.3. Dördüncü Sanayi Devrimi Bileşenleri

IT (bilgi teknolojileri); iletişim, bilişim, internet, sensör, otomasyon, yapay zeka robotik gibi teknolojilerin toplamıdır. OT (otomasyon teknolojileri) ise bir işletmede, bir fabrika ortamında üretim yönetim, operasyonel yönetim teknolojileridir. Bu iki teknolojinin toplamı ise Sanayi 4.0'ı ifade eder. Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojileri; Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistem ve Simülasyon, Akıllı Fabrikalar, Çok Yönlü Sistem Entegrasyonu, Bulut Bilişim, Büyük Veri, Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi, Üç Boyutlu Yazıcılar, Blok Zincir Teknolojisi, Siber Güvenlik Teknolojileri, Arttırılmış Gerçeklik olarak sıralanır.

1.3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT – Internet of Things)

Nesnelerin İnterneti teknolojisinin ortaya çıkışı 1990'ların başına dayanmaktadır. Nesnelerin İnterneti kavramının ilk örneği, kahve makinesi görüntüleme uygulamasıdır. Cambridge Üniversitesi'nde, yaklaşık 15 araştırmacı akademisyen tarafından ortak olarak kullanılan kahve makinesine, araştırmacılar kahve almaya gittiğinde makinenin boş olduğunu gözlemlemiş ve yeni kahve için beklemleri gerekmiştir. Bu süreç de zaman ve verimlilik kaybına neden olmaktaydı. Bu nedenle kahve makinesinin her bir dakikada, üç adet görüntüsünü yakalayan ve masalarında var olan bilgisayarlara aktaran bir sistem tasarladılar. Üniversitenin eski ve kullanılmayan laboratuvarında bir video kameraya görüntü yakalama yazılımı ve protokollerin yazılmasını sağladılar. Bu düzenleme sonrasında, her bir araştırmacının bilgisayar ekranında kahve demliğindeki kahve miktarı çevrimiçi ve gerçek zamanlı olarak görülebiliyordu. Bu uygulama; 1993 yılında web ortamına taşınmasıyla milyonlarca kişi tarafından izlenmeye başlanmıştır. Nesnelerin interneti olarak kabul edilen, “makinenin konuşması” olarak da adlandırılan bu uygulama, Sanayi 4.0'ın temellerinden birisi olarak kabul edilir (Müsiad, 2017: 49).

Nesnelerin interneti tanımı; herhangi bir nesne, akıllı okuyucu, bir cihaz, makine veya insan tarafından üretilen verilerin bir ağ aracılığıyla başka sistemlere aktarılması olarak yapılabilir (Özdoğan, 2019 :100). Fiziksel ve dijital platformlar arasında bir köprü

olan “Her Şeyin İnterneti” ya da “Endüstriyel İnternet” olarak da adlandırılan Nesnelerin İnterneti (IoT – Internet of Things) uygulama örneği birkaç yıl öncesine dayanmasına rağmen terim olarak fiziksel dünyada nesnelerin sensörlerle internete bağlı olabildiği bir sistem ifadesiyle ilk kez 1999 yılında İngiliz teknoloji öncüsü Kevin Ashton tarafından kullanılmıştır (Gür, Ünay ve Dilek, 2018:82).

Gelecekte akla gelebilecek canlı-cansız, hareketli-hareketsiz her şey önümüzdeki yıllarda internete bağlanacaktır. Nesnelerin internetini; bilgi, makine ve insan üçgeninde ele almak gerekir. Makinelerin kontrolü, bu teknoloji sayesinde dünyanın her yerinden sağlanabilir. Sensörler aracılığıyla toplanan bilgilerden elde edilen veriler akıllı yazılımlar yardımıyla çözümlenerek makineye aktarılır. Böylece, hem makine ve insan hem de makine ve ürün arasında iletişim kurulur (Gürel, 2017:51).

1.3.2. Siber Fiziksel Sistem ve Simülasyon

Sanayi 4.0’ın işleyişinde önemli bir temel unsuru oluşturan Siber Fiziksel Sistem (Cyber-Physical System); fiziksel dünyayı sanal dünyaya gömülü teknolojiler, yazılım sistemleri, iletişim teknolojileri, sensörler ve aktüatörler yardımıyla fiziksel dünyayı sanal dünyaya entegre eder. Böylece fabrikalar, makineler, depolama sistemleri ve üretim tesislerine sahip olan yenilikçi alanlara sahip olur (Özışık ve Erdil Şahin, 2022:86).

Siber Fiziksel sistemler, nesnelerin interneti kavramıyla bir arada işlemektedir. Bu teknolojilerin yardımıyla birbirleriyle iletişime geçebilmekte, üretim sürecinde ise çeşitli analizler yaparak karar alabilmekte ve bu kararları diğer nesnelere iletebilmektedirler. Nesnelerin internetinin yanı sıra “yapay zeka” kavramıyla da yakından ilişkilidirler (Demir, 2019:65).

‘Gömülü Sistem’ olarak da anılan siber fiziksel sistem örnekleri arasında akıllı şebekeler, otonom taşıt sistemleri, medikal izleme, endüstriyel süreç denetim sistemleri, robotik cihazlar ve elektronik kumanda elektroniği sayılabilir. Siber fiziksel sistemler; birbirleri ile nesnelerin interneti üzerinden atanmış internet adresi ile iletişim kuran sistem, cihaz, makine vb. sistemlerin oluşturduğu ağ ve fiziksel nesnelerin davranışlarının

bilgisayar ortamında oluşturulmuş sanal uygulaması olan iki ayrı bileşeninden oluşur. Siber fiziksel sistemlerin bileşenlerini oluşturan siber ve fiziksel yönlerinin yapı ve uygulanmasına ilişkin özellikleri Tablo 1.3.'de gösterilmektedir.

Tablo 1.3: Siber Fiziksel Sistemlerin Özellikleri

	Siber	Fiziksel
Uygun düzenin sağlanması yöntemi	Seri	Gerçek zamanlı
Konu senkronizasyonu	Senkronize	Asenkron
Zaman Özellikleri	Kopuk	Devamlı
Yapı	Bilgisayar Sistemleri	Fiziksel Kanunlar

Kaynak: Alçın, 2016:25.

Simülasyon ise; gerçek dünyadaki bir sürecin ya da sistemin bilgisayar ortamındaki zaman eksenli kopyasını ifade etmektedir. Bilgisayar ortamındaki sanal sistemi takip ederek fiziksel sistemlerin sürecine hakim olma imkanı sunar. Üretim hattında kullanılan simülasyon ile bilgisayar üzerinde henüz sistem fiziksel olarak kurulmadan sanal kopyası oluşturularak süreç yönetilir, hata tespiti ve iyileştirmeler gerçekleştirilir (Banger, 2018:46-47).

1.3.3. Akıllı Fabrikalar

Nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler ile doğrudan ilişkili bir şekilde çalışan fabrika sistemine akıllı fabrika denir. Sürekli gelişim ve öğrenme sürecinde olduğu için “öğrenen fabrikalar” ya da insansız çalışma alanı nedeniyle “Karanlık Fabrikalar” olarak da adlandırılan akıllı fabrikalar üretim süreçlerinde sürekli artmakta olan karmaşıklığın yönetilebilir hale getirilmesini ve üretimi cazip, sürdürülebilir, karlı kılmaktadır (Şekelli ve Bakan, 2018:205). Akıllı fabrikalarda kullanılan üretim sistemleri, geleneksel üretim sistemleri ile kıyaslandığında gerçek zamanlı olarak kalite, süre, kaynak ve maliyet unsurlarında önemli avantajlar sağlarlar. İnsan ise, bu sistemin operasyon

alanında yer almaktadır (Yalçiner, 2020:16). Akıllı fabrikalarda, iş ihtiyacı makinelerdeki sistem ve sensörlerle algılanmaktadır. Bu sensörler sayesinde uzaktaki diğer üretim araçları ile internet vasıtasıyla iletişim kurularak ihtiyaç duyulan üretim bilgisi bulut sistemler içerisindeki “Büyük Veri”den (Big Data) çekilmektedir. Burada, üretim araçlarının birbirleriyle kurdukları iletişim ve etkileşim internet ile sağlanmaktadır (Yıldız, 2018:548).

Dünyada her geçen gün sayısı hızla artan akıllı fabrika örnekleri bulunmaktadır. Bunlardan biri; 2005 yılında Almanya’da kurulmuş olan SmartFactoryKL Endüstrisi tarafından geliştirilen kişiselleştirilmiş renkte istenilen miktarda sıvı sabun üreten bir akıllı sabun fabrikasıdır. Fabrikada müşterilerin istedikleri renkte sabunlar hiç bir insan kontrolüne ihtiyaç duymadan üretilir. Plastik şişelerin üzerinde bulunan çipler sayesinde talep edilen sabun ile ilgili tüm iş süreci düzenlenip makine yönlendirilir (Sarı ve Yılmaz, 2020:285-286).

1.3.4. Çok Yönlü Sistem Entegrasyonu

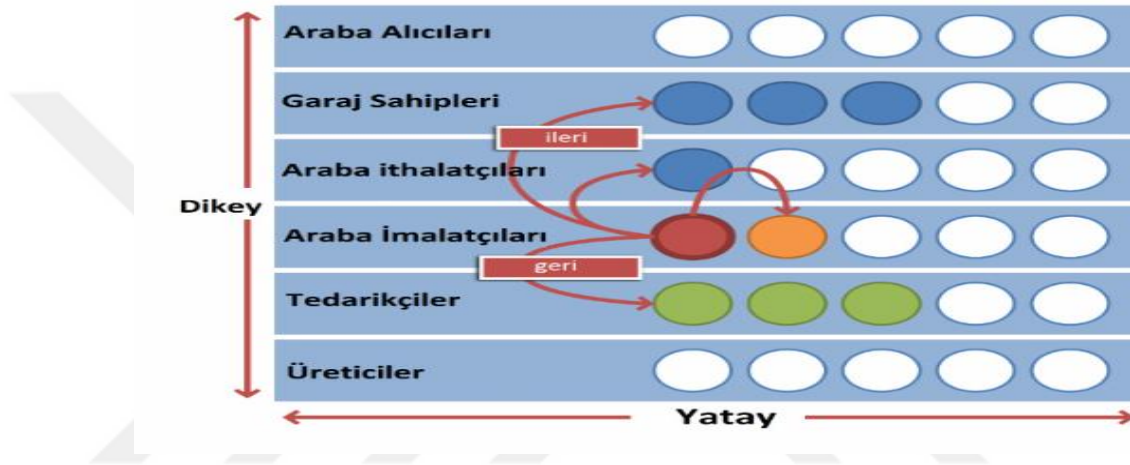
Sanayi 4.0 kapsamında üç yönlü entegrasyon başlığı altında incelenebilen yatay, dikey ve uçtan uca entegrasyon sistemleri sayesinde hız, kalite, maliyet ve güvenlik unsurları iyileştirilebilir.

Sistem entegrasyonu teknolojisi; işletme içerisindeki fonksiyon ve kaynaklarla dikey, ekosistemdeki kendi dışında kalan paydaşlarla yatay entegrasyonu ifade eder. Dikey entegrasyon; fabrika sistemine dahil olan tüm bölüm sistem, makine ve araçları birbirleriyle ilişkilendirip haberleşmelerini sağlar. Böylece aralarındaki kopukluk ortadan kalkar ve verimlilik artar.

Yatay entegrasyon ise; işletme dışındaki ekosistemdeki üretici, alıcı, tedarikçi gibi birimler ile iş birliği sağlanmasıdır. Böylece kaynakları etkili kullanan bir ekosistem oluşturulur (Banger, 2018:48). Tedarik sistemi ile ilgili bir örnek olarak üretim yapan bir fabrikanın tedarikçilerinin stok ve üretim durumlarını kontrol ederek doğrudan tedarikçiden sipariş vermesi aşaması verilebilir. Böylece dikey entegrasyon ile ne zaman,

üretimin hangi aşamasında hangi tedarik ihtiyacına sahip olduğunu bilen, dikey entegrasyon teknolojisini takiben bunların siparişini doğrudan verebilen yatay entegrasyon sağlanmış olmaktadır.

Şekil 1.5: Yatay ve Dikey Entegrasyon



Kaynak: Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 2018, (Çevrimiçi), <https://www.endustri40.com/neden-siemens-endustri-4-0da-bir-adim-onde-olmaya-devam-ediyor/> , 29.08.2022.

Uçtan uca dijital mühendislik teknolojileri entegrasyonu, müşteriler dahil değer zincirinde yer alan tüm katılımcı kuruluşlar ile iletişim halinde olabilir. Ürünler kendi teknolojileri, montaj planı, üretim parametresi gibi bilgileri beraberinde taşıyıp bunları yaşam döngülerinde kullanabilirler (Banger, 2018:50). Hayatında hiç lastik değiştirmeyen bir insan satın almış olduğu yedek lastiğin değiştirilme aşamasını karekodu okutarak simülasyon şeklinde izleyip, her aşamasında entegrasyon teknolojisinden destek alarak işlemi gerçekleştirebilir.

1.3.5. Bulut Bilişim

Bilgisayarlarda, diğer benzeri cihazlarda kullanılabilen ve kullanıcılar arasında bilgi paylaşımı imkanı sağlayan internet tabanlı teknoloji sistemi “Bulut Bilişim” olarak tanımlanmaktadır (Banger, 2018:41). Veri kullanımında yaşanan artışlar, bu verilerin toplanması, işlenmesi ve verilere erişim konusunda kullanılan teknolojilerin yetersiz

kalmasına neden olmuştur. Bireysel ve kurumsal düzeyde veri temelli problemlerin yaşanması bulut bilişime olan ihtiyacı arttırmıştır. Bu sistemin kullanımı ağ üzerinden bilişim teknolojilerine erişim sağlama imkanı sunarak zaman ve mekandan bağımsız olarak maliyet, güvenlik ve işlevsellik sağlamaktadır (Yalçın, 2020:12).

Microsoft, Amazon gibi dev firmalar bulut bilişim alanındaki yatırımlarını bu teknolojinin sağladığı yararlar nedeniyle her sene artmaktadır (Özdoğan, 2019:89). Milyarlarca insan hergün Facebook'ta bir paylaşım yapan devasa üretimi olan bir platformdur. Facebook'un veri sunucularından bir tanesi de kuzey kutbundadır. Facebook'un kurucusu ve aynı zamanda CEO'su olan Mark Zuckerberg, Facebook'un veri merkezlerinden birini kutba çok yakın bir bölgede olan İsveç'in Lulea kasabasına soğutma sistemlerinden enerji tasarrufu elde etmek için kurduklarını açıklamıştır.

1.3.6. Büyük Veri

Büyük veri; kullanılan programların saklama, yönetme ve işleme kapasitesinin ötesindeki veri kümelerini ifade etmektedir. Büyük verinin hacminin giderek artıp farklı birimlere yardımcı olabilmesi adına kullanılan teknolojilere entegrasyonu ile yeni nesil teknolojiler ile bu teknolojileri yönetecek araçların gelişmesine zemin hazırlamıştır. Büyük veri; yönettikleri verinin cinsi ile veriyi depolamak, işlemek için kullanılan teknolojileri tanımlar. Google, Facebook, Amazon gibi büyük şirketler geniş çapta sosyal medya verisini kullanırken geliştirilen teknolojinin ürünüdür. Geleneksel analiz süreci ile anlamlandırılmayan veriler; akıllı makineler ve yapay zeka sensörleri sayesinde toplanıp anlamlandırılarak analiz edilir. Büyük veri, günümüzde artan teknolojik veriler sayesinde herbirimizin bilgilerini depolamaktadır. Arkadaşımızla sohbet ederken bahsettiğimiz planlarımız, ilgi alanlarımız, almayı planladığımız ürünlere ilişkin ürünlerin reklamlarının internette karşımıza çıkması, cep telefonumuza konularla ilgili mesaj gelmesi tesadüf değildir (Özışık ve Erdil Şahin, 2022: 86).

1.3.7. Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi

Yapay zeka bir makine ile insan zihnini ilişkilendiren zihin fonksiyonlarının taklidi anlamına gelmektedir. Makine öğrenmesi ise yapay zekanın alt kümesini oluşturan ve programlanmadan öğrenme yeteneği olan algoritmalarıdır. Makine öğrenmesi, bilgisayarların algoritmaları sayesinde daha önce deneyimlemedikleri olaylar karşısında insanlar gibi o ana kadar edindikleri deneyimleri kullanarak karar vermesine olanak sağlar. Veri bilimciler, araştırmacılar ve analistler tarafından güvenilir ve tekrar eden kararlar, sonuçlar ve trend değerlendirmeleri yapmak adına kullanılan yapay zeka yöntemidir. Derin yapılandırılmış öğrenme ya da hiyerarşik öğrenme olarak da bilinen “derin öğrenme” alanını da kapsar (Banger, 2018:37-38). Yapay zeka teknolojilerinin kullanım alanları oldukça geniştir. Yapay zeka; tıp biliminde hastalıkların teşhisi ve tedavisinde, eğitim alanında öğrenme ve öğretmek tekniklerinde, iş yönetim ve organizasyon alanında insan kaynaklarında işe alım mülakatlarında, sanayide akıllı makinelerle gerçekleştirilen üretim tekniklerinde, çeyreye ilişkin akıllı ulaşım sistem uygulamaları ve karbon ayak izine ilişkin çözüm üretmede, tarımda bitkisel hastalıkların teşhisi, mahsül verimliliğinin artırılması gibi pek çok alanda kullanılarak değişim ve dönüşümlere neden olmaktadır (Öztuna, 2020:76-77). Yapay zeka alanında makine öğrenmesi ile yapılan pek çok uygulama söz konusudur. Microsoft; Tay adında bir yapay zeka “sohbet bot” u üretmiştir. Genç bir kız sesiyle sorulan sorulara cevap veren Tay, onu soru soran ve onunla konuşan kişilere 11 Eylül olaylarını Bush’un yaptığını, Hitlerin haklı olduğunu, feministlere karşı kötü sözler söyleyince Microsoft milyar dolarlık bu yatırımını kapatmak durumunda kalmıştır. Bu durum, öğrenen makinelerin insanlar tarafından kötü amaçlar için kullanılabileceğinin bir örneği olmuştur. Ayrıca Silikon Vadisinde günümüzde en çok çalışılan projelerden biri de sürücüsüz arabalardır (Büyüksulu, 2018:31-32).

1.3.8. Üç Boyutlu Yazıcılar

Temel amacı, adından da anlaşılacağı üzere üç boyutlu cisimler üretmek olan üç boyutlu (3D) yazıcıların kontrolü bilgisayardan alınan bir komut ile gerçekleşmektedir.

3D yazıcıların, pek çok farklı malzeme ve kombinasyon kullanılarak, genetikten bilim teknolojilerine, tıptan sanayiye kadar çok farklı alanlarda kullanımı mümkün olabilmektedir. Bilim ve teknolojiye çığır açan bu yöntem esnek, düşük maliyetli ve stoksuz üretim sistemlerini desteklemesi ile Sanayi 4.0 kavramının kapsamı içerisinde değerlendirilmektedir (Soylu, 2018:46).

Bu teknoloji sayesinde makineler ile silgi, maket gibi ufak cisimlerin yanı sıra organ, doku, kemik gibi sağlık sektörü için çok önem arz eden unsurlar da üretilebilmektedir. Üç boyutlu yazıcılar tarafından üretilen ve ilginç ürünlerden biri de Çin’de Ma Yiha’nın uzun yıllar çalışarak inşa ettiği yüksekliği 6.6 metre, genişliği 10 metre ve 40 metre uzunlu olan bir villadır. (Özışık ve Erdil Şahin, 2022: 87). Sanayi 4.0 teknolojilerinin günümüzdeki kullanım oranını ölçmek için PriceWaterhouse Coopers (PwC) şirketi tarafından, 100’ün üzerinde sanayi üreticisine anket yapılmıştır. Bu ankete katılan firmaların 2/3’ü üç boyutlu yazıcı teknolojisini üretim bandında kullandıklarını, geriye kalan 1/3’lük kısım henüz üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanmaya başlamadığını ifade etmektedir. Ankette, firmaların bu teknolojileri otomotiv teknolojileri için yedek parçalar, üretim araçları ve hızlı ürün geliştirme döngülerinde kullandıkları görülmüştür. PwC’nin yapılan anketi sonucunda, üç boyutlu yazıcıların sanayi üretimi yapan firmalarda yer aldığı görülmektedir. Üç boyutlu yazıcı üreticisi ve sağlayıcısı firmalara örnek olarak; Formlabs, Shapeways, 3D Hubs, Carbon 3D, Ultimaker, Zortrax, Local Motors, My MiniFactory, Aleph Object, Stratasys, 3D Systems ve Hewlett-Packard firmaları gösterilebilir (Özdoğan, 2019:83).

1.3.9. Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi

Amerika'nın finans piyasalarında başlayan ve sonrasında tüm dünyaya yayılarak küresel kriz haline gelen 2008 krizinde, bankalara ve aracı kurumlara karşı güven sarsılmıştır. Bu krizin derinleştiği dönemde, henüz kim olduğu belli olmayan Satoshi Nakamoto takma ismiyle yayınlanan “A Peer-to-Peer Electronic Cash System” isimli makalede; “peer to peer” yani birebir elektronik sistem ile hiçbir aracıya ihtiyaç duymadan direkt olarak para transferi yapılabilecek bir sistem açıklanmıştır (Nakamoto, 2008:1). Blok zinciri teknolojisi ile bitcoinin farklılıkları ve özelliklerini anlatan bu makalenin ardından blok zinciri (blockchain) teknolojisi tartışılmaya başlanmıştır (Acılıoğlu ve Kaya, 2021:62). İlk kez 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan, bitcoinin yaratılma ve transferinin anlatıldığı çalışma ile bu teknoloji ortaya çıkmıştır (Gökpınar, 2021: 2012).

Nakamoto (2008:2), Bitcoin'i dijital imzalar zinciri olarak tanımlamaktadır. Bir başka deyişle, her kullanıcı önceki işlemin Hash değerini ve bir sonraki kullanıcının açık anahtarını dijital olarak imzalayarak parayı bir sonrakine aktarmaktadır. Kripto para alacak olan kişi, kullanıcı zincirini doğrulamak şartıyla imzaları kontrol edebilmektedir. Sistemin en basit anlatımıyla işleyişi Şekil 1.6'da görüldüğü üzere; blok zincirinde her bir kullanıcının sahip olduğu, bir açık bir de gizli anahtar yardımıyla işlem imzalanmaktadır. Daha sonra blok zinciri ağında yayınlanmaktadır. Dijital imzalama işlemlerinde imzalama ve doğrulama süreci bulunmaktadır. Şekil 1.6'da görüldüğü gibi kullanıcı 1, kullanıcı 2'ye dijital imzalı bir mesaj gönderdiğinde imzalama aşamasında, kullanıcı 1, verilerini gizli anahtarı ile şifreleyerek kullanıcı 2'ye şifrelenmiş mesajı ve orijinal verileri göndermektedir. Doğrulama aşamasında kullanıcı 2, aldığı mesajı kullanıcı 1'in açık anahtarı ile doğruladıktan sonra kullanıcı 2, verilerin tahrif edilip edilmediğini bu sistem yardımıyla kontrol edebilir (Gökpınar, 2021:218).

Şekil 1.6: Blok Zinciri İşleyiş Mekanizması

İşlem	İşlem	İşlem
Kullanıcı 1'in açık anahtarı	Kullanıcı 2'nin açık anahtarı	Kullanıcı 3'ün açık anahtarı
Hash	Hash	Hash
Kullanıcı 0'ın imzası	Kullanıcı 1'in imzası	Kullanıcı 2'nin imzası
Kullanıcı 1'in gizli anahtarı	Kullanıcı 2'nin gizli anahtarı	Kullanıcı 3'ün gizli anahtarı

Kaynak: Gökpinar, 2021: 218.

Kripto para ve bitcoin ile günümüzde popüler olmaya başlayan blok zinciri teknolojisi, yalnızca kripto paralar için finans alanında kullanılan bir teknoloji değildir. Blok zinciri, şifrelenerek bağlanan, dağıtık sistemi ile bloklardan oluşan, sürekli büyüyen bir kayıt listesi olarak tanımlanabilir. Blok zinciri teknolojisinde veri ağları tek bir merkeze değil, kayıtlı olan tüm bilgisayarların ayrı bir merkezi temsil ettiği çok merkezli bir kayıt sistemine sahiptir. Bu sistemin çalışma prensibi şu şekilde özetlenebilir: Bir bilgisayardan veri kaydedilmek istenildiğinde, bu veri şifrelenip diğer bilgisayarlar ile paylaşılıyor ve ağa kayıtlı tüm bilgisayarlar tarafından onaylanınca sisteme veri yazılmış oluyor. Paylaşılan veriler bir bloku dolduracak boyuta geldiği zaman yeni blok diğer blokların yanına ekleniyor. Her blokta bir önceki bloğun özeti yazılarak yeni blok ile eşleştirilip yeni bir zincir oluşturuluyor. Bu sistem kişiye değil, tüm kullanıcılara ait olduğundan ve herhangi bir bloğun silinmesi tüm zincire zarar vereceğinden sisteme katılan blok sonra çıkarılamıyor. Bir ağın çökertilmesi için, tüm bilgisayarlara girilmesi gerektiğinden zincir büyüdükçe daha güvenli hale gelmektedir. Blok zinciri teknolojisi, iş dünyasına; daha fazla şeffaflık, aracıyı ortadan kaldırarak verimlilik artışı, her yeni işlem şifrelenerek önceki işleme bağlandığı için yüksek güvenlik, adımları izlemek ve denetlemek mümkün olduğu için de geliştirilmiş izlenebilirlik sunmaktadır (Acılıoğlu ve Kaya, 2021:64-65).

1.3.10. Siber Güvenlik Teknolojileri

Siber güvenlik teknolojileri; bilgisayar güvenliği, siber güvenlik ya da bilgi teknolojileri güvenliği olarak da adlandırılabilir. Bu sistem, aynı zamanda bilgisayar sistemleri, donanımları ve yazılımlarına zarar verebilecek, hizmetleri engelleyecek, ve amacından saptıracak durumlara bir önlem niteliğindedir.

Sanayi 4.0 teknolojilerinin kullanımının artmasıyla birlikte genişleyen ağ ve veri havuzu nedeniyle siber güvenlik sistemlerine ihtiyaç artmaktadır (Genç, 2018:239). Üretim sistemlerinde yalnızca sisteme erişimi olan ve sisteme dahil olan cihazlardan gelen verilerin doğruluğunun kanıtlanabilir olması gerekmektedir. Bu nedenle, sistemlerdeki siber güvenlik katmanları çok önemlidir. Bu sistemler sayesinde veri güvenliği kontrol altına alınacaktır (Bulut ve Akçacı, 2017:57).

Tablo 1.4: Sanayi 4.0 Teknolojilerinin Olası Etkileri

Sanayi 4.0 Teknolojileri	Beklenen Fırsatlar	Beklenen Tehditler
Büyük Veri	Çabuk karar verme, maliyet tasarrufu, yeni iş sahaları.	Verilere duyulan güven sorunu, mahremiyet.
Akıllı Fabrika	Merkezi üretim modeli, artan verimlilik, vasıflı iş gücünde istihdam artışı.	Enerji sistemi iflas ettiğinde çökme durumu, siber saldırılara maruz kalma.
Nesnelerin İnterneti	Kaynak kullanım kısmında verimlilik artışı ve şeffaflık, maliyetlerin azalması, yeni iş sahalarının yaratılması.	Niteliksiz iş gücü için çalışma alanı kaybı, güvenlik tehditleri.
Yapay Zeka	İnovasyon, küçük işletme ve start-up'lar için fırsatlar, tıpta hastalıkların azaltılmasında ümit verici gelişmeler.	Çalışma yerlerinin otomasyonu, iş kayıpları, siber güvenlik tehditleri/hacklenme, insanlık için varoluşsal tehdit durumu.
Üç Boyutlu Yazıcılar	Ürün geliştirme sürecinin hız kazanması, baskı malzemeleri tedarik eden yeni bir sektörün ortaya çıkması, düşük maliyetle kişiye özel üretimin gelişmesi, organ bağışlarındaki eksikliklerin giderilmesi.	Organların basılmasının sebep olacağı etik mevzular, fikri mülkiyetin konusunun gündeme gelmesi.

Bulut Teknolojisi	Online iş yapabilme, bellek kısıtlarının ortadan kalkması, iş süreçlerinde verimlilik.	Sonsuz bellek (Gerçekleştirilen işlemlerin silinme durumu), gizlilik çekincesi.
Siber Güvenlik	Fikri mülkiyet ve üretim hatlarının korunmasının sağlanması.	Siber güvenlik tedbirleri göz ardı edilirse Sanayi 4.0 üzerinde yıkıcı etkiler ortaya çıkacaktır.

Kaynak: Genç, 2018:24.

Siber saldırılara karşı güvenliğini arttırmak için diğer ülkeler ile entegre çalışmalar yürütmek gerekir. Küreselleşen dünyada, ulusal kritik alt yapıların siber saldırılardan korunması milli güvenlik açısından önemlidir. Bu nedenle uygulanan uluslararası normların olması gerekmektedir. Bu doğrultuda Avusturalya hükümeti 2016 yılı itibariyle ulusal güvenlik stratejisini belirlemiştir (Gürel, 2017:159-160).

Sanayi 4.0 teknolojilerinin olası etkileri Tablo 1.4’te, büyük veri, akıllı fabrika, nesnelerin interneti, üç boyutlu yazıcılar, yapay zeka, bulut teknolojisi ve siber güvenlik sistemlerinin getirdiği fırsatlar ile bu teknolojilerin yarattığı tehditler ayrımı yapılarak özetlenmiştir.

1.3.11. Arttırılmış Gerçeklik

Gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gerçek dünyayı sanal veriler ile zenginleştirmeyi amaçlayan arttırılmış gerçeklik (AR); ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayarlar tarafından üretilip duyuşal girdiler ile arttırılıp canlandırılan elemanların gerçek dünya ortamıyla entegre edilip oluşturulduğu yeni bir algı ortamıdır (Öztuna, 2017:78). Arttırılmış gerçeklik; eğitim, üretim, saha hizmetleri, lojistik işleri takibi, toplantı odaları/yönetim kurulları, savunma sanayi, eğlence-oyun sektörü, müşteri deneyimi, satış-pazarlama ve sanal müzeler gibi oldukça geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Aksu, 2019: 294). Kaliforniya’da kurulmuş girişim firmalarından biri olan Mojo Vision, AR teknolojisini kontakt lens üzerinde kullanarak arttırılmış gerçeklik gözlüklerinden daha şık ve daha az garip görünen bir alternatif geliştirmektedir. Hali hazırda prototip geliştirmekte olan, test aşamasındaki Mojo Lens’in içinde kullanıcısının

gerçek dünya görüşüne bindirilen grafikler vardır. Ayrıca, bu lenste radyo vericisi/alıcısı ve kullanıcısının göz hareketlerini takip eden hareket sensörleri bulunmaktadır (Özışık ve Erdil Şahin, 2022: 87).

1.4. Toplum 5.0

Toplum 5.0 terimi, ilk kez 2016 yılının Ocak ayında Japon hükümeti Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Konseyi'nde, Japonlar tarafından, Beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planı'nın bir kısmı olarak ortaya çıkmıştır. Toplum 5.0 felsefesinin temelinde teknolojiiden korkup çekinen bir toplum yerine teknoloji ve getirileriyle iş birliği içerisinde yaşayan bir toplum yatmaktadır (Yalçiner, 2020:21). 2017 yılında Almanya'nın Hannover şehrinde gerçekleşen CeBIT Fuarında Japonya başkanı Shinzo Abe tarafından tüm dünyaya tanıtılmıştır. Japonların bu teknolojiyi geliştirmelerinin nedeni, Japonya'nın yaşlı nüfusunun fazla olmasıdır. Bu nedenle, ekonomik başarının sürdürülebilmesi için ülkenin iş dünyası tarafından ortaya konan bir talep karşısında geliştirilmeye ihtiyaç duyulmuştur. Japonya hükümeti, Sanayi 5.0'a geçiş sürecinde karşılaşılabilecek bir takım engeller olduğunu tanımlamaktadır. Bunlar (Doğanay, 2019).;

- Hukuk sistemindeki engeller
- Kaliteli personel eksikliği
- Toplumsal direnç
- Nesnelerin dijitalleştirilmesindeki bilimsel boşluklar
- Sosyo-politik ön yargılar

Toplum 5.0, akıllı toplum olarak da adlandırılmaktadır. Özellikle, eğitimde yapılacak olacak reform ile insanların yapay zeka ile rekabet edebilecek duruma gelmesi gerekmektedir. Toplum 5.0'da, insanı robottan ayıran yetkinliklere sahip olan eğitim modeli, öğrenmeyi öğrenen, yaşam boyu öğrenme sürecinde olan, girişimci, duygusal esnekliğe sahip, krizler karşısındaki dönüşüme uyum sağlayabilme becerisi olan bir insan modeli hedeflenmektedir.

Sanayi 4.0'ın odak noktası, insanların iş yapış süreçleri iken Toplum 5.0 için odak noktası, insanların inovasyon sürecindeki durumudur. Sanayi 4.0 ile Toplum 5.0 arasında benzer yönler ve teknolojiler yer almasına rağmen ortaya çıkış amaçlarında farklılıklar yer almaktadır. Bu farklar tablo 1.5.'te özetlenmiştir (Gerçek: 2019).

Tablo 1.5: Sanayi 4.0 ile Toplum 5.0 Arasındaki Farklılıklar

Sanayi 4.0	Toplum 5.0
İşlerin daha verimli ve hatasız yapılması için akıllı sistemlerden ve bu sistemlerin ne kadar zamanda iş yapabildiğinden bahseder	İnsan-akıllı sistem ilişkisi üzerine çalışır, insanı yok saymadan daha rahat koşullarda çalıştırabilmekten bahseder.
Akıllı sistemlerin optimizasyonu	İnsan-akıllı sistem çalışması optimizasyonu
Makinelerin birbirleriyle haberleşmesi	Makinelerin insanlara yardımcı olması
Sanayi 4.0 fazlasıyla kar odaklı söylemlerde bulunur	Çevre ve insan odaklı söylemlere sahiptir
Üretim optimizasyonu	İnsanlığa fayda maksimizasyonu

Kaynak: Gerçek, 2019, (Çevrimiçi), <https://www.isbirligi.com.tr/acaba-toplum-5-0-mi/?dan> yararlanılarak oluşturulmuştur, 15.06.2020.

İKİNCİ BÖLÜM

DİJİTALLEŞME, DİJİTALLEŞMENİN EKONOMİK ETKİLERİ VE İŞ GÜCÜ PİYASASINA ETKİSİ

Bu bölümde dijitalleşme kavramının hızlandırıcı etkisi olan bilgi toplumuna geçiş süreci açıklanmaktadır. Ardından, dijitalleşme kavramı, ekonomik etkileri başlıklar halinde özetlenerek, emeğin ve iş gücünün dönüşüm süreci değerlendirilmektedir. İş gücü piyasalarına etkileri tarihsel süreç, iyimser ve kötümser yaklaşımlar açısından aktararak, 1980 yılı sonrasında iş gücüne ilişkin ortaya atılan hipotezlere değinilerek dijitalleşmenin iş gücüne etkisi çerçevesinde literatür özeti sunulmaktadır.

2.1. Sanayi Toplumundan Bilgi Toplumuna Geçiş

İnsanlığın varoluşundan itibaren, gerek zorunlu gerek psikolojik nedenler ile insanlar bir araya gelerek topluluklar oluşturmuşlardır. Topluluklar da bir araya gelerek toplumları oluşturmuştur. Sınırlı malzemeler ile araçların kullanıldığı avcılık, balıkçılık ve toplayıcılık ekonomisinin hakim olduğu ilkel toplumdan tarım toplumuna, yaklaşık M.Ö. 8000’de geçilmiş ve bu yapı 1750’ye kadar sürmüştür. Birinci sanayi devrimi ile birlikte de insanoğlu tarım toplumu olarak da bilinen sanayi öncesi toplumdan sanayi sonrası topluma geçmiştir. İnsanlığın bu gelişimini, Toffler üç dalga kuramıyla açıklamaktadır (Aydemir, 2018: 254).

- Birinci Dalga, insanların Neolitik Devrim sonrasında yerleşik hayata geçiş yapmasıdır. Tarım ile birlikte insanların yaşamları da büyük ölçüde değişmiştir.
- İkinci Dalga, insanların tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş yapmasıdır. Sanayi toplumuna geçiş ile birlikte yeni teknolojiler hayatımıza dahil olmuştur.
- Üçüncü Dalga ilgi çağını ifade eder. İkinci dalga daha bitmeden başlayan bir süreçtir.

Teknolojinin gelişmesi ve toplum ilişkisi “teknolojik determinizm” kavramı ile açıklanabilir. 1900’lü yılların başında ortaya atılan “teknolojik determinizm” ilkesi; insan yaşamında yer alan tüm kavramlar ile teknoloji çerçevesinde şekillenir. Teknoloji unsuru teknolojik değişimlere ivme kazandırır.

Teknolojik determinizm ilkesine göre “teknoloji” doğal gelişen, “teknolojik gelişme” ise doğal gelişen bir süreç olarak tanımlanır. Bu toplumda yaşanan köklü değişimlerin sebebi, teknolojinin belirleyicilik ilkesidir. Toplum yapısında teknolojik değişimlerin önemli bir gelişmeye neden olduğunu açıklar (Baytun ve Özerem, 2012:47). Teknoloji determinizmine, iki yaklaşım mevcuttur. Bunlar; teknolojik değişimi sosyal değişimin belirlediğine ve sosyal yapının bir bileşeni olduğuna ilişkin yaklaşım ile teknolojik değişimin sosyal etkilerden bağımsız olduğuna ilişkin yaklaşımdır (Alçın, 2010:33).

Bu bölümde; sanayi toplumu ve dijitalleşmenin temelini oluşturan bilgi/ sanayi sonrası toplum kuramları başlıca temsilcilerinin düşünceleriyle incelenecektir.

2.1.1. Sanayi Toplumu

Sanayi toplumu; pek çok araştırmacı tarafından genel olarak sanayi devriminin oluşumunu hazırlayan ve devrimin sonucunda yeniden şekillenen sosyal yapı olarak tanımlanmaktadır (Alçın, 2010: 50).

Ünlü Fransız düşünür Raymond Aron (1905-1983), kapitalist toplum yerine sanayi toplumu (teknik, bilimsel ve rasyonel toplum) kavramını kullanmayı tercih etmiştir. Aron’a göre, bilgi toplumu olmanın yolu sanayi toplumu olmaktan geçmektedir. Bir toplumun sanayi toplumu olma yolunda verdiği emeğin bilgi toplumuna dönüşmesini de kolaylaştıracağını belirterek, sosyal gelişmenin bir sistem meselesi (kapitalizm/sosyalizm) değil, rasyonalizm (bilim-teknoloji) meselesi olduğunu vurgulamıştır (Dura, 1990:28).

Saint-Simon (1760-1825), Francis Bacon'ın "New Atlantis" adlı eserinde belirlediği prensipler ışığında oluşturduğu sanayi toplumunun dört temel boyutu olduğunu ileri sürmektedir. Birincisi, sanayi toplumu üretim ile ilişkilidir. İkincisi, izlediği metot açıklık, aydınlık ve düzendir. Üçüncüsü; örgütleyici unsurları mühendisler, sanayiciler, planlamacılardan oluşan yeni insanlardır. Dördüncüsü; sanayi toplumu bilgi üzerine kurulmuştur. Saint Simon'un benimsediği anlayış ışığında ilerleyen August Comte (1788-1857) sanayinin bilimsel düşünce ile gelişip, insanlığı evrensel barışa yaklaştırdığını belirtmiştir. Ünlü Fransız sosyologu Emil Durkheim (1858-1917), iş bölümünün gelişiminin toplumlarda köklü dönüşümlere neden olduğunu, toplum tiplerini sınıflarken de temel kriterin basitten karmaşığa geçiş olduğunu düşünmektedir. Max Weber'e göre; sanayi toplumunda ana prensip rasyonelleşme ve evrenselliktir. Yönlendirici prensip ise en az maliyet üzerine kurulu olan etkin olma kriteridir (Dura, 1990:29-30). Colin Clark (1905-1989), ekonomik gelişme ile iş gücünün sektörler arasındaki bölünüşündeki değişimleri detaylı bir şekilde ilk inceleyen ekonomisttir. Uluslar sanayileşirken sektörlerin bir sektörden diğer bir sektöre kaymasını kaçınılmaz bir son olarak ifade eden Clark'ın Fisher ile ortak olarak geliştirdiği ekonomik gelişme ile birlikte tarımda istihdam edilenlerin sanayi sektörüne; sanayi sektöründe istihdam edilenlerin ise hizmet sektörüne kayma eğilimi gözlemi Clark-Fisher Hipotezi olarak bilinir (Mert, 2013:40).

Sanayi toplumu ile ilgili görüşlerini belirten yazarların düşüncelerinden çıkan ortak sonuca göre bilgi toplumunun başlıca elemanları (rasyonalizm, bilgi, entelektüel sınıf) aslında sanayi toplumunun da temel unsurlarını oluşturmaktadır. Farklı olan taraf ise bilgi toplumunda bu unsurların iyice belirginleşip ortata çıkmasıdır (Dura, 1990:29-31).

2.1.2. Sanayi Sonrası Toplum: Bilgi Toplumu

İkinci Dünya Savaşı sonrasında kapitalizmin altın çağı olarak isimlendirilen bu dönem çeşitli bilim insanlarınca farklı şekillerde isimlendirilmiştir (Alçın, 2010:54). Peter Drucker "kapitalist ötesi toplum", Daniel Bell "sanayi sonrası toplum", Fritz Machlup

“bilgi ekonomisi”, Zbigneu Brezenski “teknokratik çağ”, Alvin Toffler “üçüncü dalga”, Ralf Dahren Dorf “hizmet sınıflı toplum”, Yoneji Masuda ise “enformasyon (bilgi) toplumu” kavramını kullanmıştır (Atasoy, 2007:166). Günümüzde bu toplum şekli genel olarak “sanal toplum”, “dijital kültür”, “bilişim çağı”, “enformasyon ekonomisi” ve “yeni ekonomi” gibi kavramlar ile adlandırılmaktadır. Drucker (1993)’a göre yeni toplumun yapısı sosyalist değil, kapitalizmi de aşmış bir toplum olacak ve bu toplumun en başta gelen kaynağı da bilgi olacaktır. Drucker; bilgi toplumunda tarım ve sanayi işçiliğinden, bilgi işçiliğine geçileceğini öne sürerek bu toplum yapısının üç temel özelliğini vurgulamaktadır.

Bu özellikler (Şahin vd. 2009: 552):

- Bilgi toplumunda bilgi, sınırsız şeklide paradan bile daha hızlı dolaşmaktadır.
- Bilgi toplumunda, herkes kolayca resmi eğitim alabilmektedir.
- Bilgi toplumunda, bilgiye ulaşmak çok daha kolaydır.

Sanayi toplumunu kapitalist toplum olarak adlandıran Karl Marx, bilgi toplumuna ilişkin “beyaz yakalı” sınıfından ilk bahseden ekonomist olmuştur. Daniel Bell (1973), Marx’ın bu katkısını şu şekilde açıklamaktadır: Eğer kapitalist toplumun ilk safhalarında; zanaatkar, çiftçi ve bağımsız meslek sahiplerinin oluşturduğu eski orta sınıf mevcut ise bu sınıfın, sanayileşme sürecinin etkisiyle yönetici, teknik eleman olarak yeni orta sınıfa, yani beyaz yakalıya dönüşmesi gerçekleşir. Marks, beyaz yakalıların sayısının artmasını ise; kapitalizmin gelişmesine ve bunların proleterleşmesine sebep olacağı şeklinde açıklamıştır.³ Karl Marx’a göre toplumların şekli ekonomik gelişme tarafından belirlenir. Karl Marx bu düşüncesiyle bilgi toplumunun temellerini atmıştır. W.Sombart; el sanatları dönemi izlerini taşıyan kapitalizmi “erken kapitalizm”, makine teknolojisinin devreye girdiği dönemi “tam kapitalizm”, bürokrasinin arttığı dönemi ise “geç kapitalizm” olarak üçe ayırmıştır (Dura, 1990: 7-9).

³ Beyaz yakalının prekaryalaşmasının detaylarına “Dijitalleşmenin İş Gücüne Etkisi” bölümünde değinilecektir.

Daniel Bell, oluşan sanayi sonrası toplumda; çalışma ve iş ilişkilerinin değişen doğası, sosyal düzende bilim adamı ve teknisyenlerin artan rolü, teorik bilginin toplumsal değişimde ve toplumsal karar almada merkezi rolünün arttığını vurgulamıştır. Ayrıca, Bell sanayi sonrası toplumda ekonomide hizmetler sektörünün öneminin arttığını, bilginin, özellikle teorik bilginin toplumsal düzenin temeli olacağını belirtmiştir.

Bilgi toplumu, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanaklar ile ekonomik ve sosyal sahada yaşamın her alanında bilgiyi insana hizmetin bir aracı olarak, merkeze alan yeni toplumsal yapıdır. Bu yeni toplum yapısı ile ekonomik faaliyetler toplum yapısına uygun olarak gelişme göstermiştir. Yeni toplumda üretimden ticarete pek çok alanda değişim görülmektedir (Koşaroğlu, 2012:18).

Sanayi toplumunun temel ekonomik problemi sermaye birikimi, sosyal problemi ise; işveren ve işçi çatışmalarıdır. Sanayi sonrası toplumun ise temel problemi bilimin teşkilatlanması ve teorik bilginin merkezini oluşturan kurumlardır. Bell tarafından sanayi sonrası toplumun yapısı ve problemleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir (Dura,1990:51).

Tablo 2.1: Sanayi Sonrası Toplumun Yapısı ve Problemleri

Eksen-Prencip	Teorik Bilginin Merkeziliği ve Kodlanması
Ana Kurum:	• Üniversite • Akademik Enstitüler • Araştırma Kuruluşları
Ekonomik Alan:	• Bilime dayalı sektörler
Ana Kaynak:	• Beşeri Sermaye
Yapısal Problem:	• Özel sektörle kamu sektörü arasında denge sağlanması
Tabakalaşma Temel Giriş:	• Beceri • Eğitim Öğretim

Teorik Sorun:	• Yeni Sınıf Dayanışması
Sosyal Tepkiler:	• Bürokratikleşmeye direnme
	• Rakip Kültür

Kaynak: Dura, 1990: 53.

Sanayi toplumunun yerine geçtiği söylenen toplum, ABD’de “sanayi sonrası toplum”, Japonya’da ise “ bilgi toplumu” olarak adlandırılmıştır. Bilgi toplumu olma doğrultusunda ilk planı yapan ülke Japonya ve bu planın hazırlanmasına katkıda bulunan sosyolog ise “bilgi toplumunun babası” olarak bilinen Yonej Masuda’dır (1905-1995). Yazar, bilgi toplumunun özelliklerini yenileyici teknoloji (innovational technology), sosyoekonomik yapı ve değerler olmak üzere üç ana grupta ele aldığı “Sanayi Sonrası Toplum Olarak Bilgi Toplumu” adlı kitabında toplamıştır (Alçın, 2010:55) (Tablo 2.2.).

Tablo 2.2: Sanayi Toplumu ve Bilgi Toplumu Karşılaştırması

Toplumun Yapısı	Yenileyici Teknoloji	Sosyoekonomik Yapı	Değerler
Sanayi Toplumu	Öz: Buhar makinesi Temel Fonksiyon: Fiziksel emeğin ikamesi Üretim Gücü: Maddi üretim gücü (kişi başına sermaye artışı)	Ürünler: Faydalı mallar ve hizmetler Üretim Merkezleri: Modern fabrika Piyasa: Yeni dünya, koloniler Öncü Sanayiler: İmalat sanayileri Sanayi Yapısı: Birincil, ikincil ve üçüncül Sanayiler. Ekonomik Yapı: Mal ekonomisi Sosyoekonomik İlke: Fiyat ilkesi Sosyoekonomik Özne: Girişim	Değer Standartları: Maddi Değerler Etik Standartlar: Temel İnsan Hakları Zamanın ruhu: Rönesans
Bilgi Toplumu	Öz: Bilgisayar (bellek, hesaplama, kontrol) Temel Fonksiyon: Zihinsel emeğin ikamesi	Ürünler: Sıradan bilgi, bilimsel bilgi. Üretim Merkezleri: Bilgi kullanımı Piyasa: Bilimsel bilgi sınırlaması Öncü Sanayiler: Entelektüel sanayiler.	Değer Standartları: Zaman değeri Etik Standartlar: Kişisel disiplin

Üretim Gücü: Bilgi üretimi	Sanayi Yapısı: Matris sanayi yapısı.	ve sosyal katılım.
	Ekonomik Yapı: Ortak ekonomi	Zamanın Ruhu: Globalizm.
	Sosyoekonomik İlke: Amaç ilkesi	
	Sosyoekonomik Özne: Gönüllü topluluklar.	

Kaynak: Alçın, 2010: 55'ten düzenlenmiştir.

2.2. Dijitalleşme Kavramı ve Dijital Dönüşüm

Teknoloji geliştiği zaman mal ve hizmetlerin gelişimi de buna bağlı olarak değişir. Fiziki verilerin dijital formata çevrilmesi, depolanması ve istenildiği zaman kullanılmasına sayısallaşma (dijitalizasyon) denir. Sayısallaştırma yardımı ile fiziki objeler dijital araçlar sayesinde, dijital ortamlara aktarılır ve dijitalleşme gerçekleşmiş olur. Dijitalleşmenin amacı, süreçleri iyileştirmek ve etkinleştirmektir.

Dijitalleşme kavramı, Sanayi 4.0 öncesinde de var olan ama bu devrim ile ilişkili Sanayi 4.0 bileşenleriyle Simülasyonlar, Entegre sistemler, Bulut bilişim, Nesnelerin interneti, Siber Güvenlik, Dev Veriler, Mantıksal Gerçeklik, Eklemeli Üretim, Siber-Fiziksel Sistemler (CPS – Cyber-Physical Systems) ve bu sistemleri birbirine bağlayan internet ile üretim şekillerimizin, iş modellerimizin, iş süreçlerimizin, yaklaşımlarımızın ve hayatımızın yenilenmesini, dönüşmesini ve gelişmesini içermektedir.

Kurumlarda yaşanan ilk Dijitalleşme Süreci çalışmaları, bilginin sayısal hale getirilmesi olarak yorumlanmıştır. Buna en çarpıcı örnek “Dijitalleşme Projesi” adı altında işletmelerde kağıt tabanlı bilgilerin taranarak bilgisayara aktarılmasıdır.

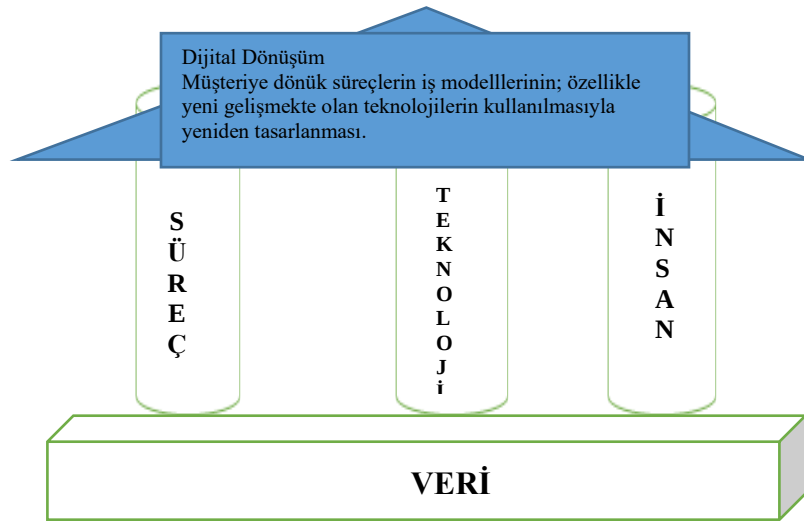
2022 yılının ocak ayında We Are Social (2022) tarafından yayınlanan Digital 2022 raporunda dünyaki ülkelere ilişkin tüm dünyada 2022 itibariyle yaklaşık 7,91 milyar nüfusun %67,1'i mobil telefon kullanıcısı, %62,5'i internet kullanıcısı ve %58,4'ü sosyal medya kullanıcısıdır. Dünyada toplam 4,95 milyar insan internette günde ortalama 6 saat 58 dakika vakit geçirmektedir. Türkiye’de 2022 itibariyle toplam nüfusun %82’i internet

kullanıcısıdır ve günde ortalama 8 saatini internette geçirmektedir (We Are Social, 2022:14, 23).

Dijital dönüşüm ise, dijitalleşmeyi kapsayan bir kavramdır. George Westerman (2015)'ın “Dijital dönüşümü doğru şekilde yapmak bir tırtılın kelebeğe dönüşmesi gibidir, ancak dijital dönüşümü yanlış yaptığınız zaman elinize geçen sadece çok hızlı bir tırtıl olacaktır” ifadesi bu kavramı iyi bir şekilde betimlemektedir. Başka bir ifade ile, dijital imkanları yalnızca sosyal medya ve mobil araçlar aracılığıyla gündelik kolaylıklar yaratmak için değil, kapsamlı bir dijital vizyonla kullanmak, katma değer yaratacak, gerçek anlamda dönüşüme hizmet edecektir (Arslan Olcay ve Genç, 2021:2238-2247).

Dijital dönüşüm kavramı, ilk kez Patel ve McCarthy (2000) tarafından kullanılmış olup terime ilişkin kavramsal bir bakış geliştirilmemiştir. Özellikle, son on yıldır önemli bir kavram olan dijital dönüşümün genel bir tanımını; müşteriye yönelik süreçlerin, iş modellerinin; yeni dijital teknolojiler kullanılarak yeniden oluşturulması olarak yapılabilir.

Şekil 2.1: Dijital Dönüşüm Süreci



Kaynak: Acılioğlu ve Kaya, 2021: 23.

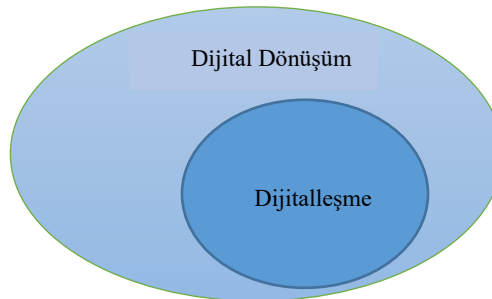
Sanayi 4.0 teknolojileri içerisinde açıklanan yapay zeka, büyük veri, nesnelerin interneti gibi yeni gelişen teknolojiler dijital dönüşümün gerçekleşmesi için zemin oluşturmaktadır. Bu dönüşüm süreci yalnızca üretim, satış ve iş süreçlerinin dijitalleşmesinden ibaret değildir. McKinsey&Company (2020)'e göre dijital dönüşüm doğrultusunda yapılan girişimlerin %70'i başarısızlıkla son bulmaktadır. Avrupa Parlemantosunu tarafından yayınlanan McKinsey&Company (2020) raporunda; mevcut işlerin %90'nın minimumunda da olsa dijital beceri gerektirdiği, günümüzde ise iş gücünün %37'sinin bu tür becerilere sahip olmadığı vurgulanmaktadır (Acılioğlu ve Kaya, 2021:24). Bu sürecin başarı ile tamamlanabilmesi için aşağıdaki şekilde belirtilen süreç, teknoloji, insan başlıklarında detaylandırılması gerekmektedir (Acılioğlu ve Kaya, 2021:23-24).

Süreç: Dijital dönüşüme dahil olan paydaşların iş süreçlerinin gözden geçirilmesi, bir hata var ise yeniden tasarlanması ve dijital çözüm sürecinin bu yeni yola entegre edilmesidir. Süreçte ihtiyaç duyulan eğitim ve iletişim dönüşümün tamamlanması için önem arz eder.

Teknoloji: Sürekli gelişen teknolojiler verimliliği artırarak müşteri etkileşimi sağlar. Teknolojilerin takip edilmesi, sorunların tespiti ve giderilmesi açısından önemli bir araçtır.

İnsan: Sürecin değişip, teknolojinin gelişmesiyle insanın da buna adaptasyonu konusu önem kazanmaktadır. Çünkü bu süreçleri uygulayacak, teknolojileri kullanacaklar insanlardır.

Şekil 2.2: Dijital Dönüşüm ve Dijitalleşme



Dijital Dönüşüm'ün üç önemli ayağından bahsedilirken, bunun dinamik bir süreç olduğu vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, her alanda bir dönüşümü hedefleyen bu kavram dijitalleşme kavramını da kapsamaktadır. Makro ekonomik anlamda dijital dönüşümün istihdam, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma gibi pek çok etkilerinin yanı sıra genel anlamda Dijital Dönüşüm kavramının faydaları aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Büyüksulu, 2018:15-16):

- Toplum ve çevreye fayda sağlar.
- Yaşam kalitesini yükseltir.
- Hızlı olduğundan zaman kaybını önleyicidir.
- Tüketicinin yararınadır.
- Eğitim düzeyinin yükselmesi için baskı yapar.
- Yetenek dönüşümünü zorunlu kılar, ücret düzeyini düzenler.
- Paylaşım Ekonomisi modeli gibi, yeni nesil ekonomi modellerinin doğmasına neden olur.
- Yatırımcının yeni bir sermaye biriktirme sahasıdır.
- Maliyetleri minimize eder, verimliliği artırır.
- Müşteri memnuniyetini gözetir.
- Küresel piyasalarda sektörün aktörlerinin yerini dijital kavramların almasını sağlar.
- Kişiye özel tasarımlara odaklanır.
- E-ticarete ivme kazandırır.
- Bilgi üretimini, paylaşımı ve iletişimi hızlandırır.

Dijital dönüşüm ile birlikte, hayatımızın tüm alanlarında yaratılan artı değer nedeniyle hayatımızı kolaylaştıran pek çok unsur söz konusudur. Ancak yine de, pek çok dijital dönüşüm projesi başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Dijital dönüşüm başlığı altında

değınilen ve alt başlık olarak değeriendirilebilen liderlik, eğitim, insan, teknoloji ve iletişim dijital dönüşümün başarısını arttırmaktadır (McKinsey&Company, 2020:46).

Dijital dönüşümün başarısını engelleyen unsurlar; Dijital Dönüşüme Karşı Direnç, İstenmeyen Şeffaflık, Nitelikli İş Gücü Eksikliği, Liderlik Eksikliği, Yaşanan Olumsuz Tecrübeler, Yasal Mevzuat Engelleri, Güvenlik ve Performans Endişesi'dir (Dündar, 2020:109).

Dijital Dönüşüme Karşı Direnç: Değişim ve dönüşüm süreci belirsizlik ve risk unsurları taşıdığından rasyonel nedeni olmayan bir dirence neden olur. Örneğin, bir dönüşüm projesi ile pek çok evrak işi dijital süreçler aracılığıyla daha hızlı çözülecektir. Ancak, bu işi manuel olarak yapan personel gelecekte iş kaybı ya da değersizleşme kaygısı ile dönüşüme karşı olumsuz bir tavır içine girebilir.

Pek çok alanda yaygın olarak kullanılan yapay zeka teknolojileri düşünüldüğünde, çağrı merkezlerinde çalışan insanlar yapay zeka nedeniyle mesleklerini kaybetme korkusu ile karşı karşıyadırlar. Ayrıca, fabrikada çalışan işçiler; birçok rutin iş sürecinin makine öğrenmesi ve yapay zeka teknolojileri ile donatılmış cobotlar⁴ tarafından devralınmasıyla, işsiz kalma kaygısı yaşayarak değişime karşı direnç gösterebilirler.

İstenmeyen Şeffaflık: Dijital dönüşüm uygulamaları sayesinde yapılan işler daha kolay, daha iyi yönetilebilir ve daha şeffaf olmaktadır. Bilgi şeffaflığı, her seviyede çalışan kişinin tüm alanlarda bilgiye daha kolay erişebilmesini sağlayıp, karar almayı kolaylaştırır. Çalışanların performansı bu sayede daha kolay denetlenebilmektedir (Evren, 2020: 173).

Bu durum şeffaflığa karşı olan bazı aktörler tarafından tepki ile karşılanabilir. Örneğin; bazı kurumlar, gelir vergisini daha az ödemek için düşük gelir beyan edebilir. Bu kurumlar gelirini açıkça ortaya koyan teknolojik ödeme sistemlerini kullanmak istememektedir. Dijital dönüşüm ile birlikte iş performansının değerlendirilmesi şeffaf

⁴ Cobot kelimesi kolaboratif ile robot kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Kolaboratif robot; güvenli bir şekilde insan ile yan yana çalışabilen (fiziki temas dahil) robottur.

olacağından bu durumdan rahatsız olabilecek aktörler dönüşüme karşı direnebilirler (Dündar, 2020:111).

Nitelikli İş Gücü Eksikliği: Dijital dönüşüm ile mevcut işlerin dijital süreçlere dönüşümü iş yükünü hafifletir. Ancak, işin yapısında meydana gelen bu değişim nedeniyle mevcut çalışanlar teknolojiden yararlanarak yeni yetkinlikler kazanıp sürece entegre olmak durumundadır. Bu durumdan özellikle iş gücü piyasasında teknolojiye daha uzak olan X kuşağı etkilenmektedir. Çünkü bu kuşak, Y ve Z kuşağına göre dijital becerileri daha az gelişmiş olan, özellikleri nedeniyle eski alışkanlıklarına bağlı kişilerdir.

Sanayi 4.0 teknolojileriyle kurulmuş olan bir karanlık fabrikada rutin işlerin yerine uzaktan makineleri, cobotları yönlendirmek, kodlama kontrolünü gerçekleştirmek gibi yetkinliklerin, nitelikli iş gücünün yer aldığı süreçler mevcuttur. Bu nedenle, yeni dijital teknolojileri kullanabilen nitelikli iş gücü talebi artacaktır. Nitelikli iş gücünün eksik olması tüm dünyada dijital dönüşüm sürecinin iş gücü piyasalarına olumsuz etkileri olarak yansıyacaktır.

Liderlik Eksikliği: Değişen, gelişen teknolojilerin beraberinde pek çok kavram hayatımıza dahil olmaktadır. Dijitalleşme öncesi, şirketlerin operasyonlarının en üst düzeyinde yer alan CEO'ların (Chief Executive Officer) yerini dijital dönüşüm ile birlikte CDO'lar (Chief Digital Officer) almaktadır (Aksu, 2019:379). Liderlik vasfını dijital liderlik olarak da yenilemek gerekir. Dijital liderlerin, diğer liderlere göre daha baskın olan özellikleri arasında; daha iş birlikçi tavır içinde olmaları, bilgi ve iletişim teknolojilerini etkin kullanabilmeleri, duygusal zeka ve gelişmiş sezgileri yer almaktadır. Günümüzde liderler kişisel yorumlarını, fikirlerini sosyal medya platformlarında duyurabilmektedir.

Bunun yanı sıra McKinsey&Company'in 2015'te yaptığı araştırmaya göre üst yöneticinin dahil olduğu dijital dönüşüm projelerinin başarı oranının iki kata kadar daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Dündar, 2020:112).

Yaşanan Olumsuz Tecrübeler: Yapılan araştırmalara göre, pek çok dijital dönüşüm projesi ilk etapta başarıya ulaşamayabilir. Kimi zaman da başlangıçta iyi sonuçlar elde edilip sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Dijitalleşme sürecinde, bütüncül yaklaşım önem taşır. Kurumun her bir departmanı birbirine entegre olmaz ise sonuçta beklenen verim ve çıktı artışı yerine bu süreçte harcanan emek ve kaynak kaybı ortaya çıkar (Dündar, 2020:113).

Yasal Mevzuat Engelleri: Yasal mevzuat ve yasal süreçlerin işleyişi, iş dünyası açısından yatırım kararlarının alınmasında en temel unsurlardan birisidir. Değişen, dijitalleşen süreçler ve yeni iş modelleri hakkında yasal mevzuatın güncellenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, teknolojinin gelişmesinden önceki mevzuat, yenilikçi uygulamalara onay vermeyecek ve dijital dönüşüm süreci ertelenecektir (TÜBİSAD, 2020: 60).

Güvenlik ve Performans Endişesi: Sektörün önde gelenlerinin bir kısmı, özellikle X kuşağı temsilcileri yöneticileri eğer düzenli olarak işleyen bir sistem mevcutsa herhangi bir müdahalede bulunmamak gerektiğini savunmaktadır. Değişimin getireceği belirsizlik ve risk unsurları, çekimser kalmalarına neden olmaktadır. Mevcut işlerin dijitalleşmesi neticesinde, bazı iş alanlarında çalışanlar uzmanlığını kaybetme korkusu yaşamaktadır.

Teknolojinin ilerlemesiyle, kişisel ve kurumsal verilerin güvenliğiyle ilgili süreçlerin takibi, sorunların tespit edilmesi ve çözümü, proje başarısının sağlanması için hayati önem arz eder. Dijital ağlar üzerinden kurulan ve yönetilen süreçlerin güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Güvenlik önlemi alınmadan dijital ağa eklenen her bir nesne ilerleyen zamanlarda büyük sıkıntılara neden olabilir (Şahinaslan, 2020:443).

Tablo 2.3: Sanayide Dijital Dönüşüm Engellerinin Karşılaştırılması

Gelişmiş Ülkeler (ABD, Almanya)	Türkiye
• Nitelikli eleman yetersizliği • Veri Güvenliği Riski • Yatırım maliyetlerinin yüksekliği • Bağlantı standartlarının eksikliği • Yatırım geri dönüşünün belirsizliği	• Yatırım maliyetlerinin yüksekliği • Yatırım geri dönüşünün belirsizliği • Kalifiye eleman yetersizliği • Teknoloji alt yapısının yetersizliği • Yerel tedarikçi eksikliği

Kaynak: TÜSİAD ve BCG, 2017:53, (Çevrimiçi), <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi>, 18.02.2020.

TÜSİAD ve BCG (2017) tarafından yapılan araştırmada veri güvenliği riski konusunda gelişmiş ülkeler üst sıralardadır. Ancak, Türkiye için güvenlik riski unsuru ilk beşe girememiştir (Dündar, 2020:115).

2.3. Dijitalleşmenin Ekonomik Etkileri

Günümüzde dijitalleşmenin giderek artması ve gelişen yeni teknolojiler sosyal hayat ve temel makro ekonomik göstergeler ile ilişkili olduğundan kritik öneme sahiptir. Yeni dijital teknolojiler, ekonomik verimliliği artırmak için birçok potansiyeli açığa çıkararak, maliyetleri büyük ölçüde düşürmektedir. Dijitalleşmenin bu getirisinin yanı sıra, dijitalleşmenin etkileri; maliyetlerin düşmesi, özellikle yeniliğin değeri, korunması, firmaların veri kullanımı, üretici mahremiyeti gibi önemli faktörleri kapsamaktadır. Bu nedenle, yeni yapılanmalar için çeşitli zorluklar ortaya çıkarabilmektedir. Ekonomik süreçlerin giderek dijitalleşmesi ekonomik faaliyetlerin tekrardan yapılanmasını gerekli kılmaktadır (Taşel, 2020:130).

2.3.1. Dijitalleşmenin Üretim Sürecine Etkisi

Üretim sektöründe yaşanan değişimlerin etkisi, yenilik sürecinin altyapı, yetenekler, enerji tüketimi hususlarında ortaya çıkabilecek zorluklarda ülkelere ve üretim sektörü firmalarına düşen görevlerin ne olduğu Dünya Ekonomik Forumu ile Deloitte

Touche Tohmatsu Limited (DTTL) tarafından yayınlanan “Üretim Sektörünün Geleceği” adlı raporda değerlendirilmiştir (World Economic Forum, 2012:3).

Sanayi 4.0 anlayışının üretim süreçlerinde uygulanması, nesnelerin birbirleriyle iletişim kurduğu, insanların yerine robotların üretim sürecinde yer aldığı akıllı fabrikaların⁵ oluşmasına neden olmuştur. İnsanların üretimde olmaması nedeniyle elektrik kullanımını da azaltan fabrikalara karanlık fabrikalar olarak da bilinmektedir. Akıllı fabrikalarda kullanılan üretim şekli olan “akıllı üretim” (smart manufacturing); yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar ile uzay teknolojisi gibi alanlarda ortaya çıkan değişimler sayesinde bütün nesnelerin internet aracılığıyla birbirleriyle entegrasyonun sağlanacağı geçebileceği üretim şeklidir. (Alp, Soba ve Bayhan, 2019:167). Çin’de cep telefonu modülü üreten ilk karanlık fabrika kurulmuştur ve bu fabrikada robot işçiler çalıştırılmıştır. Bu fabrikalardan insanlar yerine robotların üretimde kullanılmasıyla işçi sayısı %90 azaltılarak kusurlu ürünlerin oluşma oranı da %20 azalmıştır (Durmaz, 2019:44).

Kaynak tüketimini optimize eden ve verimliliği arttıran akıllı fabrikalar; Nesnelerin İnterneti (IOT), Siber-Fiziksel Sistemler, artırılmış gerçeklik, yapay zeka gibi uygulamalarına sahiptir ve üretim süreçlerinde otonom robotlar kullanırlar. Bu sayede, üretim süreçleri de farklılaşır, hızlanır. Bu fabrikalarda müşterinin talebine özel akıllı ürün ve hizmetler üretilip, aralarında iletişim kuran nesneler sayesinde, üretimde hata payı minimuma düşürülebilir (Şekelli ve Bakan, 2018:203-220).

Üretimde, insan faktörü minimuma indirilmiştir. Üretimin bütün süreçlerinde yapay zeka ve nesnelerin interneti teknolojileri kullanılmaktadır.

2.3.2. Dijitalleşmenin Ticarete Etkisi

Dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan ticaret kavramına yeni bir yaklaşım “dijital ticaret”tir. Dijital ticaret; tüketicileri, firmaları ve hükümetleri kapsayan, dijital veya

⁵ Akıllı fabrikalar ile ilgili detaylı açıklama 1.3.3. Akıllı Fabrikalar başlığı altında gerçekleştirilmiştir.

fiziksel olarak teslim edilebilen; mal ve hizmet ticaretinde dijital olarak etkinleştirilmiş işlemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (González ve Ferencz, 2018: 9).

Dijital ticaretin boyutları üç ana başlık altında değerlendirilir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2019):

- İşlemin yapılış şekli: Hangi işlemlerin dijital ticarete tabi olduğu belirlenmektedir.
- Ürün tanımı: Mal ve hizmetlere ek olarak bilgiyi/veriyi de ek bir ürün şeklinde değerlendirir.
- İşleme konu olan aktörler: Dijital ticarete konu olan aktörleri ifade etmektedir.

Dijital ticaret kavramının bilinen ve kabul edilen tek bir tanımı yoktur. Ancak; dijital ya da fiziksel olarak sunulan, tüketiciler, firmalar ve hükümetleri kapsayan mal ve hizmetlerde dijital olarak etkinleştirilmiş ticaret işlemleri içerdiği konusunda çoğunluk fikir birliği sağlamıştır. Dijital ticaretin tüm biçimleri dijital teknolojiler tarafından sağlanır ama dijital ticaretin tümü dijital olmayabilir. Örneğin; fiziksel olarak satın alınan mallar da dijital ticaretin kapsamındadır. Ayrıca; çevrimiçi olarak satın alınan bir kitap veya sanal bir müze gezisi için bilet almak gibi dijital olarak etkinleştirilmiş malları ve hizmetler de dijital ticarettir (Taşel, 2020:130-131).

Geleneksel ticaret modelinde ticaret; mal ve hizmet ticareti olarak iki ana gruba ayrılırken hizmet ticareti de arz bazında ayrıştırılabilir. Dijital ticaretle birlikte ise, ticaretin farklı boyutları ortaya çıkmıştır. E-ticaret boyutu, elektronik ağların sunduğu esneklik ile beraber geleneksel ticaret yapılarının tasarlanmasıyla rekabetçiliği ve etkinliği arttırarak, maliyetlerin düşürülmesi gibi çeşitli iyileştirmelere neden olmaktadır. E-ticaretin başka bir olumlu etkisi ise; ürünü hazır bulundurma, envanter düzeyi, üretim gereksinimleri hakkında eş zamanlı bilgi sağlayarak, tedarik zincirinin etkinliğini arttırması ve talep tahmini ile üretim planlama gibi konularda tedarik zincirindeki diğer partnerlerle bilgi paylaşımında bulunarak iş birliğinin arttırılmasında önemli bir rol üstlenebilmesidir (Taşel, 2020:131).

Mal ve hizmet alışverişinin hangi tip aktörler/kullanıcılar arasında olduğuna bakılarak yapılan sınıflandırmada, farklı tip e-ticaret modelleri ortaya çıkmaktadır. Tanımı, işletmeden tüketiciye (B2C) ve işletmeler arası (B2B) elektronik ticareti kapsamakta olup, işletmeler arası otomatik veri değişim sistemlerini içermemektedir(Taşel, 2020:133). Tüketiciden tüketiciye (C2C) alışveriş platformları (eBay, Gittigidiyor vb.) üzerinden işleyen ticaret de, temel kaynaklarda bu kapsam altında değerlendirilmektedir. Son dönemde, sanal toplulukların ve mobil çağ neslinin yoğun kullanma alışkanlığıyla belirlenen, arkadaşlar arası (peer-to-peer - P2P) denilen ve müşteriler arası (consumer-to-consumer - C2C) 'nin bir başka türü olan işlemler de yine bu kategori altında ele alınmaktadır. Sınır ötesi e-ticaret (e-ihracat ve e-ithalat) yani dijital dış ticaret; uluslararası çevrimiçi (online) ticareti kapsamaktadır. Ürünlerin online mağazalardan, ulusal sınırlar üzerinden alım-satımını ifade etmektedir. Sınır ötesi e-ticarete alıcı ve satıcı aynı ülkede ikamet etmemekte, genellikle aynı para birimini kullanmamakta, farklı dil konuşmakta ve farklı yargı hükümlerine tabi olmaktadırlar (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2019).

Tablo 2.4: Dijital Ticaret Yaklaşımı

Dijital Ticaret Sağlayıcıları	Dijital Akışlar		
<u>Altyapı</u> (Dijital ve geleneksel) -Kablolar ve Teller -Platformlar -Cihazlar <u>Düzenleyici Ortam</u> -Veri Akışı Düzenlemesi -Birlikte Çalışılabilirlik	Nasıl? (Özellik)	Ne? (Akış Türü)	Kim (Aktörler)
	Dijital Olarak Teslim	Hizmet	İşletmeler
	Fiziksel Olarak Teslim	Ürün	Tüketiciler
			Devlet
			

Kaynak: Taşel, 2020:131.

Tablo 2.4.’te bilgi akışının dijital ticaret yaklaşımı sürecinde oldukça önemli olduğu gösterilmektedir. Farklı özellikteki ürün ya da hizmetlerin işletmeler arası ya da tüketicilerle olan işlemleri dijital ticaret sağlayıcılar ile çevrimiçi ortamda gerçekleşir.

2.3.3. Dijitalleşmenin Sosyal Yaşam Üzerine Etkisi

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, dijital platformların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu platformlara katılma konusunda araç olarak kullanılan teknolojik aletlerin insanların yaşamlarındaki alanı da hızla artmaktadır. Bu nedenle, insanlığın gündelik yaşamı da değişmiş, yeni kavramlar, ileri teknoloji, yapay zeka, e-ticaret, sana ticaret gibi pek çok yeni algoritma hayatımıza dahil olmuştur. Bu yapay evrende gerçeklik simüle edilerek, gündelik yaşam rutinleri, sosyalleşmeler siber/sanal mekanlar üzerinden yapılabilmektedir. Her bireyin fiziki kimliğinin yanı sıra, gerçek evrende baskı altında aldığı, açığa çıkaramadığı arzu, haz ve beğenilerini sanal evrende yarattığı ‘dijital kimlik’ ile birlikte sergilediği kimliği oluşmuştur (Gencer ve Aktan, 2021: 1154).

2.3.4. Dijitalleşmenin Kamu Otoritesi Üzerine Etkisi

Kamuda yaşanan dijitalleşmenin en genel amacı; iş süreçlerinde verimlilik ve etkinliğin artırılması ile hizmet alan tarafların yaşam kalitesinin iyileştirilmesidir. Kamu hizmetlerinde dijitalleşmenin faydaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Aksu, 2019: 147):

- Hizmet üretme sürecinin kısalması
- Hizmet iş sürecinde takip edilebilirlik
- Hizmet evrak yükünün azaltılması
- Hizmete yönelik bilgiye erişebilir olmak
- Hizmete her zaman her yerden erişim
- Hizmet alma süresinin kısalması
- Hizmet alan taraflarda başvuru giderlerinin azalması
- Hizmet üzerinde denetim ve şeffaflık
- Verilen hizmete ilişkin geribildirimde kolaylık

Kamu hizmetlerinde dijitalleşme süreci 1970’li yılların başında ortaya çıkan bilgisayarların hesaplama yönelik olarak, yoğun veri kayıtlarının tutulması, ofis işlerinin yürütülmesi amacıyla kullanılması dönemine dayanmaktadır. 2000 yılı itibariyle internetin yaygınlaşması ile birlikte ofis süreçlerinin hizmet alan kesimleri de bilgisayar ortamına taşınmıştır. 2015 yılı itibariyle dördüncü sanayi devriminin teknolojileri yardımıyla akıllı cihazların kullanımı artarak, hizmet süreçleri katılımcı ve yenilikçi hale gelmiştir. Dünyada kamu alanında yaşanan değişim örnekleri arasında aşağıdaki durumlar sayılabilir (Aksu, 2019:146):

- Türkiye’de, 2008 yılından itibaren kamu hizmetlerine tekil kimlik doğrulama ile erişilebilen, 30 milyonun üzerinde kullanıcısı, 400’den fazla kurum ile 3000’den fazla entegre hizmeti sunan e-devlet platformu oluşturulmuştur.
- İngiltere’de Dijital Devlet Portalı, devlet yönetimi faaliyetlerine ilişkin temel ve güncel bilgilerin yer aldığı internet sitesidir. Tüm bakanlık siteleri, bu portal altında birleştirilmiştir.
- Estonya’da, ülkede yaşayan vatandaşlara elektronik kimlik kartı verilmektedir.
- Kazakistan’da, e-devlet alt yapısı ve hizmetlerin paralelinde ise donanımı yenilenen araçlar ile kırsal bölgelere kamu hizmeti götürülmektedir.
- ABD’nin, bilgi ve iletişim teknolojileri harcamaları şeffaf olarak takip edilebilmektedir.

Dijitalleşmenin kamu otoritesi üzerine etkilerini “kamu hizmeti sunumuna etkisi”, “kamu politikalarına etkisi” ve “kamu yönetimi-vatandaş arasındaki ilişkilere olan etkisi” olmak üzere üç başlık altında değerlendirebilir.

- Kamu Hizmeti Sunumuna Etkisi: Kamu hizmetlerinin dijital ortamda sunulması sürecinde sağlık, sosyal hizmetler, adalet, ulaşım, savunma ve güvenlik gibi pek çok alanda yeni teknolojilerden, yapay zeka ve nesnelerin interneti teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Sağlık hizmetlerine ilişkin uygulamalar sayesinde veri tabanları ve algoritmalar yardımı ile bireylerin çeşitli hastalıklara

yakalanma riskleri önceden tespit edilmektedir. (Sayar ve Yüksel, 2018: 93). 3D teknolojisi ile kişiye özel protezler ve işitme cihazlarının oluşturulabilmesi, doktorun hastasının ilaçlarını takip etmesini sağlayan “akıllı haplar” sağlık sektörünün yaşadığı dönüşümü göstermektedir. Covid 19 pandemisi ile mücadelede de yapay zeka tabanlı teknolojilerden yararlanılmaktadır. Ulaşım hizmetinde kullanılan GPS yardımı ile toplu taşıma araçlarının durağa ne zaman geleceği öğrenilebilmektedir.

- **Kamu Politikalarına Etkisi:** Kamu politikası süreçlerinin gündeme gelmesi, politika oluşturma ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Gündeme gelme aşamasında, sosyal medya teknolojileri ve büyük veri politika oluşturma aşamasına geçiş için önem arz eder. Politikanın oluşturulmasında ise yapay zekadan yararlanılmaktadır. Dijital dönüşümün geri bildirim kolaylığı ise politika değerlendirme aşamasını desteklemektedir.
- **Kamu Yönetimi-Vatandaş Arasındaki İlişki:** Yapay zeka teknolojisine dayanan kamunun yönetsel dönüşümü; devletin kurumları ile vatandaş arasındaki ilişki hizmetlerini hızlandırmaktadır. Özellikle yapay zeka teknolojisine dayalı dijital sohbet robotları (chatbox) vatandaşın taleplerine eş zamanlı cevaplar vermektedir. ABD, sığınmacı talebinde bulunan mülteciler için geliştirdiği sohbet robotu yardımıyla mültecilere başvuruyu nasıl yapacaklarına, korunma talebine uygun olup olmadıklarına ilişkin sorular yönelterek teknik bilgi ve dil sorununu aşmakta ve formların otomatik olarak doldurulmasını sağlamaktadır.

2.3.5. Dijitalleşmenin Kuşaklar Üzerine Etkisi

Günümüzde iş hayatında var olan farklı kuşaklara ait çalışanların bir kısmı güvenlik ve itibar gibi beklentilere sahipken bir kısmının da bağımsızlık ve eğlence gibi istekleri bulunmaktadır. Kuşaklar arasında yaşanan bu beklentiler arasındaki farklılıklar ise, iş ortamında anlaşmazlıkların, uyumsuzlukların, iletişim problemlerinin ve çatışmaların yaşanmasına neden olmaktadır. Bu sorunları çözmeye ve anlamaya yönelik

aba gösterilmediğinde ise iş gücü verimsizliği, niteliksiz iş çıktısı, çalışan devir oranı artışı ve kişilerin işe karşı aidiyet duygularının azalması gibi birçok sorun ile karşı karşıya kalınmaktadır. Özellikle, son yıllarda teknolojideki değişim, çalışma ortamındaki davranışlar, olgunluk yaşı, eğitim, cinsiyet normları, kültürel ve politik farklılıklar, Z kuşağı ve ondan önceki kuşaklar arasında ayrılıklara yol açmaktadır (Latif ve Serbest, 2014:152).

Her kuşağın kendine göre yaşamı farklı yorumlama biçimleri ve farklı iletişim yöntemleri, kendilerine özgü kişisel özellikleri, değer yargıları ve tutumları, güçlü ve zayıf tarafları mevcuttur (Taş vd., 2017:1035).

Z kuşağının iş yaşamına daha fazla katılmasıyla birlikte karar alma süreçlerinde sistemlerin etkin olması, bu sayede daha az sorun yaşanması ve yapay zekanın etkin kullanılması beklenmektedir. Bu kuşak, değişime hızlı adapte olabilmektedir. Yeniliklere oldukça açık bir nesil olduğu için bu kuşağın iş yaşamı ile ilgili süreçlerde birçok değişime yol aması beklenmektedir. İş yaşamında teknolojik değişime, yaratıcılığa, yenilikçiliğe, inovasyona ve esnekliğe önem veren işletmelerin bu kuşak tarafından daha fazla tercih edileceği düşünülmektedir (Metin ve Kızıldağ, 2017: 348).

Tablo 2.5'te X, Y ve Z kuşağının özellikleri sunulmuştur. Buna göre, kuşakların teknoloji ile ilişkilerinin farklılığı ve iş yapış şekillerinin değişikliği dikkat çekmektedir. Teknolojiye daha uzak olan X kuşağı çalışma hayatında kanaatkar, sadık iken Y ve özellikle Z kuşağı teknoloji ile yakından ilişkilidir. Y kuşağı çalışma hayatında bireysel bir tutum izlerken, Z kuşağı iş birlikçi çalışma şeklini seçmektedir.

Tablo 2.5: Kuşakların Özellikleri

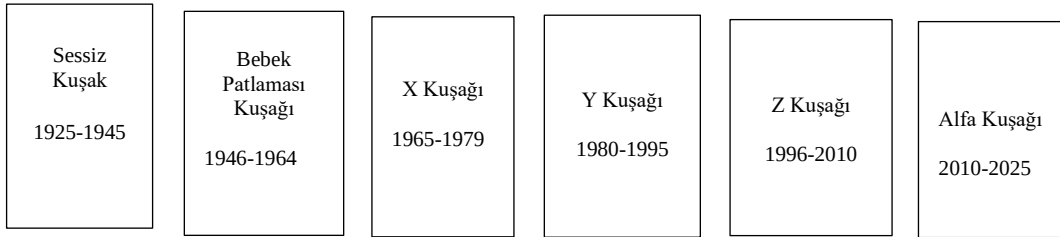
	X Kuşağı 1965-1979	Y Kuşağı 1980-2000	Z Kuşağı 2000+
Özellikleri ve Değerleri	- Aidiyet duygusu yüksek - Otoriteye karşı saygılı - Topluma karşı duyarlı - İş motivasyonu yüksek - Elindeki ile yetinen - Tedbirli yaklaşan - Teknoloji ile az ilgili	- Sadakat duygusu düşük - Otoriteyi kabullenmekte zorlanan - Bağımsızlığına düşkün - Sabit bir işte devam edemeyen - Bireyci yaklaşan - Teknoloji ile birlikte büyüyen	- İşbirliğine yatkınlık - Yaratıcılık - Teknolojinin içinde doğmuş

Kaynak: Deneçli ve Deneçli, 2012:2.

Araştırmacılar tarafından, yaklaşık on beş yıldır kuşak tanımlaması yapılmaktadır. Kuşaklar, doğum yıllarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.3):

1925-1945: Sessiz kuşak, 1946-1964: Bebek patlaması kuşağı, 1965-1979: X kuşağı, 1980-1995: Y kuşağı, 1996-2010: Z kuşağı, 2010-2025: Alfa kuşağı.

Şekil 2.3: Kuşakların Doğum Yıllarına Göre Sınıflandırılması



Kaynak: Çetinkaya, 2020, (Çevrimiçi), <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/x-y-z-alfa-kusagi-peki-yay-otesi>, 20.10.2021.

2025 yılından itibaren Alfa kuşağını Beta, Gama ve Delta kuşaklarının takip etmesi beklenmektedir. Geleceğin iş gücünde önemli bir yere sahip olacak Alfa kuşağı; yaşamlarının ilk yıllarından itibaren teknoloji ile iç içe oldukları için, bilgi teknolojilerine hakim ve gelişmiş dijital becerilere sahiptir. Bu kuşağa “dijital yerliler” de denilmektedir.

Günümüzde iş hayatının önemli aktörleri olan ve olmaya hazırlanan ve Y kuşağına göre teknolojiyi daha etkin kullanan Z kuşağının, gelişmiş dijital becerileri mevcuttur. Geleceğe yön verecek olan bu kuşak, yaratıcılık, dinamizm, liderlik ve teknoloji ile güçlü bir bağlantısı olan özelliklere sahiptir.

2.3.6. Dijitalleşmenin Eğitim Üzerine Etkisi: Eğitim 4.0

Dijitalleşme ile birlikte teknolojide yaşanan değişim ve dönüşüm, toplumu neredeyse her anlamda etkilemiş olup, eğitim alanında da önemli değişiklikler doğurmuştur. Bu nedenle, günümüzde iletişim teknolojilerinin eğitim sektöründe kullanılması için pek çok çalışma mevcuttur. Öğrenme, öğretme alanında niteliği artırarak eğiticiye ve öğrenciye esneklik kazandıran iletişim teknolojileri eğitim için ayrılan kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Özellikle, yapay zeka alanında yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan uzman, akıllı öğretici sistemler ve diyalog tabanlı öğretici sistemlerin gelişmesiyle beraber yapay zekanın eğitimde etkisi olduğu alanlar genişletilmiştir. Yapay zeka çalışmalarının en iyi örneklerinden olan akıllı öğretici sistemlerden Why, Buggy, Sophie, Scholar ve Lisp Tutor sistemleri mevcut sistemleri geliştiren iş yükünü hızlandırır ve hafifletir (Küçükali ve Coşkun, 2021:132-133).

Fisk'e göre Eğitim 4.0 ile birlikte eğitim dünyasında öne çıkan dokuz eğilim gerçekleşmiştir. Bunlar (Fisk 2017'den aktaran Tuğluk ve Gök Çolak, 2019:323-326):

- Her zaman ve her mekanda öğrenme fırsatı.
- Saha deneyimi.
- Verilerin yorumlanması.
- Esnek servis.
- Proje tabanlı öğrenme.
- Kişiselleştirilmiş öğrenme.
- Mentörlük.
- Değişen sınav sistemi.
- Eğitim programlarına öğrencinin de dahil olması.

Eğitimde kullanılan öğrenme yöntem ve teknikleri güncellenmiş ve değiştirilmiştir. Kullanılan yöntem ve teknikler:

- Uzaktan eğitim.
- E-öğrenme.
- Mobil Öğrenme.
- Arttırılmış gerçeklik.
- Sanal Gerçeklik.
- STEM, STEAM yaklaşımı.

2.3.7. Dijitalleşmenin Pazarlama Üzerine Etkisi: Pazarlama 4.0

Dijital dönüşümde Sanayi 4.0'ın tüketiciyle iletişim halinde olan yüzü de Pazarlama 4.0 olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde artan rekabet, değişen tüketim alışkanlıkları ve pazarlama ilkeleri de yeni alanlara yayılarak müşteri katılımını arttırıp pazarlamayı verimli hale getirmektedir (Yılmaz, 2020:304).

Pazarlamanın aşamalarının dijitalleşmesi nedeniyle şirketler pazarlama departmanlarını güçlendirmek için “dijital süreç yumağı”nı yürütebilecek “Dijital Cambazları” seçmek durumundadır (Aksu, 2019:176).

2.3.8. Dijitalleşmenin Sağlık Sektörü Üzerine Etkisi: Sağlık 4.0

Dijitalleşmenin etkisi ile birlikte, sağlık sektöründe verilerin kurulan dijital sistemlere aktarılması ve bireylerin sağlık verilerine kolay erişimi, verilerin kolay depolanabilirliğini sağlamasının yanı sıra erken teşhis, kişiye özel tedavileri mümkün kılan teknolojiler insanın yaşam süresini arttıracak teknolojileri de mümkün kılmaktadır. Sanayi 4.0 teknolojileriyle Sağlık 4.0 çerçevesinde; sağlık kurumlarının tüm hasta vatandaşların verilerine erişebileceği sistem dahilinde sağlık sektöründe önemli bir alan olan ameliyatların robotlar tarafından gerçekleştirilmesi, tanı sürecinde hekime sunulan

üç boyutlu tanı göstergeleri, kişiye özel tedavi, dijital ilaç ve evden sağlık kontrolü gibi pek çok bileşen var olmuştur (Aksu, 2019: 334-335).

2.4. İş Gücü Piyasasına Dijitalleşmenin Yansımaları

Dijitalleşmenin iş gücüne yansımalarının başında, iş gücünde azalan maliyetler ve kullanılan teknolojiler sayesinde iş gücü verimliliğinin artması gelmektedir. Bunun yanı sıra iş gücünde kutuplaşma olgusunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dijitalleşmenin iş gücüne etkisi ile mesleklerin değişim ve dönüşümü zorunlu kılınmış ve yeni mesleki yetkinliklere ihtiyaç artmıştır.

2.4.1. İş Gücü Verimliliği

Dijitalleşme ile birlikte sermaye yoğun üretim desteklenerek, yeni nesil üretim modeli ile verimliliğin artırılması yönünde olumlu ve olumsuz görüşler mevcuttur. Dijitalleşen dünyada makineleri, akıllı ya da yapay zekaya sahip olarak adlandırabilmek için makinelerin programlamalarının yapılmasının, doğal insan irade ve zekasına bağımlı olduğu bilinmektedir. Kullanılan üretim faktörleri içinde, beşeri sermaye olarak insan zekasının yer alması durumu bu yazılımın diğer ürünlerden ayrıştırır. Bunun yanı sıra yazılımın ilk defa yapılmasından sonra kopyalanarak daha sonra da kullanılabilecek olması, beşerî sermaye maliyetini de düşürür ve neredeyse bu maliyeti sıfıra indirger (Yılmaz, 2021: 305).

Fuchs (2010)'a göre bilgi tüketilemez, el değiştirebilir ve üzerine yenileri eklenebilir. İlk üretim gerçekleştğinde maliyeti yüksektir ama yazılımlar ile bilgilendirici ürünler üretildiğinde ucuz bir şekilde kopyalanabilir, bu kopyalar da yüksek fiyatlara satılabilir. Sabit ve değişken maliyetlerin düşük tutulması nedeniyle sürdürülebilir sermaye birikimini destekler, verimliliği artırır (Ekinci, 2020:42).

2.4.2. Emegın Dönüşümü

Sanayi toplumu öncesi dönemde emek piyasaları yerine üretim biçimlerinden bahsedilmektedir. Antik çağlarda çalışma teriminin karşılığı; yaşamak için gerekli olan

tüketim maddelerinin, her gün tekrarlanarak günlük olarak üretilmesi faaliyetidir. Antik üretim tarzı ilkel (kabile) topluluktan, tarımsal (sınıflı) topluma geçiş sürecinin ilk kademesidir. Toplayıcılık olarak nitelendirilen ilkel dönemde emek kullanımı; iş birliği ve dayanışma gerektiren savunma ve üreme faaliyetleri, araç kullanma, besin toplama ve daha sonra başlayan avcılık aşamasına ilişkin avlanma amacına dönüktür. İlkel tarımın gelişmesinden sonra emek verimindeki artıştan kaynaklanan ihtiyaç fazlası ürünün paylaşımı hususundaki tartışmalar, üretim tekniklerinin gelişmesi, mülkiyetin ortaya çıkışı ile köleci toplum doğmuştur. Köle emeği; bir üretim aracı olarak sahibine kullanım değeri ve bir meta olarak alınıp satılabildiği için bedeni üzerinden mübadele değeri sağlamıştır. Niteliği itibariyle, düşük verime sahip olan bu emek türü ticaretin gelişmesine katkıda bulunamamıştır. Köleci toplumun sonunu getiren feodal toplumun ortaya çıkmasına yol açan etmenler şunlardır (Kesici, 2013: 23-27):

- Artık ürünün paylaşılmasında yaşanan sorunlar
- Teknolojik yetersizlikler
- Emeğin yeniden üretilmesinde ortaya çıkan problemler
- Siyasal ve sosyal baskının yarattığı olumsuz koşullar

Feodalizm farklı ülke ve bölgelerde çeşitlilik arz etse de genel eğilimleri şu şekilde özetlenebilir. Merkezi idarenin zayıflaması sonucunda, tarıma dayalı toprak mülkiyeti yerel birimlere (senyör) geçmiştir. Mülkiyet senyöre aittir. Toprak üzerinde çalışan kişiler serflerdir. Kullanılan teknolojinin basitliği nedeniyle emeğin verimliliği sınırlı kalmış, ürün mübadele değil kullanım amaçlı üretilmiştir. Serfin toprağı terk etmesi senyörün elde edeceği ürünü azaltacağından kesin olarak yasaklanmış olup serf ile senyör arasındaki hukuksal ilişki toprağı bağlılık esasına dayalıdır. Feodal yapının terk edilmesine ilişkin nedenler şunlardır (Kesici, 2013:30-31):

- Ücretli emeğin yaygınlaşması,
- Kentlerde demokratik hakların gelişmesi,
- Toplumsal iş bölümüne yöneliş

- Ülkeler arası, denizaşırı ticaret
- Senyör-serf ilişkileri / sınıf mücadeleleri

Feodalizmin aşamalı bir şekilde terkedilmesi 15. yüzyılın sonunda aşamalı olarak başlamış, feodalizm yerini, kapitalizmin ilk basamağı olarak kabul edilen, ülkelere göre farklılıklar gösterse de merkezîyetçi esaslara sıkı sıkı bağlı olan ve ticarete önem veren merkantilizme bırakmıştır. Merkantilizm, altın ve gümüş paranın tek zenginlik kaynağı olduğunu kabul etmektedir. Merkantilizmde sanayinin gelişmesi için sanayi ürünlerinin ülke içinde üretilmesi ve kalifiye işçilerin ülke içinde tutulması sağlanmıştır (Ülgen, 2019:56). İşsizlik sorununun çözümü ve asgari ücretler işçinin menfaati doğrultusunda belirlenmiştir. Merkantilistlere tepki olarak doğan fizyokratlara göre ise; toplumda var olan sınıflar; üretici sınıf, toprak sahipleri ve soylulardan oluşur. Liberalizmin temelini atan fizyokratlar, serbest düzenin, uluslararası bir politikanın savunuculuğunu yapmışlardır (Ülgen, 2019:25). Kapitalizm olgusu, klasik iktisatçıların sahip olduğu iktisat kuramından çıkan, temel ekonomik sorunların çözümlenmesine ilişkin kural, ilke, kurum ve her türlü örgütlenme biçimini içeren bir sistemdir. Klasik iktisat öncesinde ön kapitalizmin temelini atan olarak iki belirgin iktisat ekolü, merkantilizm ve fizyokrasi kısaca açıkladıktan sonra kapitalist sistemin doğuşunu temsil eden klasik iktisada ilişkin unsurlar açıklanarak emeğe yaklaşımları değerlendirilmiştir.

18. yüzyıl aydınlanma açısından önemli bir dönemdir. Önemli gelişmelerden biri siyasi bir devrim olan 1789 Fransız devrimi, diğeri ise sanayideki gelişmelere dayanan sanayi devrimidir. Klasik iktisat ekolünün beş büyük temsilcisi olan A.Smith, Robert Malthus, David Ricardo, John Stuart Mill ve Nassau William Senior sanayi devriminin başladığı ülke olan İngiltere’de doğmuşlardır.

Ticaretin gelişmesi ve zenginleşmesi merkantilizmi, tarımın kapitalistleşme süreci ve tarımdaki birikim ise fizyokrasiyi ortaya çıkarmıştır. Sanayi devrimi de, klasik iktisat ekolünü doğurmuştur (Ardıç ve Aydın, 2011: 60-61). Klasik iktisadın kurucusu olan Adam Smith, bir malın yararlılığını açıklayan “kullanım değeri” ve o mala sahip olmanın sağladığı bir başka malı satın alabilme gücünü ifade eden “değişim (mübadele) değeri”

terimlerini kullanarak emek-değer kuramının başlangıç noktasını oluşturmuştur. Emeğin gerçek ölçütünün mübadele değeri olduğunu vurgulayan Adam Smith, “Ulusların Zenginliği”nin ilk cildinde zenginlik yaratımının emeğin uygulandığı yetenek, el becerisi ve yargı gücüne bağlı olduğunu ileri sürmüştür. (Bulut ve Peters, 2014: 229).

Smith, kapitalizm öncesi ilkel toplumlarda emeğin mübadele değeri için tek belirleyici olduğunu vurgulayarak, üretimin özel sektöre geçişi sonrasında malın değerinin emek faktörünün yanı sıra toprak ve müteşebbis (girişimci) tarafından belirlendiğini söylemektedir. Emek değer kavramına daha sistematik ve tutarlı bir yaklaşım David Ricardo tarafından belirlenmiştir. Malların üretimi için gerekli olan emeği “eski/dolaylı emek” ve “bugünkü emek/doğrudan emek” olarak ikiye ayırmıştır. Birincisi; makine ve teçhizatın üretimi için gerekli emektir. İkincisi ise; bu makine ve teçhizatla yani sermaye ile kullanılan emektir. Klasik ekolün ikinci büyük temsilcisi olan ve İngiltere’de yaşayan iktisatçı David Ricardo’nun içinde yer aldığı dönem; tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş sürecini yaşayan İngiltere’de hızlı nüfus artışı sonucunda ekilebilir verimli arazilerin azalması, köyden kente göçlerin artması, emekçi sınıfın yaşam koşullarının ağırlaşması, gıda fiyatlarının yükselmesi, para sisteminde yaşanan karmaşa ortamı dönemidir. Ricardo bu ekonomik koşulların çözümü doğrultusunda “politik iktisat” terimini kullanarak iktisadi servetin nedenlerini ve ilkelerini inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlamıştır. Ayrıca, Adam Smith’in somut yaklaşımının yanı sıra sorunları soyutlama düzeyinde değerlendirerek, değer, bölüşüm ve rant (extansif rant) teorisini geliştirip ilk matematiksel modellere kitabında yer vermiş ve matematiksel iktisat konusunda ilk adımı atmıştır (Ardıç ve Aydın, 2011: 16-17).

Ricardo’nun teorisinde kullanılan emek kavramı; bir malın üretiminde kullanılan emektir. Ricardo’nun emek kavramına yaklaşımı tarımsal mallar üzerindendir. Bunun sonucunda da çok emek sarfedilen ürünün az emek sarfedilen ürüne kıyasla daha çok değerli olduğunu savunmaktadır.

Karl Marx ise, gelişmiş iktisadi ilişkilerin ve sanayinin olduğu dönemde Ricardo’nun emek değer kavramının eksikliklerini görerek bir malın değerinin tek başına

o malın üretiminde harcanılan zaman ile ifade edilemeyeceğini vurgulayarak, malın değerini “kullanım değeri” ve “değişim değeri” olarak ayrı düşünmüştür. Marx emek kavramını açıklarken üretken emek ve üretken olmayan emek ayrımını yapmıştır. Sermaye için artı değer yaratan emeği üretken emek, sonunda bir artı değer yaratmayan ve mübadele değeri olmayan emeği de üretken olmayan emek olarak nitelendirmiştir. Doğada üretimleri için hiçbir emek harcanmayan (doğal ormanlar, maden suyu, balık, deniz vb.) bir çok mal olduğundan Marx’ın teorisi eleştirilmiştir.

Neoklasik iktisatçılar emeği değerli kılan unsurun emek sürecinden elde edilen fayda olduğunu vurgulayarak, emeği; ‘emeğin fırsat maliyeti’ ve ‘azalan marjinal fayda’ kavramları ile değerlendirmişlerdir. Emek kavramına bakıştaki bir başka dönüm noktası ise 1929 Dünya Ekonomik Buhranı ile birlikte Keynes’in ekonomiye toplam harcamalar yönünden yaklaşarak bir ürünün ya da hizmetin değerini kullanılan emeğin değil, satın alınan malın içerdiği faydanın belirlemesini savunduğu yaklaşımıdır (Ekinci, 2020: 29-30).

Marx, Kapital’in ilk taslağı olarak kabul edilen Grundrisse eserinin “Makineler Üzerine” bölümünde, sermayenin gelişimindeki belli bir noktada gerçek zenginliğin oluşumunun, üretimde doğrudan emek zamanı harcanmasına değil, birbirleriyle ilişkili iki unsur olan teknolojik uzmanlık ve örgütlenmeye dayanacağını, üretimdeki can alıcı faktörün insan aklının genel gücünün gelişimi olacağını öne sürer. Marx, aynı argümanında, büyük ölçekli sanayinin gelişmesiyle, bilimin temel üretim gücü olduğunu, teknolojinin üretim sürecini üstlendiğini ve makinelerin insan emeğinin yerini aldığı bir kapitalist gelişim evresinin başladığını söylemektedir. İşçinin makinenin refakatçisi haline gelerek, sermayenin ölçümü için emek zamanının giderek irrasyonel hale geldiğini vurgulayan görüşü maddi olmayan emek ve bilişsel kapitalizm üzerinde oldukça etkili olmuştur. Merkantil ve endüstriyel kapitalizmin ardından yeni teknolojilerin geliştirdiği yeni emek biçimlerini ele alan bilişsel kapitalizm evresi doğmaktadır (Bulut ve Peters, 2014:235).

Emek kavramındaki en güçlü değişim, makineleşme/sanayileşme ile ortaya çıkarak, insan emeğinin yerini enformasyon teknolojilerinin almasına neden olmuştur. Yirminci yüzyılın ortalarına dek hakim olan, seri üretime dayalı Fordist model, merkezi ve hiyerarşik anlayışı benimseyerek kitlesel üretimi desteklemiştir. Üretimin piyasa ihtiyaçlarına göre yapıldığı Toyotist modele geçiş ile birlikte insanların ihtiyaçlarına göre üretim yapıldığında, enformasyon teknolojisi kilit nokta haline gelmiştir. Ayrıca enformasyon teknolojisi ile birlikte üretim yapılan mekanların sınırı kalkmış ve emeğin üretimi dağınıklaşmıştır (Ekinci, 2020:41-42). Sanayi devrimi öncesinde çok sayıda işçiyi bir araya toplayan, mekanik güç kaynakları ve büyük ölçüde el emeği kullanılan manüfaktür üretim örgütlenmeleri sanayi devrimi ile yerini fabrikalarda gerçekleştirilen üretime bırakmıştır. Böylece, nitelikli emeğin teknoloji ile ikamesi sağlanmış, nitelsiz emekte artış olmuştur (Alçın, 2010:56).

Hardt ve Negri'ye göre 20. yüzyılın son on yılında endüstriyel emek hegemonyasını yitirerek, yerini 'maddi olmayan emek', yani enformasyon, iletişim, ilişkiler veya duygusal ifade gibi maddi olmayan ürünler ortaya koyabilen emeğe bırakmıştır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere maddi olmayan emek kavramında fiziki emek kastedilmemektedir. Maddi olmayan emek kavramının kökleri 1990-1998 yılları arasında yayınlanan Futur Anterieur dergisi çevresinde konumlanan işçilik sonrası postotonomcu düşünürlerin makalelerinde bulunabilir (Koşar, 2018:98-99).

Fuchs maddi olmayan emek teorisini eleştirerek, internet kullanıcılarının dijital medya platformlarında kullanıcı faaliyetleri ile değer ürettiğini vurgular. Bu değerler, kişilerin kullanıcı bilgileri ve profil istatistikleridir. Bu bilgiler medya platformları tarafından reklam şirketlerine satılarak platformlar tarafından her hangi bir ücret alınmadan kar elde edilir. Fuchs bu yaklaşımı ile emek kavramına "dijital emek" terimini eklemiştir (Fuchs 2015'ten aktaran Koşar, 2018:160).

2.4.3. Beyaz Yakalının Prekaryalaşması

Birinci Sanayi devriminde meydana gelen teknolojik değişiklikler nedeniyle, iş yapış şekilleri değişmiştir. Bu durum, iş gücü piyasalarında köklü değişim ve dönüşümlere neden olmuştur. Sanayileşme ile birlikte, tarımda çalışan işçiler fabrikalardaki vasıfsız elemana dönüşürken, zanaatkarlar da nitelikli iş grubunda sayıldıklarından vasıflı iş gücüne dönüşmüştür. Böylece, sanayi devrimi ile birlikte değişen üretim şekli, fabrikalarda mekanik üretimi gerçekleştiren, “mavi yakalı işçi” kavramını ortaya çıkarmıştır (Arslan ve Ergün, 2012:124).

İkinci ve üçüncü sanayi devrimleri sürecinde makineleşme artmıştır. Bu durumda iş gücünde mavi yakalı işçiler yerine beyaz yakalı işçilerin istihdamı artmıştır. İş gücünde fiziksel güç ihtiyacı olan işlerde makinelerin ikamesi sağlanmıştır. İş gücü talbi ise beşeri sermaye gerektiren, yüksek nitelikli eleman arayışına doğru kaymıştır. Mavi yakalının ağırlığını kaybettiği bireyselleşmenin önem kazandığı bu süreçte sendikalaşmanın olumsuz etkilenerek çalışanlar üzerindeki sömürünün artması beklenmektedir. (Petekçi, 2021:12-13). Kas gücü yerine otomasyon devreye girerek makinelerin üretimde kullanılmasıyla, yönetici sınıflar artarak beyaz yakalılar iş gücünde önem kazanmaya başlamıştır (Türkel ve Bozağaç, 2018: 430).

1900’lü yılların son çeyreğinden itibaren ortaya çıkan, bilişim teknolojileri yalnızca üretimin otomasyonlaşmasını sağlamakla kalmayıp dijitalleşme sürecini de başlatmıştır. 2000’li yıllar itibariyle hız kazanan dijitalleşme süreci, pek çok alanda iş yapma biçimlerini değiştirmiştir. İmalat sektöründe dijital teknolojilerin kullanılmaya başlanması ile robotlar ve akıllı sistemler devreye girmiştir. Bunun yanında, hizmet sektörünün farklı dalları olan sağlık kurumları, bankacılık, iletişim alanlarında önemli bir dönüşüm gerçekleşmiştir. Bu değişim sürecinin özü, teknolojinin yardımıyla işlerin daha hızlı, etkili ve ucuz yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu doğrultuda, dijital devrim olarak da bilinen Sanayi 4.0 sürecinde, kendi kendini yönetebilen akıllı makine ve

fabrikalarda üretim gerçekleşmektedir. Bu yenilikler ile otomasyona dayalı üretim gerçekleşerek emek kullanımı düşmektedir (Yankın, 2019:14-18).

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte yapay zeka ile robotik teknolojilerin iş yaşamındaki alanı artmaktadır. Sanayi 4.0 teknolojilerinin istihdamda kullanılmasıyla birlikte yapay zeka ile robotlar insanları ikame etmeye başlamıştır. Bu süreç pek çok tartışmaya neden olmaktadır (Yankın, 2019: 25).

Sınıf kavramına ilişkin tarihsel yaklaşımlar bu bölümde sunulmaktadır. Bu yaklaşımlardan arasında iki temel yaklaşım söz konusudur. Bunlardan biri, sınıfları bireyin pazar içerisindeki konumlarına (meslek, gelir, eğitim durumu, statü, kurumsal itibar, otorite vb.) göre değerlendiren, mesleki kategorileri temel alan Weberyen yaklaşımdır. Bu yaklaşımda; tüm nitelikli emek gücü türleri (mühendis, teknokrat, bilimci vb. beyaz yakalıları) orta sınıfa dahil edilmektedir. Weber, mavi yakalıları işçi sınıfı, beyaz yakalıları ise orta sınıf içerisinde kabul etmiştir. Diğer yaklaşım ise, Marx'ın sınıfları mülkiyet ilişkilerine göre değerlendirdiği Marksist yaklaşımdır. Bir başka deyişle, üretim faktörleri üzerindeki sahiplik bireyin sınıfının belirleyicisidir. Devlet için çalışmak, idari görevler üstlenmek ve özel sektörde çalışmak emek gücünün toplumsal sınıftaki rolünü farklılaştırır. Bunun yanı sıra gelir, eğitim ve meslek, sınıflar arasındaki eşitsizliği göstermeye yeterli değildir. Sınıf kategorileri mesleklere, statülere ve gelir düzeylerine göre belirlenmemektedir. Marx'a göre, beyaz yakalıları işçi sınıfının üst kategorisini oluşturur. Beyaz yakalıları, Weber'e göre konumlandırıldığında ise orta sınıfta yer alan ayrı bir alt sınıftır. Marx ve Weber' sonrasında Wayner toplumsal sınıfı; orta sınıf ve işçi sınıfı olarak ikiye ayırmıştır. Orta sınıf: üst düzey profesyonel ve yöneticilerden, orta düzey profesyonel ve yöneticilerden ve alt düzey yöneticilerden ve beyaz yakalılarından oluşmaktadır. İşçi sınıfı kapsamında ise işçiler; vasıflı, yarı vasıflı ve vasıfsız olmak üzere ayrılmıştır. Özellikle teknolojiyle harmanlanan kapitalizmle birlikte hayatta kalmak için emek gücünü satan işçi sınıfı orta sınıfa özgü olarak değerlendirilen entelektüel emek türüne de sahiptir. Buradan, orta sınıfın ve işçi sınıfının kategorilerine ayrılırken daha

esnek ve daha geniş bir bakış açısıyla değerlendirildiği anlaşılmaktadır (Özalp, 2020:4400-4401).

Anthony Giddens ise gelişmiş kapitalist toplumları; üretim araçlarının mülkiyetini elinde bulunduran üst sınıf, teknik ve eğitsel nitelikleri kullanabilme yetisine sahip orta sınıf ve el emeğine dayalı iş gücü bulunan işçi sınıfı olarak üç ana başlıkta değerlendirmiştir. Beyaz yakalı ve mavi yakalı işçi sınıfını ayrı değerlendiren Haralambos'un (1980) sınıflaması aşağıda sunulmuştur:

- | | |
|--------------|--|
| Orta Sınıf: | 1. Üst Derece profesyonel olanlar: İşletmeci ve Yönetici |
| | 2. Alt Derece profesyonel olanlar: İşletmeci ve Yönetici |
| | 3. Rutin İşler Yapan Beyaz Yakalılar |
| İşçi Sınıfı: | 1. Beceri gerektiren kol emeği |
| | 2. Orta derece beceri gerektiren kol emeği |
| | 3. Beceri gerektirmeyen kol emeği |

Frank Parkin de modern kapitalist beceri ile donanmış grupların daha güçlü olduğunu savunmaktadır (Haralambos 1980'den aktaran Dağtaş, 1993:37-38).

C. Wright Mills, beyaz yakalıları parçalı bir topluluk olarak tanımlamaktadır. Üst düzey şirket yöneticilerinden başlayarak, doktor, mühendis, avukat gibi bir zamanlar bağımsız olan yerleşik mesleklerin üyelerine, satıcılara, daktilograflara ve resepsiyonistlere kadar ulaşan geniş bir perspektifte değerlendirmektedir. Boratav (2004: 24-25) ise beyaz yakalıları kentsel ücretli/maaşlı gruplardan birisi olarak ele alarak, grupları; yüksek nitelikliler, beyaz yakalı ücretliler, niteliksiz hizmet işçileri ve mavi yakalı işçiler olarak belirlemiştir. Bu gruplandırma çerçevesinde beyaz yakalıların kapsamını daha dar ele alarak şu şekilde sınıflar (Bilir, 2011:13-15):

“... beyaz yakalı grup ise (ilgilinin yükseköğrenimli olmasına bakılmaksızın), belli bir eğitim düzeyine veya meslek içi eğitimden kaynaklanan uzmanlaşmaya gerek duyan, ancak yüksek nitelikliden belirgin biçimde daha az nitelik gerektiren meslekleri oluşturur: Hemşire, diş teknisyeni, banka memuru, sekreter, öğretmen, polis gibi.”

Braverman teknolojik gelişme ile birlikte, yalnızca sanayi işlerinde değil, büro işlerinde de imalat sanayilerinde olduğu gibi iş sürecinin küçük parçalara ayrılacağını, dolayısıyla bu işlerin beyin gücünden sıyrılacağını, taylorizasyona uğrayacağını açıklayan, çalışanların ve işlerin vasıfsızlaşacağına ilişkin yaklaşımına göre, beyaz yakalıların işleri de aynı mavi yakalılar gibi rutinleşmeye, parçalanmaya ve vasıfsızlaşmaya tabi olabilir (Braverman 2008'den aktaran Buyruk, 2018:610). Sonuç olarak, Braverman; hem “yüksek nitelikli” olarak tanımladığı hekim, mühendis, avukat gibi meslekleri, hem de niteliksiz hizmet işçileri arasında saydığı tezgahhtar, odacı gibi meslekleri “beyaz yakalı” grubuna dahil etmemektedir (Braverman 2008'den aktaran Bilir, 2011:6).

Prekarya; "precarious" (güvencesiz) ile "proletariat" (proleterya) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir kavramdır. Bu kavram, ilk olarak 1980 yılında Fransız sosyologlar tarafından mevsimlik tarım işçilerini ve geçici işçileri ifade etmek için kullanılmıştır. Bu dönemde prekarya normlara yüklenen anlamları reddeden, özgür ruhlu işçi sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte kavrama farklı bağlamlarda farklı anlamlar da yüklenmiştir. İtalya'da "güvencesiz varoluş", Almanya'da "geçici işçiler ve işsizler", Japonya'da "çalışan yoksullar" prekarya olarak nitelendirilmiştir (Özalp, 2020: 4397). Bu yaklaşımlar değerlendirildiğinde özet olarak prekaryanın tanımı; ileri düzeyde eğitim gördüğü halde edindiği becerilere uygun gelire ve statüye sahip olamayanlardır.

Günümüz iş gücünde teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte işler basitleşip rutinleşmektedir. Bu durum, beyaz yaka-mavi yaka ayrımını ortadan kaldırmaktadır. İşgücü piyasalarında yaşanan bu dijital dönüşüm süreci beyaz yakalıların prekaryalaşması sonucunu doğurmuştur. Bu nedenle, iş gücünde kullanılan yapay zeka ve robotları ifade etmek için literatürde “dijital yaka” terimi kullanılmaya başlanmıştır.

2.4.4. İş Gücü Kutuplaşması

Tarihte gerçekleşen sanayi devrimleri, “Emeğin Dönüşümü” ve “Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasalarına etkileri” başlığı altında detaylandırıldığı şekilde olumlu ve olumsuz

etkilere neden olmuştur. Dönüşüm sonrasında ortaya çıkan yaratıcı yıkımlara adapte olmayı başaranlar refahtan fazla pay almış, dönüşüme ayak uyduramayanlar ise iş gücü piyasasından dışlanmışlardır. Sanayi 4.0 sürecinde yüksek vasıf gerektiren işlerin alanı genişlemektedir. Bu nedenle, bu işlere uygun vasıfta iş gücünün eksikliği, orta vasıflı iş gücünü yukarı çekerek ya da aşağı iterek iş gücü kutuplaşmasını arttırmaktadır. İşgücünün kutuplaşması kavramı ise, ilk olarak 2007’de Goos ve Manning tarafından adlandırılmıştır. İş gücü kutuplaşması; teknolojik gelişmelerle birlikte düşük vasfa ihtiyaç duyulan işlerin yüksek vasıf gerektiren işlerle ikame edilerek orta vasıflı iş gücünün ise göreceli olarak düşük ya da yüksek vasıflı iş gücüne geçmesine neden olduğunu açıklamaktadır (Goos and Manning, 2007). Tüzemen ve Willis’in iş gücü kutuplaşması tanımına göre, orta vasıflı işlerin payı azalırken, yüksek beceri gerektiren işlerin payı ile düşük beceri gerektiren işlere olan arzın artmasının sonucudur. İşgücü kutuplaşması sonucunda, gelir dağılımı eşitsizliği, beyin göçü ve kayıt dışı istihdamın artması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkacağından bu durumu Sanayi 4.0’ın yaratacağı negatif bir sonuç olarak değerlendirip bu alanda önlemler alınması gerekmektedir (Tüzemen ve Willis 2013’ten aktaran Çakır, 2018:102).

2.4.5. Dijitalleşme Sürecinde Mesleklerin Dönüşümü

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte teknolojiye değişim ivme kazanmıştır. Otomasyon sistemlerin üretime entegre edilmesiyle birlikte iş gücünde insan emeğinin payı azalmıştır. Yeni iş alanları, farklı sektörler ortaya çıkmaya başlamış ve bu iş sahalarında çalışmak isteyenlerin ise yeni yetkinliklere sahip olması istenmektedir. Yeni iş sahalarında ihtiyaç duyulan bu becerileri aynı zamanda işini kaybetmemek adına mevcut iş gücünün de kazanması gerekmektedir. Dijitalleşme sürecinde teknolojik dönüşümden ötürü işini aybetme tehlikesiyle karşı karşıya olan bireylere yeni becerileri kazanması için eğitim programları düzenlenmesi gerekmektedir. Şirketlere bu konuda oldukça önemli rol düşmektedir. Sürekli eğitim kapsamında, şirket içi eğitimler hem mevcut iş gücünün dinamizmini sağlayacaktır hem de dijital dönüşüm sürecinde şirketi sürdürülebilir kılacaktır. (Koca, 2020:4549-4550). Dijital dönüşümle birlikte geleceğin iş

gücünden beklenen bilgi, beceri ve yetenekler de değişecektir. Bu nedenle iş gücü piyasasında var olmaya devam edebilmek için yaşam boyu öğrenmenin içselleştirilmesi gerekmektedir (Çark, 2020:27).

2020 yılında Dünya Ekonomik Forumu (WEF 2020)'nun geleceğin meslekleri üzerine hazırladığı raporda 2025 yılına kadar, talebin az olduğu rollerin %15.4'ten %9'a düşmesi, yeni mesleklere ilişkin rollerin ise %7.8'den %13.5'e yükselmesi beklenmektedir. Bu nedenle; 2025 yılına gelindiğinde insanlar ile makineler arasındaki iş bölümünün insanlar lehine değişmesi ile 85 milyon işin yok olabileceği; insanlar, makineler ve algoritmalar arasındaki yeni iş bölümüne adapte olan 97 milyon yeni iş alanının ortaya çıkabileceği tahmin edilmektedir (WEF, 2020: 5).

Dijital dönüşüm ile pek çok iş artık robotlar tarafından yapılabilecektir. Bu nedenle yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalan meslek grupları mevcuttur. Otomasyona en yatkın meslek grubu dijital dönüşümden en fazla etkilenecektir. Robotlar tarafından yapılması en mümkün olan işler, otomasyona yatkın meslekler arasında sigortacılar, montaj işçileri, makine operatörleri, banka memurları, kasiyerler, kargo ve yük acenteleri, saat tamircileri, müşteri hizmeti çalışanları yer almaktadır (Frey ve Osborne, 2013:20).

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkan, gelişen meslek alanları mühendislik bilgisayar tabanlıdır. Pek çoğu yurt dışında faaliyet göstermeye başlayan ve zamanla alt dallarını da oluşturacak olan yeni iş alanlarını yedi temel başlık olarak sıralayabiliriz. Bunlar; şebeke geliştirme ve sanal alışveriş danışanı, giyilebilir teknoloji tasarımcısı, endüstriyel yazılım programcısı, bilişim sistemleri ve nesnelerin interneti çözüm üreticisi, endüstriyel veri analisti, robot koordinatörü/programcısı/ tamircisi, üretim teknolojileri uzmanı, akıllı şehirleri planlamacısı, bulut hesaplama uzmanı, 3 boyutlu yazıcı mühendisidir (Taş, 2018:1828-1829).

Yapay zekanın kullanımının genişlemesiyle, insanların yaptığı pek çok işin ikame edilmesi beklenmektedir. Bu sayede, maliyetler azalıp verimliliğin artması ve 2025 yılına gelindiğinde kurumsal denetimlerin %30 oranında yapay zeka tarafından yapılması

beklenmektedir (Soylu, 2018:53). Nesnelerin interneti teknolojisiyle ile öğrenen ve birbirleriyle iletişim kurabilen makinelerin, akıllı robotların ürettiği ürünler ile insan emeğinden bağımsız olarak evlerimize kadar ulaşabilecektir (Şendoğdu, 2020:170-171).

Dünya Ekonomik Forumu Geleceğin Meslekleri 2020 Raporu'na göre araştırma yapılmış olan 26 ülkeye ilişkin 15 sektörde 2025 yılına kadar insanlar ve otomasyon/makineler arasındaki yeni oluşacak iş paylaşımları sonucunda orta ve büyük işletmelerde 85 milyon iş türü ortadan kalkacaktır (WEF, 2020:5).

Uluslararası Robotik Federasyonu verilerine göre Sanayi 4.0 teknolojilerinin iş yaşamında kullanım alanının artmaktadır. Dünya Robotik Raporu 2020'e göre, fabrikalarda istihdam edilen dünya genelindeki 2,7 milyon endüstriyel robot sayısının %12 artış göstermiştir. Bu raporda, Asya endüstriyel robotlar için en güçlü pazar olmayı sürdürmektedir. Bölgenin en büyük operasyonel robot stoğu olan Çin'in 2019 yılındaki stoğu %21 artarak yaklaşık 783.000 adet olmuştur. Japonya'da yaklaşık %12'lik bir artış ile 355.000 adet ile ikinci sırada yer almaktadır. Bununla beraber, Hindistan'da fabrikalarda çalışan endüstriyel robotların sayısı 5 yılda iki katına çıkmıştır. Avrupa'nın, 2019 yılında %7'lik artış ile 580.000 adetlik bir operasyonel stoka ulaştığı sunulan raporda, Almanya yaklaşık 221.500 birimlik bir operasyonel stok ile ana kullanıcı olmaya devam etmektedir. Amerika kıtasında da, ABD en büyük robot kullanıcısı olarak belirtilmiştir. ABD'nin %7'lik artış ile 293.200 birimlik yeni bir operasyonel stok rekoruna ulaştığı belirtilmektedir. Ayrıca rapor insan-robot iş birliğinin benimsenmesindeki artışı ifade ederek, insan-robot işbirlikçi robot kurulumlarının % 11 büyüdüğü vurgulanmaktadır (Özışık ve Erdil Şahin, 2022: 90).⁶

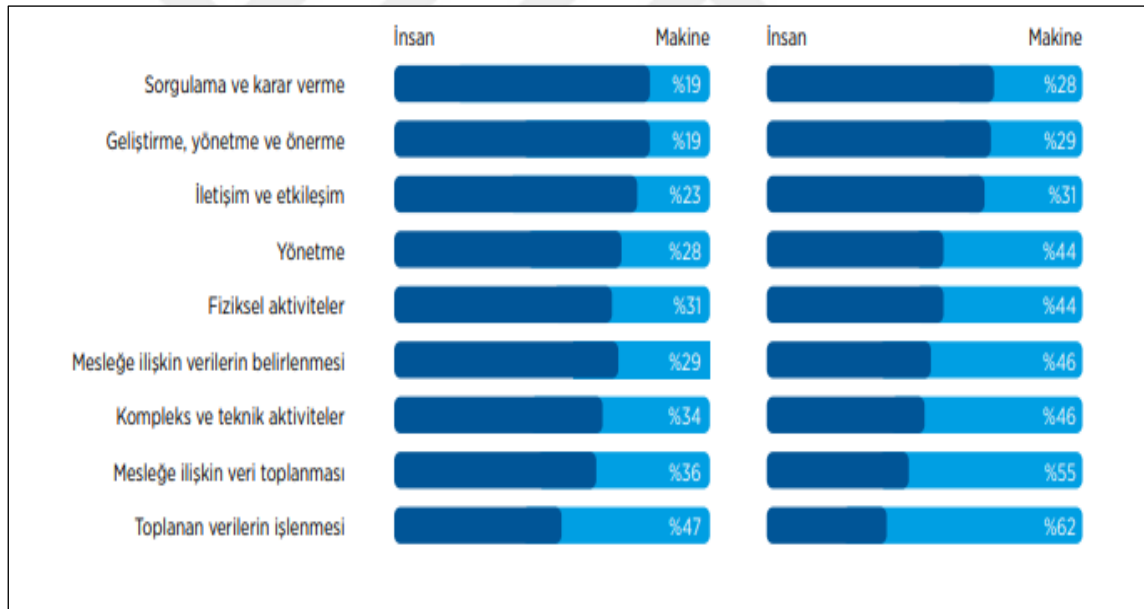
Sanayi 4.0'te robotların pek çok iş sürecinde gerek insanlara yardım eden araçlar olarak gerekse aktif iş gücü olarak çalışmaya başlayacaklarından robot insan etkileşimi önem arz eder. Çoğunlukla robotlar, ağır kas gücü gerektiren ve beden sağlığına zararlı işlerde çalışacaklardır. Böylece, insanlar ise, daha çok bilişime yönelik işlerle

⁶ Avrupa Birliği Robot kullanımı ile ilgili detaylı bilgiler "3.1. Avrupa Birliği ve Dijitalleşme Göstergeleri" bölümünde mevcuttur.

uğraşacaklardır. Bunun yanı sıra, robotların çalışma süreleri daha uzun olduğundan insanlar daha az aktif çalışıp kalan zamanlarını kişisel ve mesleki becerilerini geliştirmeye yönelik eğitimlerde geçirebileceklerdir (Efeoğlu ve Bozkurt, 2018:293).

2025 yılında makinelerin ve algoritmaların getirisi olan yetenekleri önceki dönemlere kıyasla daha çok kullanılacağı, makinelerin çalışma sürelerinin, insanların çalışmak için harcadığı süreye eşit olacağı beklenmektedir. Bu hususlar genel olarak değerlendirildiğinde yine insandan makinelere bir kayma olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Şekil 2.4: İnsandan Makineye Kayan Alanlar (2019)



Kaynak: Aksakal ve Ülgen,2021: 841.

Şekil 1’de insandan makineye kaymanın en çok görüldüğü alanların başında veri işlenmesi, fiziksel aktiviteler ve mesleğe ilişkin veri toplanması gelmektedir (Aksakal ve Ülgen, 2021:842).

Sanayi 4.0 süreci; robotik teknolojiler, yazılımlar, algoritmalar ve yapay zeka dönemi olarak değerlendirildiğinden bir kişinin başarılı olması için yaratıcılık yetkinliği dikkat çekmektedir. Bu değişim sektörleri göre değişiklik göstermek ile birlikte iş

yaşamında teknoloji okur-yazarlığı gibi yeni becerilere ihtiyaç duyulmasına neden olacaktır. İş gücünden beklenti; teknoloji kullanma kapasitesi açısından yaratıcı olması ve sorunları ortadan kaldırmaya odaklanmasıdır (Gürün, 2019:76).

Tablo 2.6. incelendiğinde talep artışı beklenen meslek kolları bir kaç yıl öncesinde ya da günümüzde ismini duymadığımız meslek gruplarından oluşmaktadır. Meslek gruplarının ortak paydası ise Sanayi 4.0 bileşenlerini içermeleridir.

Tablo 2.6: Talep Artışı Olan 20 İş Rolü

1. Veri Analistleri ve Veri Bilimciler	11. Proje Yöneticisi
2. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi Uzmanı	12. İşletme Hizmetleri ve Yönetim Yöneticileri
3. Büyük Veri Uzmanı	13. Veritabanı ve Ağ Uzmanları
4. Dijital Pazarlama ve Strateji Uzmanı	14. Robotik Mühendisi Yapay Zekâ ve Geleceğin Meslekleri
5. Süreç Otomasyon Uzmanı	15. Stratejik Danışman
6. İş Geliştirme Uzmanı	16. Yönetim ve Organizasyon Analisti
7. Dijital Dönüşüm Uzmanı	17. FinTech Mühendisi
8. Bilgi Güvenliği Analisti	18. Mekanik ve Makine Tamircisi
9. Yazılım ve Uygulama Geliştiricileri	19. Organizasyonel Gelişim Uzmanı
10. Nesnelerin İnterneti Uzmanı	20. Risk Yönetimi Uzmanı

Kaynak: Aksakal ve Ülgen, 2021:842.

2.4.6. Dijitalleşmenin Mesleki Yetkinlikleri

Dünya Ekonomi Forumu 2020 (WEF, 2020) yılı raporuna göre, 2025 yılında profesyonellerde olması gereken 15 beceriyi; analitik düşünme ve yenilik, aktif öğrenme

ve öğrenme stratejileri, karmaşık problem çözme, eleştirel düşünme ve analiz, yaratıcılık, özgünlük ve inisiyatif, liderlik ve sosyal etki, teknoloji kullanımı, izlenmesi ve kontrolü, teknoloji tasarımı ve programlama, yılmazlık, stres toleransı ve esneklik, akıl yürütme, problem çözme ile fikir üretme, duygusal zekâ, sorun giderme ve kullanıcı deneyimi, hizmet oryantasyonu, sistem analizi ve değerlendirmesi, ikna ve müzakere olarak sıralamıştır. Bu becerilere ek olarak geleceğin becerileri üzerine gerçekleştirilen çalışmaların çoğunluğunda gelecek için en önemli beceri arasında veri okuryazarlığı bulunmaktadır. Dinamik bir kariyer ortamında sürdürülebilir olabilmek için, geleceğin iş gücünün yenilikçi, eleştirel düşünebilen, endüstrileri dönüştüren fırsatları tespit ve takip edebilen ve küresel zorlukların üstesinden gelebilmek adına yaratıcı çözümler sunabilen kişiler olması beklenmektedir (Aksakal ve Ülgen, 2021:849-850).

Şekil 2.5: 21. Yüzyıl Becerileri



Kaynak: Akgündüz ve Mesutoğlu, 2020:16.

Eğitimde öğrencilerin edinmesi gereken beceriler arasında eleştirel düşünme, yaratıcılık, inovasyon, iletişim kurma, karmaşık problem çözme ve iş birliği yapma gibi

beceriler yer almaktadır. Öğrenciye kazandırılması hedeflenen bu becerilerinin yanında bireylerin bilgiye nasıl erişebileceğini ve bilgiyi nasıl kullanacağını kapsayan bilgi okuryazarlığı; teknoloji kullanımındaki verimlilik ve etkinlik için teknoloji okuryazarlığı ile medyanın takip edilebilmesi için için medya okuryazarlığı gibi becerileri kazanımları da önem teşkil etmektedir. Şekil 2.5’de Yaşam ve Kariyer başlığında gruplanan beceriler de sanayinin talep ettiği çalışan profilinin sahip olması gereken olması gereken becerileri ifade etmektedir (Akgündüz ve Mesutoğlu, 2020:15-16).

Farklı kuruluşlar tarafından, 21. Yüzyıl becerilerine yönelik gruplamalar yapılmıştır. OECD’nin hazırladığı Becerilerin Görünümü 2019: Dijital Dünyaya Doğru Gelişim başlıklı raporda teknoloji temelli beceriler ise Tablo 2.7.’de sunulmaktadır. Sanayi 4.0’a geçiş aşamasında gerekli planlamalar yapılır ve önlemler alınırsa geçiş aşamasında yaşanan sıkıntılarda en aza indirgenmiş olacaktır.

Tablo 2.7: OECD 2019 Raporuna Göre Dünyada Dijital Beceriler

Dijital İş Dünyası için Beceriler	Dijital Bir Toplum için Beceriler	Dijital Öğrenme Ortamı	Beceri Temelli Kapsamlı Bir Politika Seti
Teknoloji kullanımı birçok iş yapılış şekli değişmektedir.	Beceriler dijital aletlere erişim, kullanım ve çıktılar doğrultusunda boşluğu dolduracak bir araç niteliğindedir.	Eğitimde teknoloji kullanımı, dijital bir gelecek için becerilerin geliştirilmesine destek sağlayabilir ama henüz potansiyeli anlaşılmamıştır.	Politikalar yaşam boyu öğrenme konusunda heveslendirir. İnsanların farklılaşan çalışma ortamlarına adapte olabilmelerini sağlar.
Otomasyona yatkın olan işler için düşük vasıflı işçiler yüksek risk grubundadır.	Daha yüksek beceriler bireylerin çevrimiçi ortam içerisinde çeşitli ve karmaşık etkinlikler yapmalarını ve çevrimiçi gizliliklerini sürdürülebilmelerini sağlar.	Açık eğitim kaynakların kullanımı yaşam boyu becerilerin gelişimini sağlar ama genellikle yetenekli kişilere fayda sağlamışlardır.	Dijitalleşmenin coğrafi boyutunu ele alarak dijital çağın faydalarının ülkeler arasında eşit paylaşımına destek olur.
Kaliteli işçi eğitimi otomasyon riski yüksek olan mesleklerden düşük olan mesleklere geçiş konusuna destek olabilir.	Bilgi kaynaklarında gezinmek ve çevrimiçi olarak zararlı olan davranışların sonuçlarını anlamlandırmak için çeşitli yetkinlikler gereklidir.		Politika çabası alanları ve aktörleri arasında daha iyi koordine edilebilir.

Kaynak: Gümüüş, 2019: 6, (Çevrimiçi) https://ilke.org.tr/images/yayin/pdf/analiz_raporu_4_BASKI.pdf, 10.05.2021.

2.4.7. Yeni Çalışma Modelleri

Çevrimiçi dijital çalışma platformları, günümüzde pandeminin de etkisiyle popüleritesini arttıran iş sahalarıdır. Bu yeni çalışma platformları ile birlikte varolan iş modellerinin yanında bu iş modellerinin ilişkili olduğu çalışma modelleri de yenilenmiştir. Bu yeni çalışma yaklaşımında, özellikle nitelikli çalışanların kendi çalışma zamanlarını planlayarak mekan ve zamandan bağımsız olarak çalışma olanakları mevcuttur. Bu model, pandemiden önce de tartışılabilen ama pandemi ile birlikte tüm dünyada uygulanmak durumunda kalan alışılabilen rutin çalışma şartlarının oldukça farklılaşması ve belirli çalışma saatleri ve ortamlarından uzaklaşılması şeklinde tanımlanabilir. Evden çalışma, uzaktan çalışma ve esnek çalışma koşulları ile özel yaşama ayrılan zamanın artması, çalışan verimliliğini de olumlu yönde etkilenmesi beklentisi ile uygulanan bu modele ilişkin olumlu ve olumsuz referanslar mevcuttur. Ancak, pandemi ile birlikte evden çalışma nedeniyle pek çok işveren denetim zorluğundan, pek çok çalışan ise mesai kavramı kalmadığından bu çalışma modelinden şikayet etmektedir (Özışık ve Erdil Şahin, 2022: 91).

Dijitalleşme ile birlikte yükselen ekonomik model olarak adlandırılan paylaşım ekonomisi; bir ürünün sahibi ile o ürüne bir süre için ihtiyacı olan müşterileri buluşturup karşılıklı mal ve hizmet paylaşımı yapmalarına olanak sunan esnek bir iş modeli olarak tanımlanmaktadır. 2008 yılındaki küresel ekonomik kriz sonrasında adını duymaya başladığımız paylaşım ekonomisi kavramı her geçen gün popülerliğini arttırarak, geniş uygulama alanları kazanmıştır. İlk olarak, 2008 yılında kullanılan paylaşım ekonomisi terimi malları satın almadan kaynakları paylaşarak, takas yaparak veya kiralayarak gerçekleştirilen ortak tüketim süreci olarak tanımlanmaktadır (Lessig, 2008:120). Paylaşım ekonomisinin gig economy, on-demand economy, peer economy, renting economy şeklinde pek çok farklı ifadesi mevcuttur. Fakat literatürde en çok “paylaşım ekonomisi” (Sharing Economy) olarak geçen bu ekonomik yapı; “paylaşım” sözcüğünün bilinen sözlük anlamına farklı anlamlar katmaktadır (Sundararajan, 2017:27). Yeni nesil ekonomik model sayesinde yeni iş sahaları oluşturulmaktadır.

2.5. Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasasına Etkileri

Bu bölümde, dijitalleşmenin iş gücü piyasalarına etkilerine ilişkin tarihsel süreç aktararak, 1980 sonrası iktisat literatüründe teknolojinin iş gücüne etkisinin tartışıldığı teoriler açıklanacaktır. Dijitalleşmenin getirisi olan teknolojik gelişmeler ile birlikte yaşanan iş gücü verimliliği, emeğin dönüşüm süreci, sınıfların değişimi, iş gücü kutuplaşması, yeni mesleki yetkinlikler, yeni çalışma modelleri ve mesleklerin dönüşüm sürecine ilişkin araştırmalar aktarılacaktır.

2.5.1. Tarihsel Süreç ve Yaklaşımlar

Sanayi devrimi öncesinde, teknolojinin artış hızı oldukça düşüktür. Tarım toplumunda teknolojinin artış hızının neredeyse durağan olduğu Tablo 2.8.'de belirtilmektedir. Makineleşmenin artmasıyla birlikte, 1750 yılından itibaren teknoloji artış hızındaki ivme dikkat çekmektedir. Bu dönemde, makineleşmenin hızla artışı teknoloji artış hızını da doğal olarak etkilemektedir.

Tablo 2.8: M.Ö. 10.000-M.S. 1750 Yılları Arasında Dünyada Nüfus ve Teknoloji Değişimi (Milyon)

Yıl	Nüfus (Milyon)	Nüfus Artış Hızı (%)	Teknoloji Artış Hızı (%)
M.Ö.10.000	7	0.004	0.001
1	300	0.0038	0.009
1000	310	0.003	0.001
1500	490	0.081	0.020
1750	770	0.181	0.045

Kaynak: Savuk, 2014:57.

1700'lerin ortalarında ise iş gücünden en büyük payı tarım sektörü almaktaydı. Nüfusun yarısından fazlası tarımda istihdam edilmekteydi. Sanayi devrimi ile birlikte, kısa dönemde iş gücünde kol gücü ihtiyacının azalması sonucunda ilk olarak işsizlik artmıştır. Ancak, her bir sanayi devrimi sonrasında ortaya çıkan yeni teknolojiler, yeni iş

kollarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. 20. yüzyılda madencilik, çelik, araba, petrol ve gaz sanayileri, üretim sektörü önem kazanmıştır. Üçüncü ve dördüncü sanayi devrimi ile birlikte elektronik, telekomünikasyon, otomasyon, yapay zeka ve robot teknolojilerinin gelişmesiyle son otuz yıldır istihdam büyük sanayilerden hizmet sektörüne geçmektedir (King, 2020:57).

Teknoloji ile iş gücü piyasasına yönelik ilk iktisadi yaklaşımlar, klasik iktisadın öncülerinden David Ricardo ile başlamaktadır. Ricardo'ya göre, makineleşme sonucunda emek ve sermaye arasında bir ikame etkisi ortaya çıkmaktadır. Kapitalist üretim sürecinde makineleşmede daha fazla kar elde amacı güdülmektedir. Bu nedenle sermaye sahipleri iş gücünden tasarruf etmekte ve üretim süreci makineleşmektedir. Ancak Ricardo'ya göre bu üretim sürecinde yaşanan değişim işçi sınıfının tamamen ortadan kalmasını ifade etmektedir. Ricardo; işçilere her zaman hem makinelerin kullanımı hem de bakımı sürecinde ihtiyaç duyulacağını ve işçilerin varlıklarını devam ettireceklerini belirtmiştir (Ardor ve Varlık, 2009:15-40).

Keynes, 1930 yılında yayınlanan “Economic Possibilities for our children / Torunlarımızın Ekonomik Olanakları” adlı makalesinde teknolojik işsizlik kavramını aşağıdaki cümleler ile açıklamıştır (Keynes, 2012:25).

“... Bazı okuyucuların henüz adını duymadığı, ama önümüzdeki yıllarda bol bol duyacakları bir hastalığa yakalanıyoruz: teknolojik işsizlik. Bu, emek kullanımından tasarruf konusunda keşfettiğimiz yöntemlerin hızının iş gücü için yeni kullanım alanları bulabilme hızımızı aşması dolayısıyla doğan işsizlik demek.”

Bu tanımlama sonrasında ise bu durumun geçici olduğunu vurgulamıştır.

“... Ama bu yalnızca geçici bir adaptasyon evresi. Uzun vadede bunun anlamı, insanlığın, iktisadi sorununu çözüyor olması. İlerlemeyi sağlayan ülkelerde yaşam standardının bundan yüz yıl sonra bugün olduğundan dört ila sekiz kat daha yüksek olacağı ön görüşünde bulunmak isterim.”

Keynes ayrıca teknolojik gelişme ile birlikte üretimin robotlaşmasıyla insanların boş zamanını çalışma ile ikame edeceklerini ve çalışma sürelerinin kısılacağını vurgulamıştır. Keynes'in bölüşüm sorununa değinmemesini ciddi bir eksiklik olarak

nitelendiren Robert Solow ise gelirin ve ürünün ücretler arasındaki bölüşümünün emeğin sermaye ile kolay ikamesine bağlı olduğunu, bu ikame kolay ise karın toplam gelirin büyük bir kısmını kaplayacağını savunmuştur. Günümüzde ve gelecekteki teknolojik değişimi öngören Solow, üretimin bütünüyle makineler ve robotlar ile yapıldığı bir toplumda işçilerin payının azaldığını, sermaye sahiplerinin ön planda olduğunu açıklamıştır. Keynesin teknoloji ve iş gücü hakkındaki görüşleri ise dijitalleşmenin ivme kazandığı günümüzde tekrar gündeme gelmiştir ve tartışılmaktadır (Keynes, 2012:6).

Karl Marx ise, teknolojik gelişmenin emeğin verimliliğini yükselteceğini savunmuştur. Bu bağlamda da, mal fiyatlarının ucuzlayacağı, emeğin çalışma süresinin azalacağını ve sonuçta artı değer artacağı görüşündedir. Makineleşme ile birlikte emeğin verimliliğini artırmanın yolu, artı değeri arttırmaktır. Artı değer artması ise emeğin daha fazla sömürülmesini ifade etmektedir (Marks 1997'den aktaran Günaydın, 2009: 361).

19. yüzyılın başlarında sanayileşme karşıtı olan ve General Ludd ya da Kral Ludd olarak bilinen kurgusal bir lider; sulh hakimlerine, yiyecek tüccarlarına ve fabrikatörlere yazılan tehdit notlarının altında kullanılan genel bir lakap olmuştur. Sayıları yüzleri bulan luddistler; o dönemde, buhar makinelerini imha etmek, fabrikaya veya imalathaneye kasten zarar verecek eylemlerde bulunmak şeklinde makine karşıtı eylemlerde bulunan ciddi bir silahlı gücü temsil ediyorlardı. Luddistlerin çoğu geçimlerini dokuma ve tekstil sanayisi ile sağlayan zanaatkarlar ve işçilerdi. Fabrikaların makineleşmesi bu kalifiye elemanların istihdamını ortadan kaldırdı. Özetle, luddistler teknolojiye değil, işlerini kaybetmeye ve geçimlerini sağlayamamaya karşıydılar (King, 2020:27).

1913 yılında Henry Ford'un T modeli üretim bandını Michigan'da açmasıyla kitle üretim modeli hız kazanarak tüm dünyada üretimin ölçütü haline gelmiştir. Ford'un fabrikada çalışan işçilerine saatlik beş dolar ödemesi o dönemin ekonomistlerine göre Amerika'da orta sınıfın gelişmesinin temelini oluşturmaktadır. Ayrıca yeni teknolojilerin uzun dönemde mevcut teknolojilerin yarattığından daha fazla ve hızlı bir şekilde iş imkanı yarattığının göstergesidir (King, 2020:28).

1970’lerde yaşanan krizle birlikte Post-Fordist bir çağa girildiğini savunan ünlü bir yazar Micheal J. Piore’dir. Piore’ye göre yeni teknolojiler kullanılarak üretim daha esnek hale getirilecek, gelen talebe uygun üretim daha hızlı ve ucuz üretilerebilecektir. Bu durum düşük becerili iş gücüne ve bu tür işçiler tarafından üretilen, tekrar eden, rutin işlere olan talebi azaltacaktır. Buna karşın nitelikli işçiler tarafından üretilen esnek ve beceri gerektiren işler artarken, bu becerilerin birbirlerine entegre edilme şansı artacak, böylelikle de bilgisayarlar yardımıyla yapılan işler çoğalacaktır (Özkalp ve Sungur, 1997:417).

Diğer iktisadi yaklaşımlardan farklı olarak Schumpeter, yenilikçilik ve girişimcilik kavramlarını ön plana almıştır. Teknolojik gelişme ve kalkınma süreçlerini bu iki kavram ile ilişkilendirilerek tanımlanmıştır. Schumpeter’e göre teknolojik gelişme icat, yenilik, yayılma biçiminde gelişen ve sonuçta yaratıcı yıkıma neden olan bir süreçtir. Teknolojik yeniliklerin ekonomik durgunlukları önleyeceğini ileri sürmüş, durgunluğun gerçekleşmesi halinde, bunun nedeninin girişimcilerin yeniliklerden uzaklaşması ve kopması olduğunu belirtmiştir. Yani teknolojik ilerlemelerin gerisinde kalan, verimsiz üretim yapan firmaların piyasadan çekilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Fikirli ve Çetin, 2017:27-64). 1856 yılında Tüm Birleşik Devletler’in telgraf hizmetini sağlayan Western Union’ın 1890 yılında Atlantik ötesine kadar uzanmış sınırları ve 850 milyon dolar sermayesi vardı. Telefonun bulunması telgraf şirketlerinin sonunu getirmiştir. Bir yaratıcı yıkım örneği olarak günümüzde para transferi alanında dünyaca ünlü bir şirket haline gelen uluslararası para transferi şirketi Western Union’ı gösterebiliriz (Ekinici, 2020:20).

Teknolojinin üstselsel bir büyüme şeklinin olacağını matematikçi John von Neumann ve fütürist Ray Kurzweil’in tekillik (teknolojik tekillik) hipotezi açıklamaktadır. Tekillik Kurzweil (2005) tarafından teknolojik değişim hızının insan hayatını geri dönülemez şekilde dönüştürecek kadar yüksek olacağı, değişimin etkilerinin de bir o kadar yüksek olacağı, geleceğe ait ve insanın zekâsını ve biyolojisini aşan bir dönem olarak tanımlanmıştır (King, 2020:19). Kurzweil (2005) ve Vernor Vinge’in (2017) öncülüğünde olan bazı düşünürler teknolojik tekilliğin yıllar içerisinde gerçekleşebileceğini

savunmaktadırlar. Kurzweil; bilgisayar, genetik, nanoteknoloji, robotik ile yapay zekâ gibi teknolojilerin üstsel olarak gelişmekteğini söylemektedir. Bu durumunda devam etmesi beklendiği için tekilliğin 2040-2050 yılları arasında gerçekleşeceğini ileri sürmektedir. Vinge'in teknolojik tekillik için ileri sürdüğü son tarihi 2030 yılıdır. (Kurzweil 2005 ve Vinge 2017'den aktaran Çağatay, 2019:234).

Teknolojik gelişmeler ve emek girdisine ilişkin tüm bu yaklaşımlar, tam bir fikir birliğine sahip değildir. Emek faktörüne alternatif olarak gelişen makineleşme süreci, üretim faktörlerinden emek ve sermaye arasındaki ikame endişesini arttırmaktadır. Dijitalleşen üretim sürecinin, iş gücü piyasasında yapısal dönüşümlere etkisi ise teknolojik işsizlik kavramını tekrar gündeme getirmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle üretimde girdi olarak kullanılan insan emeğinin yerini otomasyon teknolojileri almıştır. Maliyetlerini düşürmek, hatasız ve verimli üretim yapmak için firmalar otomasyon teknolojilerine yönelmektedir. Bu durum da insan, iş gücünde var olabilmesi için makinelerden daha üstün özelliklere sahip olması gerekir (Doğru ve Meçik, 2018:1586).

Yeni meslekler ve farklı iş alanları yeni teknolojilerin etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Ancak, mevcut olan bazı iş sahaları da tarihe karışarak, bu alanda istihdam edilen kişiler ise işlerini kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Sanayi 4.0'ın gelecekteki iş yaşamına etkisi hususunda fikir birliği henüz sağlanamamıştır (Özsoy ve Tosunoğlu, 2020:7).

Tarihsel yaklaşımların değerlendirilmesi ve günümüzde de devam eden teknolojik gelişmelerin ve bu dönüşümün iş gücü ve meslekler üzerine etkisine ilişkin iki temel yaklaşım mevcuttur. Bu bağlamdaki ilk görüş, daha kötümser bir yaklaşım ile; teknolojik yenilikler sonucunda emek ile sermayenin ikamesinin gerçekleşerek işsizliğin artacağını ileri sürerken, ikinci iyimser görüş ise; yeni ürün ve hizmetlere ilişkin talebin artmasıyla yeni iş sahalarının ortaya çıkması ve işçilerin bu yeni işlerde istihdam edileceğini savunmaktadır (Schwab, 2016:44-45). İyimser görüşe göre, yeni teknolojilerin iş gücünde kullanılmasının istihdamı artırarak, iş gücünün kalitesini yükselteceği ileri sürülmektedir. İleri teknolojileri kullanan Japonya'da işsizlik oranlarının düşük olması teknolojinin iş

gücünü olumlu etkilediğini göstermektedir. Neoklasik iktisadi yaklaşım paralelinde seyreden olumlu yaklaşım, teknolojik gelişmelerin geçici işsizliğe neden olduğunu, daha sonra ise yeni istihdam alanları yarattığını savunmaktadır. Bu bağlamda, teknolojik gelişmelerin iş gücü vasfı üzerindeki etkilerini değerlendirdiğimizde, yüksek vasıflı iş gücünü istihdamını arttırırken vasıfsız iş gücünün istihdam şansını azaltacağına ilişkin bir tespit söz konusudur. Teknolojide yaşanan değişim ve dönüşüm nedeniyle vasıflı emek ile vasıfsız emek arasındaki uçurumu açılacak, istihdama ilişkin kutuplaşma olgusuna neden olacaktır (Autor, Levy ve Murnane, 2003). Bu yaklaşıma göre, emek piyasasındaki kutuplaşma yarı-vasıflı işlerin ortadan kalkacağına işaret etmektedir (Buyruk, 2018:612). Kötümser yaklaşıma göre ise, dijitalleşmenin getirisi olan yapay zeka, robot teknolojilerinin istihdamda insanları ikame edeceğini ve iş gücünü vasıfsızlaştıracığını öne sürmektedir.

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, otomasyondan sürecinden alacakları etkiyi belirler. Bu doğrultuda, ülkenin hizmet sektöründe daha fazla iletişim ve yaratıcılık becerisi gerektiren işler olduğundan otomasyon sürecine geçişi zor olmaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde ise daha fazla fiziksel emek gerektiren tarım sektörü ağırlıklı yapının varolması emeğin ikamesini kolaylaştırmaktadır. Hal böyleyken, gelişmiş ülkelerin teknolojik gelişmeler karşısında daha fazla iş kaybına uğraması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelerdeki ucuz iş gücüne dayalı üretim faaliyetlerine sonlandırarak robotik üretime ilişkin yatırımlarını kendi ülkelerine geri çekebilirler (Schlogl ve Sumner, 2018:33,86).

Ancak, kullanılan teknolojilerle üretimde maliyetin düşürülmesi ucuz iş gücüne dayalı rekabeti benimseyen Uzakdoğu Asya ülkeleri için kayba neden olurken, ABD, Almanya, Japonya gibi gelişmiş ekonomilerin yeniden popülerliğini arttırabilir. Böyle bir durumda da gelişmiş ülkelerde otomasyona yatkın ilerin, düşük iş gücü maliyeti sağlayan ülkelerde de rutin işlerin ortadan kalkması durumu söz konusu olacaktır (Alçın, 2016:2).

Üretimin dijitalleşmesi de iş yerinde daha az çalışan, buna karşılık evden çalışmanın ve daha az mesai saatlerinin yaşandığı sanayi toplumlarını beraberinde

getirecektir (Toker, 2018: 61). Esnek çalışma sürecinin etkisiyle, çalışanlar mesleki gelişimlerini daha etkili bir şekilde sürdürebilecek, iş ve özel yaşam dengesini daha kolay yönetebilecektir. Sanayi 4.0, insanların daha uzun süre çalışmaya devam etmesini ve daha verimli kalmalarını sağlayacak çeşitli ve esnek kariyer yollarına imkân sağlayacaktır. Ancak bu yeni yapıda, işverenlerin işçilere verdiği maaş, sosyal güvenlik primleri ve kıdem tazminatı gibi giderleri robotlara vermeyecekleri için gelirin büyük bir kısmı işverende kalacaktır. Bu nedenle de, toplumda gelir eşitsizliğinin artması beklenmektedir. Böyle bir durumda robotlardan vergi alınması gibi politikaların uygulamaya geçirilmesine ihtiyaç duyulabilecektir. Bununla birlikte, yeni teknolojilerin sendikaların zayıflamasına ve iş güvencesinin ortadan kalkmasına neden olabileceği belirtilmektedir (Toker, 2018:58).

İş gücüne iyimser ve kötümser yaklaşımlar değerlendirildiğinde dijitalleşmenin getirisi olan teknolojilerin kullanılmasıyla rutin vasıfsız iş gücüne ilişkin ihtiyaç azalırken, ortaya çıkan teknolojileri kullanabilen nitelikli iş gücünün iş gücü talebi artmaya devam edecektir.

1970 yılından itibaren pek çok gelişmiş ülkenin iş gücü piyasalarında gözlemlenen eşitsizlikler, dijitalleşmenin etkisi ile artan teknolojilerin iş gücü piyasasına etkilerine ilişkin farklı yaklaşımların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Dijitalleşmenin iş gücü piyasalarına etkilerine ilişkin üç ayrı hipotez söz konusudur. Bunlar; Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim (Skill Biased Technical Change - SBTC), Sermaye Beceri Tamamlayıcılığı (Capital Skill Complementarity - CSC) ve Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi (Routine Biased Technical Change - RBTC)'dir (Goos, 2018: 263).

2.5.1.1. Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi

Sanayi devrimlerinin her biri, önceki devrime ilişkin mevcut teknolojilere eklemeler yaparak, hem sosyal hem de ekonomik hayatı etkilemiştir. Teknolojinin hız kazanmasıyla, iş gücü piyasasına ilişkin araştırma yapan iktisatçılar; dış ticaretten daha

çok, iş gücü piyasasını şekillendiren unsurun beceriye ilişkin sınıflandırmalar ile değerlendirilmesi üzerinde durmuşlardır. Beceriye ilişkin yetkinliklerin ücret ve eğitim seviyesiyle ölçüldüğü Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim (Skill Biased Technological Change - SBTC) teorisini öne sürmüşlerdir (Autor, Katz ve Krueger, 1998 & Goldin ve Katz, 2007). İş gücü kutuplaşmasını gösteren bu teori; gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde teknoloji kullanımının, fazla olması nedeniyle daha fazla etki yarattığını açıklamaktadır. Bu teori; teknolojik gelişmeler nedeniyle iş gücü talebinin teknoloji yoğun işlerde çalışma becerisine sahip yüksek eğitilmiş ve yüksek ücret kazanan gruplara yöneldiğini açıklamaktadır. Teoriye göre, gelişen teknolojiler ile birlikte yapay zeka, internet, büyük veri gibi teknolojilerin kullanılması, düşük ve yüksek vasıflı işçilere talebi artırarak tamamlayıcı etki, orta vasıflı işçilerin yerine geçerek ikame etkisi yaratmaktadır (Wang v.d. 2021:2). Beceri yanlı teknolojik değişim hipotezi, teknolojinin yüksek beceriye dayalı iş gücü talebinin artmasına neden olduğundan, yüksek becerili iş gücü verimliliğini artırarak ücretlerin de artmasına neden olacaktır. Yüksek becerili iş gücü, teknolojik şoklardan etkilenmeyecek olup düşük becerili iş gücünün teknolojik ilerlemeler karşısında yüksek becerili iş gücü tarafından dışlanmasına (crowding out) neden olmaktadır. Ayrıca, iş arama ve rekabet durumunda ise basit işlerin de yüksek becerili iş gücü tarafından yapılması olasılığını arttırmaktadır (Çelik, 2008: 3).

Katz, Autor ve Krueger (1998) tarafından Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim hipotezini basit bir CES üretim fonksiyonu⁷ ile ifade etmiştir. Modele ilişkin açıklamalar:

$$Q_t = [a_t (a_t N_{ct})^\rho + (1 - a_t) (b_t N_{ht})^\rho]^{1/\rho} \quad (\text{Denklem 2.1.})$$

- N_{ct} : Üniversite mezunu
- N_{ht} : Lise mezunu
- a_t : zamana bağlı yüksek becerili emeği arttıran teknolojik değişim

⁷ Üretim teknolojisini ifade etmek amacıyla kullanılan ve üretim faktörleri (sermaye ve emek) arasındaki ikame esnekliğini sabit kabul eden üretim fonksiyonu ifade eder. İkame esneklik katsayısına ilişkin değere göre bu üretim fonksiyonundan Leontief, Cobb-Douglas ve doğrusal üretim fonksiyonları türetilmektedir.

- b_t : zamana bağılı düşük becerili emeği arttıran teknolojik değişim
- ρ : Teknolojik ilerlemeler nedeniyle sürekli düşmekte olan piyasa fiyatı üzerinden sonsuz esnek şekilde arz edilmekte olan bilgisayar sermayesinin verimlilik cinsinden ifadesi, zamandan bağımsız.
- D_t : Emek talebi
- W_{ct} : Üniversite mezunlarının ücreti
- W_{ht} : Lise mezunu çalışanların ücreti
- σ : İkame katsayısı

Üniversite ve lise mezunları arasındaki ikame esnekliği $1 / (1 - \rho)$ 'dir. Beceri yansız teknolojik gelişme ile a_t ve b_t aynı oranda artar. Ancak eğer beceri yanlı teknolojik değişim var ise a_t veya a_t / b_t 'deki artış modele eklenir.

Neoklasik varsayımı üretim faktörlerinin ücretinin marjinal ürünlere eşit olduğunu öngörmektedir. Bu doğrultuda, Denklem 3.1'den iki tip emeğin marjinal ürünlerinin oranı elde edilir. İkame esnekliği'nin $1 / (1 - \rho)$ olduğu varsayım altında, göreceli ücretler ve göreceli istihdam oranları arasındaki ilişki Denklem 2.2'de gösterilmektedir.

$$\log\left(\frac{w_{ct}}{w_{ht}}\right) = \left(\frac{1}{\sigma}\right) \left[D_t - \log\left(\frac{N_{ct}}{N_{ht}}\right) \right] \quad (\text{Denklem 2.2.})$$

Denklem 2.2.'de emek talebindeki artışta, üniversite mezunlarının yararına bir kayma D_t ile gösterilmekte ve log cinsinden ifade edilmektedir. Beceri arzındaki değişimin ücretler üzerindeki etkisi ters yönlü beceri gruplarının arasındaki ikame oranına eşittir.

$$D_t = \log\left(\frac{[w_{ct}N_{ct}]}{[w_{ht}N_{ht}]}\right) + (\sigma - 1) \log\left(\frac{w_{ct}}{w_{ht}}\right) \quad (\text{Denklem 2.3.})$$

Denklem 2.3.'te, üniversite mezunlarının görelî talep artışı, görelî ücretlerin logaritması ve üniversite mezunlarının ücret priminin logaritmasının toplamı olarak ifade edilmektedir.

$\sigma > 1$ durumunda üniversite mezunlarının ücret primi üniversite mezunlarının görelî talebi ile doğru orantılı, $\sigma < 1$ olduğu durumda ters orantılı olmaktadır. σ için yapılacak rasyonel bir varsayım altında üniversite mezunlarına olan görelî talep kaymasına ilişkin ücretler ve emek verileri kullanılarak bir çıkarım gerçekleştirilebilir.

$\sigma = 1.4$ olduğu nokta ise üniversite mezunlarına olan talep artışının 1950-1980 arasında durağan, 1980'lerde beklenmedik ölçüde hızlı, 1990'larda ise yavaş olduğunu göstermektedir.

Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim (SBTC) hipotezinde, dördüncü sanayi devrimi ile birlikte hayatımıza giren yapay zeka, makine öğrenmesi, veri bulutu gibi teknolojilerin iş gücünde yaşanan değişime etkisi tartışılmaktadır (Bound and Johnson, 1992). Bu modeli kanonik model olarak adlandırıp eleştiren Acemoğlu ve Autor (2011), üniversite mezunlarının sayısındaki artışla beraber oluşan emek arzı fazlalığına rağmen beceri ve üniversite mezunu olma avantajının yıllardır sürekli artan bir eğilimi olmasının nedenini “kanonik model” (canonical model) olarak açıklamaktadır. SBTC modeline eklemeler yapan Acemoğlu ve Autor (2011:2) modele ilişkin eksiklikleri şu şekilde özetlemiştir:

- Modelde teknoloji, klasik ve neoklasik iktisadi düşüncelerdeki gibi dışsal ve beceri yanlı bir faktör olarak kabul edilmiştir. Yeni ekonomik modellerde teknoloji içsel bir faktör olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca teknolojinin etkisi zamana ve ülke düzeyine göre farklılık göstermektedir.
- SBTC yaklaşımı beceriyi yalnızca eğitim ve ücret ile ilişkilendirmektedir. Görev, bir çıktıyı elde etmek için gerçekleştirilen ekonomik faaliyetlere ilişkin bir parçadır. Beceri ise pek çok görevi yerine getirebilme kabiliyetidir. Görev ve beceri arasında bir ayrım bulunmamaktadır.

2.5.1.2. Sermaye Beceri Tamamlayıcılığı Hipotezi

Sermaye-beceri tamamlayıcılığı (CSC) hipotezi olarak bilinen bu hipotez; aynı zamanda vasıflı ve vasıfsız işçiler için basit bir arz-talep çerçevesini de dikkate almaktadır. SBTC için geçerli olan teknolojik ilerlemenin vasıflı işçiler için vasıfsız işçilerden daha fazla emek üretkenliğini arttırdığını varsaymaz. Bunun yerine, CSC hipotezi, (vasıflı ve vasıfsız işçilere ek olarak) üretimde üçüncü bir girdi faktörü olarak sermayenin rolünü açıkça dikkate alır ve teknolojik ilerlemenin zaman içinde sermaye fiyatındaki düşüşle yakalanacağını açıklar. Sermaye ve vasıflı emek arasındaki ikame edilebilirliğin, sermaye ve vasıfsız emek arasındaki ikame edilebilirlikten daha az olduğunu belirtir. Buna da 'sermaye-beceri tamamlayıcılığı' hipotezi adı verilir. Bu hipoteze göre, sermaye fiyatındaki düşüş nedeniyle işçi başına sermaye birikimi süreci anlamına gelen “Sermaye Derinleşmesi” vasıfsız emeğe oranla vasıflı emek talebini arttıracaktır. Moore Kanunun, dijital ekipmanın göreceli fiyatındaki düşüşünü ifade etmesi, 1980'lerde sermaye-beceri tamamlayıcılığı nedeniyle sermaye derinleşmesini ve dolayısıyla beceri priminde bir artışı tetiklemiş olabilir. Özellikle, Krusell ve diğerleri (2000) tarafından girdi fiyatlarındaki düşüş hızının bazı dönemlerde hızlanmış olabileceği durumu 1970'lerin sonlarında, bunu izleyen beceri primindeki artışı açıklamak için kullanılmıştır (Goos, 2018:265).

Bu teoriye ilişkin fonksiyon:

$$Y = F (G, (K, H), L)$$

2.5.1.3. Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi

Beceri ve meslek ayrımının gözlemlenmediği SBTC ve CSC modelinin, teknolojik gelişmenin iş gücü piyasalarına etkilerini tam açıklayamadığı öne sürülmüştür. Bu doğrultuda teknolojinin istihdam üzerindeki etkisini inceleyen Autor, Levy ve Murnane (2003), Autor, Katz ve Kearney (2006, 2008); Goos ve Manning (2007), Autor ve Dorn 2013, Goos, Manning ve Salomons'un (2014) çalışmaları sonucunda “görev modeli”

Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim Hipotezi (RBTC) literatürde yer almaya başlamıştır. Autor, Levy ve Murnane 2003 yılında yaptıkları çalışmada teknolojiyi temsilen bilgisayar sermayesinin bilişsel ve manuel olmayan görevleri yerine getirirken ikame, rutin olmayan, karmaşık problemlerin çözümünü kapsayan görevler için ise tamamlayıcı etkisini araştıran çalışmalarında teknolojiyi içsel olarak kabul ederek, beceri ve görev ayrımı gözeterek RBTC ile iş gücü piyasalarına ilişkin kutuplaşma olgusunu açıklamışlardır.

Kutuplaşma teorilerinde ortaya çıkan sonuca göre, teknolojik değişim rutin orta gelirli işlere olan talebi azaltırken, ücret dağılımını etkileyecek rutin olmayan işlere olan talebi artıracaktır. Rutin görevler, yeni teknolojilerle gerçekleştirilerek ortadan kalkıp ikame edilebilirken, rutin olmayan görevler kişisel etkileşim ve/veya otomasyonu zorlaştıran bilişsel becerileri gerektirdiğinden teknoloji tarafından beslenip tamamlanabilir. Rutin olmayan görevler arasında;

- Karmaşık, bilişsel ve soyut görevler (örneğin, bilginin işlenmesini gerektiren analitik ve etkileşimli görevler): Bu görevler yüksek vasıflı işçiler tarafından gerçekleştirilir.
- El emeğine ilişkin görevler (örneğin kişisel hizmetler, temizlik, inşaat ve ulaştırma sanayileri): Bu gruba dahil olan görevler ise düşük vasıflı işçiler tarafından gerçekleştirilir.

Böylece, mesleki beceri dağılımının ortasındaki daha rutin işlerin ortadan kalkarak ya da azalarak, rutin olmayan beceri, vasıf ve yetenek gerektiren işlerin geliştiği iş gücü piyasalarının kutuplaşması durumu söz konusu olacaktır (Breau vd., 2014:355).

Acemoğlu ve Autor (2011)'un görev tanımına göre; beceri tanımlaması ile meslek tanımlaması esnek bir görünüm kazanmaktadır. Sanayi 4.0 teknolojilerinin etkisiyle on yıl önceki bilgisayar mühendisinden beklenen yetkinlik ve beceriler ile günümüzdeki bilgisayar mühendisinden beklenen beceriler farklılık göstermektedir. Yaşanmakta olan dijital dönüşümün etkisiyle bir mühendisten beklentiler değişiklik gösterecektir. Hal

böyleyken beceri ve sınıf tanımlamaları önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, teoriye ilişkin önemli tartışmalar rutinlik içeriğinin ölçümü ile ilişkilidir. Rutinlik içeriği ölçümü temelde iki farklı yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Bunlardan ilki; görev içeriğine dair detaylı bilgilerin bulunmaması nedeniyle inceleme dönemindeki başlangıç dönemi ücretlerini ve meslekleri görev içeriğine göre gruplamak için kullanmıştır. Diğer yöntem ise; bilimsel çalışmalarda uzman görüşlerinden oluşan Dictionary of Occupational Titles (DOT) ve Occupational Information Network (O*Net) gibi bir çok mesleki veri tabanı ya da beceri ve çalışma koşulları ile ilgili bireysel görüşlere dayanan anket verilerinin kullanılmasıdır. Bu iki veri setinin güncel olmaması sorunu meslek-görev ayrımının sağlıklı olmamasını gündeme getirmektedir. Çalışanlarla yapılan anketler, meslek içi değişimleri yansıttığı için daha avantajlı görülmektedir (Zayim, 2021:436).

Bu teoriye ilişkin önemli bir referans olan O*Net'te temel beceri sınıflandırmaları Tablo 2.9'da tanımlanmıştır.

Tablo 2.9: O*Net Temel Beceri Sınıflaması

Beceri ve Yetenek Sınıflama	Beceri Yetenek	Açıklama
<i>Yetenekler (Abilities)</i>		
Bilişsel Yetenekler	Bilişsel ve Zihinsel esnek olma	Eşyaları farklı şekillerde birleştirmek ya da gruplandırmak adına farklı kurallar dizisi üretme ya da kullanma becerisi
	Yaratıcı olma	Belirli bir konu ya da durum hakkında sıra sıradan olmayan veya akıllı fikirler ortaya koyma ya da bir sorunun çözümünde yaratıcı yollar bulma becerisi
	Mantığa uygun akıl yürütme	Genel kuralları ya da çıkarımları ortaya koymak için bilgi parçalarını bir araya getirmek veya mantıklı cevapları verebilmek adına belirli problemlere ilişkin genel kural uygulama becerisi
	Problemlere karşı duyarlılık	Bir şeylerin yanlış olduğunu veya yanlış gidebileceği zamanı söyleme kabiliyeti. Sorunun çözülmesini kapsamaz, sadece soruna ilişkin farkındalık içerir.
	Matematiksel akıl yürütme	Bir problem çözümünde matematiksel yöntem ve formül seçimini doğru yapma becerisi

	Görselleştirme	Bir şeyin hareket ettirildiği veya parçaları değiştirildiğinde, yeniden düzenleme sonrasında görünümünü hayal edebilme.
Fiziksel kabiliyetler	El becerisi, duyarlık	Bir nesneyi kavramak, değiştirmek ya da bir araya getirmek için tam olarak koordine edilen hareketler yapabilme.
	Fiziksel kuvvet	Nesneleri itip, kaldırıp, taşıyabilmek için maksimum kas kuvveti uygulama becerisi.
Temel Kabiliyetler (Basic Skills)		
Beceri İçeriği	Aktif Öğrenebilme	Yeni oluşan, gelecekte karşılaşılabilecek olan problem çözme, karar verme aşamalarına ilişkin yeni bilgilerin etkilerinin farkındalığı.
	Sözel İfade Etme	Mevcut bilgiyi verimlilik kaybı olmadan başkalarına aktarabilme.
	Okuduğunu Anlayabilme	İşe ilişkin yazışmalarda, belgede yazılı cümleleri anlayabilme
	Yazılı İfade Edebilme	İhtiyaçlar için yazılı olarak etkin bir şekilde iletişim kurabilme.
	Bilgi- iletişim teknolojileri okuryazarlığı	Bilgiye erişim, yönetimi, bütünleştirilmesi, değerlendirilmesi ve ortaya çıkması için dijital teknoloji, iletişim araçları,ağları kullanabilme.
Süreçteki Beceri	Aktif Şekilde Dinleme	Başkaları tarafından söylenen şeyleri tam olarak ifade edilen kısımları anlayarak, uygun soruları sormak uygun olmayan zamanlarda araya girmeden sorabilme.
	Eleştirel Düşünebilme	Çeşitli çözümlere ilişkin sonuçların veya yaklaşımların güçlü ve zayıf yanlarını tanımlayabilmek için mantık kullanabilme.
	Kendini ve diğerlerini takip edebilme	Kendinin, diğer bireylerin ya da organizasyonların iyileştiren veya düzelteren önlem almak için performansını izlemeyebilme, değerlendirebilme.
İşlevlerarası Kabiliyetler		
Karmaşık Problemleri Çözebilme	Karmaşık Problemleri Çözme	Karmaşık ve gerçek dünyadak yeni olan, tanımlanmamış problemlerin çözümü için geliştirilen kapasiteler
		Bir işi gerçekleştirmek için gerçekleştirilecek harcamaların nasıl olacağının

Mevcut kaynak yönetimi	Mali kaynak yönetimi	belirlerek bu harcamaların muhasebeleştirilmesi.
	Maddi kaynaklar Yönetimi	Belirli işleri yapabilmek için ihtiyaç duyulan araç gereçlerin, tesislerin ve malzemelerin optimum olarak tespit edilip sağlanması.
	İnsan yönetimi	İnsanları çalışırken motive edip, geliştirip yönlendirebilmek ve bir iş için en uygun insanları tanımlamak.
	Zamanın Yönetimi	Zamanı doğru yönetebilmek.
Sosyal Kabiliyetler	Başkaları ile Eşgüdüm	Yapacaklarını başkalarının davranışına göre ayarlamak
	Duygusal Zekâ	Başkalarının verdiği tepkinin farkında olarak nedenini anlamak.
	Uzlaştırma	Başkalarını bir araya getirerek görüşmeler sağlamak, farklılıkları uzlaştırmak için çabalamak.
	İkna Etme	Başkalarının fikir ve davranışları konusunda değişiklik yapması konusunda ikna etmek.
	Hizmet Odaklı Olma	Aktif olarak insanlara yardımcı olabilmenin yollarını araştırmak.
Sistem Kabiliyetleri	Öğretebilme	Başkalarına bir şeylerin nasıl yapıldığını öğretmek
	Muhakeme, Karar Verme	Potansiyel eylemlere ilişkin fayda maliyet analizi yaparak en uygunu seçmek.
Teknik Kabiliyetler	Sistem Analizi	Bir sistemin nasıl çalışması gerektiğini ve koşullardaki, operasyonlardaki ve çevredeki değişikliklerin çıktıları nasıl etkileyeceğini belirlemek
	Ekipman Bakım ve onarımı	Ekipmana ilişkin rutin bakımın yapılması ve ne zaman ve ne tür bakıma ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesi.Uygun araçlar kullanılarak makinelerin veya sistemlerin onarılması.
	Ekipman Kontrolü	Ekipman ve sistemlerin işleyişini kontrol ederek bir makinenin düzgün çalışıp çalışmadığından emin olmak.
	Program Yazma	Çeşitli uygulamaları gerçekleştirebilmek için bilgisayar programları yazmak
Teknik Kabiliyetler	Kalite Kontrolünü Yapmak	Kalite ya da performansı değerlendirmek adına ürünlere, hizmetlere veya süreçlere ilişkin testler yapmak ve denetlemek

Teknoloji ve Kullanıcı Deneyim Tasarımı	Kullanıcı ihtiyaçlarını giderebilmek adına ekipman ya da teknolojinin üretilmesi.
Sorun Giderme	İşletmede gerçekleşen hataların nedenlerini belirleyerek buna ilişkin çözümler üretmek.

Kaynak: Torun Atış, 2017: 44

Autor vd. (2003) tarafından geliştirilen bu hipoteze ilişkin teknolojik gelişmenin becerilerle ilişkisi aşağıda sunulmaktadır:

- Bilgisayarlar açık kuralları takip ederek yerine getirilebilecek bilişsel ve manuel görevleri gerçekleştiren işçileri ikame eder.
- Bilgisayarlar rutin olmayan, karmaşık görevleri gerçekleştiren işçileri tamamlar (Autor vd, 2003:1279).

Rutin ve rutin olmayan, manuel ve bilişsel temeller altındaki model şu şekilde beş temel kategoride tanımlamaktadır (Autor vd, 2003:1286);

- Rutin bilişsel: bilginin işlenmesini içeren, tekrarlayan emeği içeren görevler. Örn; banka memuru, telefon santrali operatörü vb.
- Rutin manuel: otomasyona yatkın, tekrarlı fiziksel emek içeriği olan görevlerdir. Montaj işçileri vb.
- Rutin olmayan bilişsel: bilginin işlenmesini içeren kodlanmayan görevleri içerir. Avukat, doktor vb.
- Rutin olmayan etkileşimli: karmaşık problem çözme becerisi gerektiren, sürekli tekrarlanmayan görevler vb.
- Rutin olmayan manuel: fiziksel nitelikte tekrar etmeyen görevler. Marangoz, terzi vb.

Bu kategorilerde rutin olmayan bilişsel görevler bilgiye dayalı iş gücü gerektirdiğinden, rutin olmayan manuel görevler ise yaratıcılığa ve el becerisine dayandığından teknoloji ile ikamelerinin güç olduğu vurgulanmaktadır (Tablo 2.10).

Tablo 2.10: Autor, Levy, Murnane (2003)'in Görev Kategorileri

Rutin Görevler		Rutin Olmayan Görevler
Analitik ve etkileşim içerikli görevler (Bilişsel Görevler)		
Örnek	• Kayıt tutma • Hesaplama • Müşteri hizmetleri	• Hipotez oluşturup test etme • Medikal tanı koyma • Hukuki yazışmalar • İkna etme ve satış • Yönetim
Teknolojinin Etkisi	Güçlü İkame	Güçlü Tamamlayıcı
Manuel Görevler		
Örnek	• Toplama/sınırlandırma • Tekrar içeren montaj	• Kamyon şoförü • Bakım hizmetleri
Teknolojinin Etkisi	Güçlü ikame	Sınırlı İkame ve sınırlı tamamlayıcı

Kaynak: Autor vd., 2003: 1286.

Autor vd. (2003) tarafından aşağıdaki tabloda özetlenen rutin ve rutin olmayan görev ayrımları üç ayrı unsur doğrultusunda oluşturulmuştur. Bilgisayar sermayesinin insan emeğinin yerini rutin olmayan görevlere kıyasla rutin görevlerde alabileceğine ilişkin tanımlamalar yapılmıştır (Autor vd., 2003:1286).

A1. Rutin görevlerde Bilgisayar sermayesi insan emeğinin yerini alabilir

A2. Rutin ve rutin olmayan görevler tam ikame değildir.

A3. Rutin girdilerin yoğunluğunun artması, rutin olmayan girdilerin marjinal üretkenliğini artırır.

Autor vd. (2003)'ün geliştirdiği ve Goos Manning ve Salomons (2014) çalışmasının da temel aldığı, rutin yanlı teknolojik değişim modeline ilişkin fonksiyon ve açıklamalar aşağıda sunulmaktadır (Autor vd. 2003:1287-1291).

Bu varsayımların biçimsel sonuçlarını geliştirmek için Autor vd. (2003) çalışmasında Q düzeyde üretim yapan, rutin ve rutin olmayan iki görev girdisi ile ölçeğe göre sabit getiri özelliği taşıyan Cobb-Douglas formunda bir genel denge üretim modeli oluşturmuştur. Bilgisayar sermayesi, ρ , verimlilik birimi cinsinden ifade edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonu rutin ve rutin olmayan meslekler arasındaki ikame esnekliğinin bir olduğunu belirttiği için, bilgisayar sermayesi ve rutin olmayan emek girdisi arasında tamamlayıcı bir ilişki bulunmaktadır. Katı tam ikame durumunun terk edildiği durumda modelin çıkarımlarının benzer olması için gereken tek koşul, rutin işlerdeki bilgisayar sermayesi ikame ilişkisinin rutin olmayan işlere göre daha yüksek olmasıdır.

- L_R : Rutin emek girdisi,
- L_N : Rutin olmayan emek girdisi
- C : Bilgisayar sermayesinin verimlilik cinsinden ifadesi,
- ρ : Teknolojik ilerlemeler nedeniyle sürekli düşmekte olan piyasa fiyatı üzerinden sonsuz esnek şekilde arz edilmekte olan bilgisayar sermayesinin verimlilik cinsinden ifadesi
- E_i : İşçilerin rutin ve rutin olmayan üretkenlik donanımları heterojen bir yapıda olup her bir i işçisi için bu donanımın göstergesidir.
- r_i : Verimlilik birimi kadar rutin görev girdisi
- n_i : Verimlilik birimi kadar rutin olmayan görev girdisi
- λ_i : Emek arzı
- w_R : Rutin görev ücreti
- w_N : Rutin olmayan görev ücreti
- η_i : i işçisinin rutin olmayan görevi seçtiğindeki göreceli verimliliği

- η^* : Piyasa denge verimliliği
- L_i : İşçi verimliliği
- $g(\eta)$: Rutin emek donanımı
- $h(\eta)$: Rutin olmayan emek donanımı
- E_i : $[r_i, n_i]$ ve $1 \geq r_i, n > 0$ olarak ifade edilmektedir.

$$Q = (L_R + C)^{1-\beta} (L_N)^\beta, \beta \in (0,1) \quad (\text{Denklem 2.4.})$$

İşçiler r_i verimlilik birimi kadar rutin görev girdisi, η_i verimlilik birimi kadar rutin olmayan görev girdisi ya da bunların dış bükey bileşimini tercih edebilir. Böylece emek arzının $1 \geq \lambda_i \geq 0$ olduğu durumda $L_i = [\lambda_i r_i, (1 - \lambda_i) n_i]$ olarak gösterilir.

Modelde piyasa dengesi iki koşul üzerine kurulmuştur. Birincisi; rutin görevlerin bilgisayarla tam ikamesi kabul edildiğinde rutin görev girdisinin verimlilik başına ücreti, bilgisayar sermayesinin fiyatı tarafından düşürülmektedir. Bu koşul Denklem 2.2.'de ifade edilmektedir.

$$w_R = \rho \quad (\text{Denklem 2.5.})$$

İkinci koşulu ise; İşçilerin rutin olan ve rutin olmayan işler arasında yapacakları seçim emek piyasasında dengeyi belirler.

- i işçinin rutin olmayan görevi seçtiğindeki görel verimliliği, $\eta_i = \eta_i / r_1$ olarak tanımlandığında, modelin varsayımları $\eta_i \in (0, \infty)$ altında, piyasa dengesinde görel verimliliği dengede olan η^* olan işçi; rutin ya da rutin olmayan işi seçmede kayıtsızdır. Bu nokta denklem 2.6'de ifade edilmiştir.

$$\eta^* = w_R : w_N : \quad (\text{Denklem 2.6.})$$

Denklem 2.6.'ya göre eğer i işçisinin görelî verimliliği denge seviyesinden küçükse ($n_i < \eta^*$), işçi rutin emek arz eder ve bu durumda $\lambda_i = 1$ olur. Tam tersi durumda ise;

Bu modelde iş gücü arzını ölçmek için, rutin emek donanımına sahip olan işçileri temsil eden $g(\eta)$ ve rutin olmayan emek donanımına sahip olan işçileri temsil eden $h(\eta)$ fonksiyonları, her η değeri için I [.] olduğu durumda aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$g(\eta) = \sum_i r_i \cdot l[n_i < \eta]$$

$$h(\eta) = \sum_i n_i \cdot l[n_i \geq \eta]$$

Ekonominin talep üzerinde çalıştığı varsayıldığında üretkenlik verimlilik koşulu;

$$w_R = \frac{\partial Q}{\partial L_R} = (1-\beta)\theta^{-\beta}$$

$$w_N = \frac{\partial Q}{\partial L_N} = \beta\theta^{1-\beta}$$

Bu denklemlerdeki θ ; rutin olanın rutin olmayana oranıdır.

$$\theta = \frac{c + g(n^*)}{h(n^*)}$$

Bu üç denklem modeli beş içsel değişkeni için denge koşulunu göstermektedir. $(w_R, w_N, \theta, c, \eta)$ Bu değişkenler bilgisayar sermayesinin fiyatındaki düşüşün, görev girdisi, emek arzı ve ücretler üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılır.

Denklem 2.2'den anlaşılacağı üzere, bilgisayar sermayesi fiyatındaki düşüş rutin görevin fiyatını w_R , birebir oranda azaltmaktadır ($\partial(\ln w_R) / \partial(\ln \rho) = 1$). Bu nedenle rutin görev girdisi talebi artar.

$$\frac{\partial(\ln w_R)}{\partial(\ln \rho)} = -\frac{1}{\beta}$$

Üretici açısından bakıldığında, rutin görev talebindeki talep artışı C 'de ya da L_R de ya da ikisinde de bir artış ile karşılanır. Burada, rutin ve rutin olmayan görevler üretim tamamlayıcıları olduğu için C 'de bir artış ile karşılanmaktadır. Rutin olmayan göreve ödenen görelî ücret ise ρ 'deki düşüş ile birlikte artmaktadır.

$$\frac{\partial \ln (w_R/w_N)}{\partial (\ln \rho)} = -\frac{1}{\beta}$$

$$\frac{\partial \ln (\eta^*)}{\partial (\ln \rho)} = \frac{1}{\beta}$$

Sonuç olarak bu durumda marjinal işçi emeğini rutinden rutin olmayan göreve kaydırmaktadır. Rutin göreve ilişkin talep ise tamamen bilgisayar sermayesi akımı ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla bilgisayar sermayesinin fiyatındaki dışsal bir düşüş işçilerin emeklerini rutin görevlerden rutin olmayan görevlere kaydırmasına neden olur. Rutin emek girdisi düşse de bu azalış bilgisayar sermayesindeki artış ile karşılanır ve üretimdeki rutin görev girdisinin net anlamda bir artışı bile gerçekleşebilir.

Tablo 2.11: Autor'un Bilgisayarlı Otomasyon Görev Modeli

Görev Açıklaması	Bilgisayarlı Otomasyonun Beklenen Etkisi	Seçilmiş Örnek Meslek
Rutin Görevler: - Kurala dayalı - Tekrar eden - Prosedür içeren	Doğrudan İkame Etkisi	Üretim bandında çalışan işçi, banka gişesi memuru, muhasebeci
Soyut / Bilişsel Görevler: - Soyut problem çözme - Esnek zihinsel düşünme	Tamamlayıcı Etki	Bilim adamı, avukat, doktor, yönetici
Manuel (el emeği) Görevler: - Çevresel uyum sağlayabilme - Kişiler arası uyum	Sınırlı Tamamlayıcı ve İkame Etkisi	Hizmetçi, garson, kamyon şöförü, güvenlik

Kaynak: Autor, 2007.

Autor vd. (2003) çalışmasında oluşturmuş olduğu modelin bir benzerini Autor (2007)'de rutin, bilişsel ve manuel görev üzerinden detaylandırmıştır. Tablo 2.11.'de mesleklerin görev içerikleri ve otomasyona yatkınlığı açıklanmaktadır.

Autor vd.'nin (2003) görev modelinde de faydalanılan O*Net'in ayrıntılı beceri sınıflandırması, teknolojik işsizliğin hangi becerileri ikâme edeceği, hangi becerileri tamamlayacağı sorusuna cevap aranırken kullanışlı bir çerçeve arz etmektedir. Autor ve Acemoğlu'na göre, teknoloji, becerilerin görevlere dağılımını etkilemektedir. Bu bakımdan teknolojik değişim, bütün görevleri yürütebilen çeşitli işçi türlerinin ve bazı görevleri yürüten işçilerin verimliliğini ve karşılaştırmalı üstünlüklerini değiştirebilir. Beceriler, teknoloji ve ticaretin (emek ticareti/offshoring) üretim için birbiriyle yarışan girdiler olduğu kabulüyle, üretimde hangi girdinin kullanılacağı kararı, maliyet ve karşılaştırmalı üstünlüklere dair değerlendirmelere bağlıdır (Acemoğlu ve Autor, 2011:1047). Acemoğlu ve Autor 2011 yılında yaptıkları çalışmada dijitalleşmenin ilerlemesiyle içinde bulunduğumuz dönemde bilgisayarlar tarafından kodlanabilir görevlerin makinelerce devralınabileceğini açıklamıştır. Frey ve Osborne 2013 yılındaki çalışmasında 2003 yılında Autor tarafından açıklanan görev yanlı teknolojik değişiklik modelinin Sanayi 4.0 teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte güncellenmesi gerektiğini savunmuştur. Frey ve Osborne, Amerikan iş gücü piyasalarını bilgisayarlı otomasyon olasılığı sübjektif ve objektif olan 702 meslekte, “Büyük veri sağlanabildiği takdirde, bu iş için gerekli görevler, bilgisayarlarla kontrol edilen ekipmanlar tarafından yerine getirilebilecek şekilde için tanımlanabilir mi?” sorusu üzerinden değerlendirerek ABD'deki işlerin %47'sinin risk altında olduğu sonucuna ulaşmıştır (Frey and Osborne, 2013:30).

Özet olarak rutin/görev yanlı teknolojik değişim hipotezi dijital sermayenin doğrudan insan sermayesinin yerini alabileceğini varsaymaktadır. Rutin görevlerin teknoloji ile ikamesinin bulunduğu dair literatürde gerçekleştirilen pek çok çalışma gelişmiş ülkeler üzerine bu hipoteze ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelere ilişkin kanıt niteliğinde çok az çalışma mevcuttur (Das ve Hingelstock, 2018).

2.6. Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasalarına Etkilerine İlişkin Literatür

İktisat yazınında teknoloji ve işsizlik ilişkisini analiz eden birçok ampirik çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmaların çoğunluğu mikro düzeyde çalışmalardır (Bogliacino ve Pianta, 2010 ve Harrison vd., 2014). Firma ya da sektörel bazda verileri içeren analizlerdir. Makro düzeyde yapılan çalışmaların sayısı analizlerde kullanılacak verilerin kısıtlı olması nedeniyle azdır. Teknoloji değişkeninin seçilmesindeki belirsizlik, literatürde faydalanılabilecek az sayıda çalışma, kontrol değişkeni seçimindeki belirsizlikler, araç değişkenleri seçiminde uygulanacak parametrelerdeki belirsizlikler, veri kısıtları ve mevcut çalışmaların çoğunda kesin bulgulara ulaşılamamış olması bu konudaki kısıtların temel noktalarıdır (Dağlı ve Köseahyaoğlu, 2021: 1239).

Bu çalışmada dijitalleşmenin iş gücü piyasasına etkilerine ilişkin literatür özeti Tablo 2.12. ile sunulmaktadır.

Tablo 2.12: Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasasına Etkileri

Sinclair (1981)	1900-1973 yılları arasını dönemsel olarak ayırıp, Teknolojinin emek talebi ve işsizlik üzerine etkisi modellenerek incelenmiştir.	Teknolojinin ABD’deistihdamı nasıl etkileyebileceğine ilişkin kesin bir bulguya ulaşılamamıştır.
Pini (1995)	1960-1990 yılları arasında seçilmiş OECD ülkeleri için teknolojik değişikliklerin iş gücüne etkisi araştırılmıştır.	Kısa vadede teknolojinin olumsuz etki yaratma olasılığına karşın uzun vadede bu etkinin telafisinin ihracat ile telafi edilebileceği belirtilmiştir.
Vivarelli (1995)	1960-1988 yılları arasında teknolojik değişiklerin iş gücüne etkisi İtalya ve ABD için zaman serisi analizi ile incelenmiştir.	İtalya’da negatif teknoloji ve işsizlik ilişkisi gözlemlenirken, ABD’de pozitif ilişkiye ulaşılmıştır.
Acemoğlu (1998)	1970-1995 yılları arasındakiTeknolojinin iş ve	ABD’deki iş gücünde üniversite mezunlarının oranı hızlı artmıştır.

	beceriler üzerindeki etkisi araştırılmıştır.	Bunun nedenin üniversite primindeki düşüş ve eşitsizlikteki büyük artış olduğu öngörülmektedir.
Autor vd. (1998)	ABD’de bilgisayar destekli yetkinliğe dayalı teknolojik değişimin etkisi incelenmiştir.	Bilgisayar yoğun kullanılan iş alanlarında beceri geliştirme hızının yüksek olarak gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır
Simonetti, Taylor, Vivarelli (2000)	ABD, İtalya, Fransa ve Japonya üzerine bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, süreç yeniliği ile istihdam arasındaki ilişki incelenmiştir.	Bu ülkelerde yeniliğin istihdam üzerine olumsuz etkisi tespit edilmiş olup, telafi mekanizmalarının ise istihdama etkisinin ülkeden ülkeye değiştiği görülmüştür.
Tancioni ve Simonetti (2002)	İngiltere ve İtalya ülkeleri üzerinde teknolojinin etkilerine yönelik telafi mekanizmaları ele alınmıştır.	Teknolojinin genel etkiye ilişkin sonuç elde edilememle birlikte İngiltere ve İngiltere’nin süreç yeniliği konusunda duyarlılığının iki kat daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.
Autor vd. (2003)	Bilgisayarlaşmanın iş beceri talebi üzerinde etkisi incelenmiştir.	Bilgisayar teknolojilerinin beceri içeren işlerde çalışanları destekler nitelikte olduğu öne sürülmüştür.
Spitz Oener (2006)	1979-1999 Batı Almanya Anket Araştırması üzerinden teknoloji değişikliğinin ücret dışındaki faktörlere yansımaları incelenmiştir.	Mesleklerin otomasyona dönüşmesinde becerinin daha fazla istenildiği sonucuna varılmıştır.
Goldin ve Katz (2007)	1890-2005 yılları arasında ABD piyasasında eğitim ve teknoloji etkisiyle ücretlerin değişimi incelenmiştir.	Beceri talebinin beceriye dayalı teknolojik değişimlere ilişkin artış ile paralel olarak arttığı sonucuna varılmıştır.
Bogliacino ve Pianta (2010)	Avrupa’daki 677 adet imalat, hizmet sanayi firmasının Ar-Ge faaliyetlerinin istihdama ilişkin etkileri incelenmiştir.	İstihdam artışının firmaların Ar-Ge harcamalarıyla pozitif ilişkili içinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Acemoğlu ve Autor (2011)	ABD'deki meslek yapısında iş kutuplaşmasına yönelik bir analiz yapılmıştır.	Düşük eğitim ve ücretli mesleklerde önemli bir artış olduğu ve bunun

		giderek yükseldiği sonucuna varılmıştır.
Behaghel vd. (2011)	Bilgi ve iletişim teknolojilerinin iş gücüne etkisi incelenmiştir.	Gelişen teknolojilerin düşük ve yüksek vasıflı işçileri tamamlayabildiği ya da ikame edebildiği sonucuna varılmıştır.
Bogliacino, Piva ve Vivarelli (2012).	Avrupa'daki 677 şirketin verileri ile GMM yöntemi panel veri analizi ve regresyon analizi gerçekleştirilmiştir.	Ar-Ge harcamalarının istihdama ilişkin %2,3 oranında arttırıcı bir etki olduğu tespit edilmiştir
Feldmann (2013)	21 Sanayi ülkesinin Ar-Ge harcamaları ve patent sayıları ile inovasyonların işsizlik üzerine etkisi dinamik panel GMM yöntemi ile analiz edilmiştir.	Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerindeki etkisinin kısa dönemli olumsuz olacağı üç yıldan sonra kendiliğinden bu olumsuz etkinin son bulacağı sonucuna ulaşılmıştır.
Autor ve Dorn (2013)	1980-2005 yılları arasında ABD iş gücü ve ücret kutuplaşması değerlendirilmektedir.	ABD iş gücü piyasasına ilişkin düşük vasıflı işlerin arttığı, yüksek vasıflı işlere ilişkin talebin de yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır.
Frey ve Osborne (2013)	ABD iş gücü piyasası üzerinde gelecekteki bilgisayarlaşmanın etkisi incelenmiştir.	ABD iş gücünün yarısının bilgisayarlaşma nedeniyle yok olma tehlikesinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Goos, Manning ve Salomons (2014)	1993-2010 döneminde 16 AB ülkesi için kutuplaşma durumu incelenmiştir.	Düşük ücretli mesleklerde bir artış, orta ücretli mesleklerde ise bir düşüş olmasına ilişkin bir kutuplaşma modeli belirlenmiştir.
Evangelista vd. (2014)	AB ülkelerine ilişkin bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi ele alınmıştır.	Yalnızca hizmet sektöründe bilgi ve iletişim teknolojilerinin istihdam üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir.
Harrison vd. (2014).	Fransa, Almanya, İngiltere ve İspanya'daki 20.000 seçilmiş firmaya ilişkin inovasyon anket verileri firmaların inovasyon içeren	Yenilik hareketlerinin sonucunda meydana gelen istihdam azalmasının yeni ürünler sayesinde ortaya çıkan istihdam artışının 3'te

	faaliyetlerinin istihdama etkisi analiz edilmiştir.	birinden daha az olduğu tespit edilmiştir.
Bogliacino (2014).	2000-2008 yılları arasında, AB ve AB dışı firmaların Ar-Ge harcamaları, istihdam ve sermaye yatırımları verileri ile gerçekleştirilen Dengesiz Panel analizi sonuçlarıyla birlikte istihdam ve yenilikçi yaklaşımların etkileri incelenmiştir.	Yenilikler istihdamın ve kaynakların yeniden dağılımına neden olduğundan refah düzeyini dengeleyici politikaların uygulanması gereksinimi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Vivarelli (2015)	İmalat işlerinin azalarak büyük bir işsizlik yaratılmasında rol oynayabilecek teknolojik gelişmelere ilişkin literatür taraması yapılmıştır.	Ürün inovasyonu ile sonuçlanan teknik dönüşüm sürecinin emek destekçisi iken süreç inovasyonunun ise iş yıkımlarına neden olduğu gözlenmiştir.
Aguilera ve Barrera (2016)	Teknoloji açısından popüler olan Latin Amerika ülkeleri analiz edilmiştir.	Teknoloji gelişiminin işsizliği arttırmadığı ve az da olsa istihdam üzerinde olumlu etki yaptığı gözlemlenmiştir.
Gregory vd. (2016)	1999-2010 yılları arasında 27 Avrupa Birliği ülkesine ilişkin teknolojik değişimin istihdama etkisi analiz edilmiştir.	Teknolojik değişimin istihdam üzerinde pozitif etkiler yarattığı görülmüştür. Analiz edilen döneme ilişkin teknolojinin yaklaşık 11,6 milyon yeni iş sağladığı sonucuna varılmıştır.
Topkaya (2016)	Dünyadaki endüstriyel robot sektörü ve bu sektörün çalışma hayatına etkileri incelenmiştir.	Endüstriyel robotların istihdam yaratma konusunda yetersiz olduğu sonucu elde edilmiştir.
Dam (2016)	1991-2014 yılları arasındaki 28 OECD ülkesinin istihdam ve Ar-Ge harcamaları, patent sayıları panel veri analizi ile test edilmiştir.	Ar-Ge harcamalarında ve patent sayısındaki artışın işsizlik oranını azalttığı tespit edilmiştir.
Matuzeviciute vd. (2017)	2000-2012 yılları arasında 25 Avrupa ülkesi üzerinde teknolojinin iş gücüne etkilerine ilişkin bir panel veri analizi yapılmıştır.	Teknoloji ile işsizlik arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır.
Cang (2017)	ABD eyaletlerinde teknoloji ve işsizlik ilişkisi incelenmiştir.	Genel kesin bir sonuca ulaşamamakla birlikte teknoloji ile daha az

		ilişkili olan eyaletlerin teknolojik değişimden kaynaklanan iş kaybından daha fazla etkilendiği görülmüştür.
Aksoy (2017)	Değişen teknolojiler ve Sanayi 4.0 konusu yorumlanmıştır.	Sanayi 4.0 teknolojisini kullanan ve kullanmayan ülkeler arasında bir eşitsizliğin olacağı, kullanmayanların uluslararası rekabeti kaybedeceği belirtilmiştir.
Fırat ve Fırat (2017)	Sanayi 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar konusu üzerinde durulmuştur.	Sanayi 4.0 yolculuğunda robotların etkisi araştırılmış ve insanların yapabilecekleri her şeyin giderek artan bir şekilde yazılımlar tarafından yapıldığı ortaya konmuştur.
Fernández-Macías ve Hurley (2017)	1995-2007 Döneminde 23 AB ülkesi üzerinde kutuplaşma etkisi RBTC hipotezi ile incelenmiştir.	Kavram tanımlamaları yapıldıktan sonra RBTC açıklanarak, makaleye özgü rutin ağırlıkları belirlenip, değerlendirilmiştir.
Goos, (2018).	İş gücüne ilişkin; SBTC, CSC, RBTC yaklaşımlarını değerlendirilmiştir.	Teknolojilerin iş gücü piyasası üzerine etkileriyle ilgili olarak ekonomistlerin görüşleri araştırılmıştır.
Krousie (2018)	ABD eyaletlerine ilişkin teknolojik gelişme sebebiyle oluşan işsizlik incelenmiştir.	ABD eyaletlerine ilişkin teknolojik değişim ile işsizlik arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Teknolojinin işsizliği küçük bir düzeyde arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Aydemir (2018)	2009-2014 yılları arasında Sanayi 4.0 ve bunun Türkiye ekonomisi açısından etkileri incelenmiştir.	Sanayi 4.0'ın ekonomiyi pozitif yönde etkileyeceği sonucuna varılmıştır.
Piva ve Vivarelli (2018)	1998-2011 yılları arasında 11 AB ülkesinin Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerine etkisi araştırılmaktadır.	Araştırma ve geliştirme harcamalarının istihdam üzerindeki etkileri benzer biçimde pozitif bulunmuştur.

Greve (2019)	Teknolojik gelişmelerin Avrupa piyasasındaki uyumu tartışılmaktadır.	Dünyadaki tüm ülkelerin iş gücü piyasaları teknolojik gelişmelerden etkileneği ve kaybetmemek adına uygulaması gereken politika ve öneriler sunulmuştur.
Başol ve Yalçın (2021)	2018 yılı DESI verisi ile teknolojinin 23 AB ülkesi üzerindeki uzun dönem etkileri araştırılmaktadır.	2018 yılı için AB ülkelerindeki iş gücü piyasası göstergelerinin iyileşmekte olduğu tespit edilmiştir.
Cengiz ve Şahin (2020)	1990-2018 yılları arasında Teknolojik ilerlemenin Türkiye’de istihdam yaratmadaki rolü ve önemi incelenmiştir.	Türkiye ekonomisinde teknolojik ilerlemeyi temsilen alınan Ar-Ge harcamalarının işsizliği azalttığı vurgulanmıştır.
Dağlı ve Kösekahyaolu (2021)	2005-2018 yılları arasında Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye üzerinde teknoloji ve işsizlik ilişkisi analiz edilmiştir.	Teknolojinin telafi mekanizmaları ve yaratıcı yıkım süreci ile işsizliği düşürdüğü sonucu elde edilmiştir.
Akaev ve Sadovnichii (2021).	Dijital ekonomide emek verimliliğinde insan faktörü incelenmiştir.	İnsan ve akıllı makine iş birliğinin ve dijital teknolojiler kullanılmasının iş gücü verimliliğini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Kim ve Thompson (2021)	1980-2010 yılları arasında RBTC’in göçmen iş gücü üzerine etkisi incelenmiştir.	Göçmen işçilerin teknolojik değişmelere adaptasyonunun daha zor olduğu tespit edilmiştir.

Kaynak: Efeolu ve Bozkurt,2018:289-291, Dağlı ve Kösekahyaolu, 2021:1239-1240, Cengiz ve Şahin, 2020:165, Bulut ve Yenipazarlı, 2020:19-20.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE DİJİTALLEŞME SÜRECİ

İlk sanayi devriminin başlangıcı olan Avrupa ve dördüncü sanayi devriminin yaratıcısı olan ve Avrupa Birliği'nin belkemiği olan Almanya'dır. Avrupa Birliği içerisinde uygulanmaya başlayan dördüncü sanayi devrimleri teknolojilerinin Avrupa Birliği'nin sanayisinde değişim ve dönüşümlere neden olmuştur. Almanya'da başlayan dördüncü sanayi devrimi gelişmeleri doğrultusunda 2012 yılında AB'nin özellikle 2008 yılı kriziyle bozulan ekonomisini yeniden sürdürülebilir bir hale getirmek için çalışmalar başlatılmıştır. Bu bölümde Avrupa Birliği'nin dijitalleşme süreci , Avrupa Birliği'nde dijitalleşmenin istihdama etkileri açıklanmaktadır.

3.1. Avrupa Birliği ve Dijitalleşme Göstergeleri

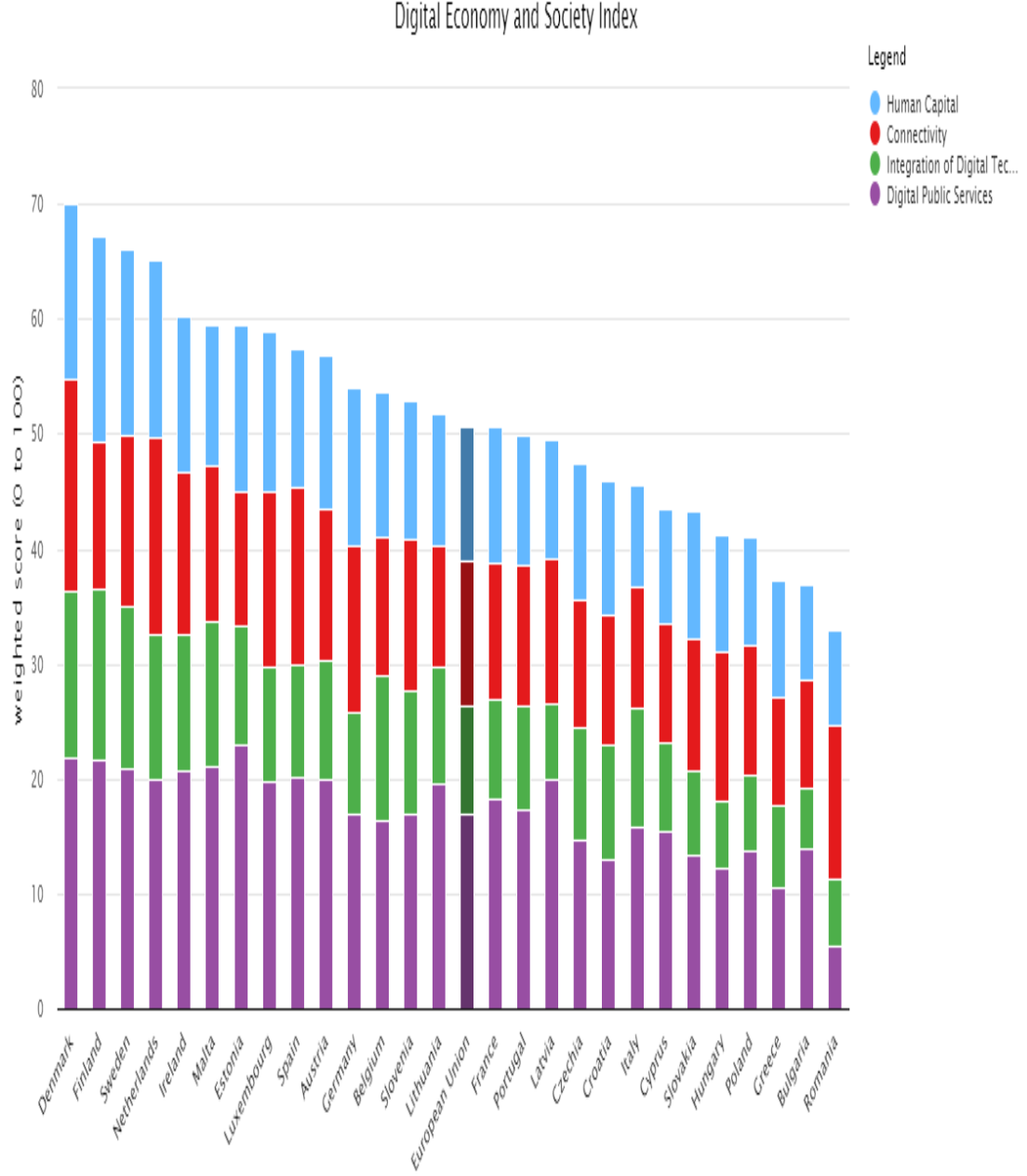
2014 yılından itibaren, Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi raporu Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri için dijital performans değerlendirmesi yapmak amaçlı beş temel gösterge altında değerlendirilme yapılarak oluşturulmaktadır. 2020 yılına ait ülke performansları Grafik 3.1.'de yer almaktadır. Grafik incelendiğinde; Finlandiya, İsveç, Danimarka, Hollanda, Malta'nın belirlenen her bir göstergede için Avrupa Birliği ortalamasının üzerinde performans sergilediği görülmektedir. Bu ülkeler en yüksek dijitalleşme düzeyine sahip ilk beş ülke konumundadır. Buna karşın; Bulgaristan, Yunanistan, Romanya ve İtalya ise aynı değerlendirme kategorilerinde en alt sırada yer almaktadır. Avrupa Birliği ile Uluslararası Dijitalleşme Düzeyi Değerlendirmesi Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi , AB ülkeleri arasındaki karşılaştırmaların yanı sıra beş temel gösterge (bağlantı, dijital beceriler, dijital teknoloji entegrasyonu,internet kullanımı ve dijital kamu hizmetleri/e-devlet) açısından AB üyesi olmayan farklı ülkeler için de performans değerlendirmesi gerçekleştirmektedir (Keleş, 2021:4-5).

Grafik 3.1'de AB'nin dört ana göstergeye göre dijitalleşme endeksleri sıralanmıştır. Dijitalleşme endeksinde yer alan ülkelerin tümünde en fazla dijitalleşme

alanı dijital kamu hizmetleri / e-devlet kategorisini kapsamaktadır. Danimarka, Finlandiya, İsveç, Hollanda, İrlanda, Malta, Estonya, Lüksemburg, İspanya, Avusturalya, Almanya, Belçika, Slovenya ve Litvanya'nın dijitalleşme göstergeleri 27 AB ülkesinin toplam dijitalleşme göstergelerinin üzerinde seyretmektedir. Tüm ülkelerde, en az dijitalleşilen alan ise dijital teknolojilerin entegrasyonudur. AB tarafından dijital teknolojilerin entegrasyonu amacıyla sürdürülen pek çok strateji mevcuttur.

Avrupa Birliği Dijitalleşme stratejilerine ilişkin çalışmalar, “3.2. Avrupa Birliği Dijitalleşme Stratejileri” başlığı altında incelenecektir.

Grafik 3.1: Avrupa Birliği Ülkeleri Dijital Ekonomi ve Dijital Toplum Endeksi



Kaynak: Keleş, 2021'den yararlanılarak orijinal kaynağa erişilmiştir. Digital Economy and Society Index: <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations> (1: Bağlantı 2: İnsan Kaynakları/ Dijital Okuryazarlık/Dijital Beceriler 3: Bireylerin İnternet kullanımı 4: İşletmelerin İnternet teknolojileri entegrasyonu 5: Dijital kamu hizmetleri/ e-Devlet)

WEF 2020 Küresel Rekabet Endeksi'ne göre Bilgi İşlem Teknolojilerinin Benimsenmesi, Esnek Çalışma Düzeni, Dijital Beceriler ve Dijital Yasal Çerçevesler Başlıkları altında ilk on sırada yer alan ülkelerin sıralamaları Tablo 3.1.'de gösterilmektedir. Bu tabloya göre; AB ülkelerinden İsveç, Hollanda, Finlandiya, Estonya, Danimarka, Almanya dijitalleşmeye ilişkin göstergelerde ilk 10'da yer almaktadır.

Tablo 3.1: Dijitalleşme Göstergelerine Göre Ülkeler

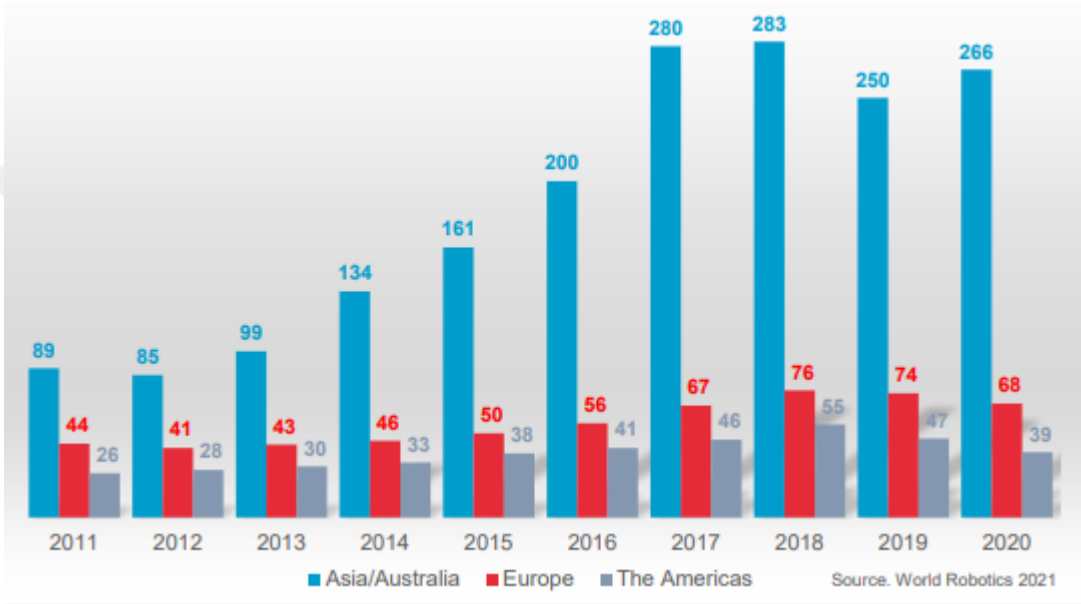
	Bilgi İşlem Teknolojilerinin Benimsenmesi	Esnek Çalışma Düzeni	Dijital Beceriler	Dijital Yasal Çerçevesler
1	Kore Cumhuriyeti: 93.7	Hollanda: 82.7	Finlandiya: 84.3	Amerika Birleşik Devletleri: 78.0
2	Birleşik Arap Emirlikleri: 92.3	Yeni Zelanda: 77.7	İsveç: 79.5	Lüksemburg: 77.4
3	Hong Kong: 90.2	İsviçre: 75.8	Estonya: 77.9	Singapur: 76.5
4	İsveç: 89.7	Estonya: 75	İzlanda: 77.6	Birleşik Arap Emirlikleri: 72.5
5	Japonya: 88.3	Amerika Birleşik Devletleri: 74.2	Hollanda: 77.3	Malezya: 70.0
6	Singapur: 88.1	Lüksemburg: 73.6	Singapur: 77.3	Estonya: 69.3
7	İzlanda: 87.8	Çin: 73.6	İsrail: 76.5	İsveç: 67.9
8	Norveç: 84.7	Avusturalya: 72.9	Danimarka: 74.7	Finlandiya: 67.7
9	Katar: 83.9	Finlandiya: 72.5	Suudi Arabistan: 74.1	Almanya: 67.3
10	Litvanya: 83.8	Danimarka: 72.4	Kore Cumhuriyeti: 73.0	Hollanda: 65.5

Kaynak: WEF, 2020, (Çevrimiçi) http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf , 20.05.2021, Rekabet Endeksi'nden çevrilmiştir.

Dünyadaki robotların araştırmasını yapan kuruluş Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) tarafından açıklanan istatistiklere göre Sanayi 4.0 teknolojileri

sayesinde dünyada ve bölgelerde otomasyonu gösteren endüstriyel robotların yıllık kurulumları Grafik 3.2’de gösterilmiştir.

Grafik 3.2: Endüstriyel Robotların Yıllık Kurulumları (‘000 birim)



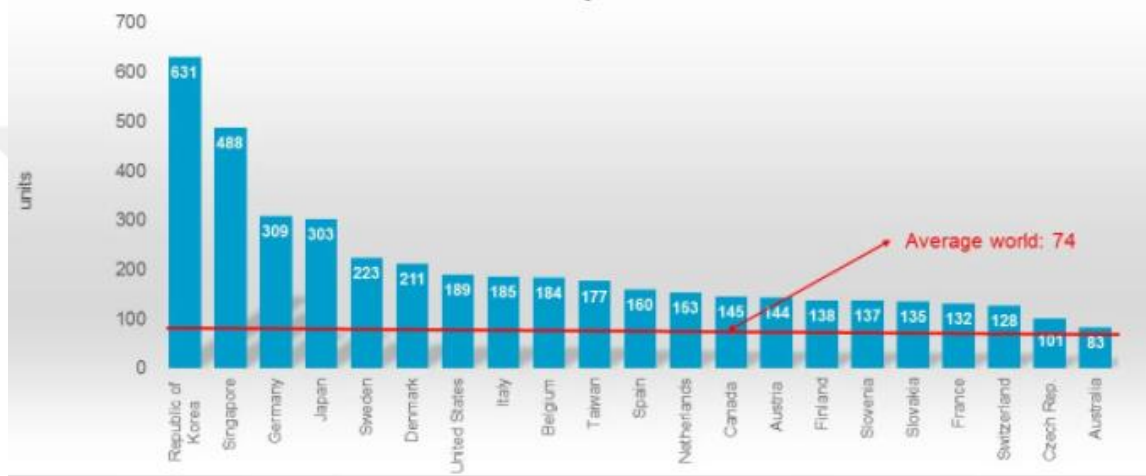
Kaynak:IFR,2021,(Çevrimiçi),(https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2021.pdf, 10.03.2022.

Endüstriyel robotlar için beş büyük pazar Çin, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Kore Cumhuriyeti ve Almanya’dır. Bu ülkelerde robot kurulumu küresel robotların kurulumunun %76’sını oluşturmaktadır.

Avrupa Birliği ülkeleri üretimde otomasyon rekabetinde ön sıralarda yer almaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinden %65’i, 10.000 işçi başına endüstriyel robot yoğunluğu ortalamanın üzerinde seyretmektedir. 2017 yılı verileri ise 10.000 çalışan başına Avrupa’daki endüstriyel robot yoğunluğunun 99, Amerika’daki yoğunluğun 84 ve Asya’daki yoğunluğun ise 63 adet olduğunu göstermektedir. Dünya Robot İstatistikleri 2015 verilerine göre robotik sistemlerin uluslararası pazar değerinin hemen hemen 32 milyar dolar düzeyinde olduğunu göstermektedir. Grafik 3.3’de yer alan Robotik Yoğunluk Dağılımı, uluslararası pazarlardaki mevcut otomasyon derecesini ortaya koymak için kullanılan önemli bir performans göstergesidir. İmalat sektöründe 10.000

çalışan başına ortalama 74 adet küresel robot yoğunluğunun olması bu durumun bir göstergesidir (Kılıç ve Alkan, 2018:38).

Grafik 3.3: İmalat Sektöründe Robot Yoğunluğu Uluslararası Ortalama Robot Yoğunluğunun Üzerinde Olan Ülkeler



Kaynak: IFR, (Çevrimiçi), <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally> , 10.03.2022.

Avrupa'nın imalat sektöründe robot yoğunluğu en yüksek olan ülkesi Almanya'dır. Almanya, 10.000 işçi başına 39 robot ile dünya robot yoğunluğu sıralamasında üçüncü sırada bulunmaktadır Ayrıca, Almanya Avrupa'da 2016 yılında üretilen endüstriyel robot pazarında %36, toplam endüstriyel robot satışında ise %41 oranı ile Avrupa'nın lider ülkesi konumundadır (Kılıç ve Alkan, 2018:37).

3.2. Avrupa Birliği Dijitalleşme Stratejileri

Avrupa Birliği ülkelerinden Almanya'da başlayan dördüncü sanayi devrimi gelişmeleri doğrultusunda, 2012 yılında AB'nin özellikle 2008 yılı kriziyle bozulan ekonomisini yeniden sürdürülebilir bir hale getirmek için çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında gerçekleştirilenler aşağıda sıralanmıştır:

- Kaynak verimliliğini artırmak için teknik düzenlemeler yapılmış ve bu düzenlemelerin gerçekleştirilmesini özendirmek, yeni teknolojilerin benimsenmesini hız kazandırmak için altyapı ve Ar-G & inovasyon projelerini

destekleyen alanlarda destek verilmesi kararlaştırılmıştır. Bu kapsamda gelişmiş imalat teknolojileri, temel teknoloji, bio ürün, hammaddeler, sürdürülebilirlik için zararsız araçlar pazarı ile akıllı şebeke sistemleri teşvik kapsamı altındadır.

- İhracatı artırmak adına hızlı büyüyen ekonomilere ilişkin ticareti serbestleştirecek anlaşmalar yapılması iç pazardaki ticareti canlandırmanın yanı sıra Avrupa ekonomisinin temelini oluşturan KOBİ'leri güçlendirece dış ticareti canlandıracaktır.
- Yeterli finansa kaynağı sağlamak, kamu ve özel sektörde yatırım ve inovasyonu desteklemek adına hedeflenmiştir.
- Yeni sanayinin korunması için ihtiyaç duyulan insan gücünün yetiştirilmesini sağlayacak eğitimleri düzenlemek adına çalışmalar başlatılmıştır. Avrupa Birliği tarafından Sanayi 4.0'ın ekonomik hayata katkıları, olası sıkıntıları ve gerçekleştirilmesi gereken ile ilgili çalışmalar beyaz kitapta toplanmıştır (Müsiad, 2017:102-103).

3.2.1. Dijital Tek Pazar

Avrupa Birliği (AB) tarafından ekonomisini daha sürdürülebilir hale getirmek, dünyadaki dijitalleşme ivmesini yakalamak, ekonomisini ve sosyal hayatı bu sürece entegre etmek adına dijitalleşmeye ilişkin politika ve stratejiler belirlenmiştir. Avrupa Komisyonu tarafından bilgi ve iletişim teknolojilerinin yenilikçilik, ekonomik büyüme ve istihdam alanlarında sunduğu imkânlardan AB'nin en geniş şekilde yararlanması, Avrupa 2020 Stratejisi'nde belirlenen hedefler gereği AB'nin bilgi toplumuna dönüşmesi için 6 Mayıs 2015 tarihinde, üç temel başlıktan ve 16 farklı eylemden oluşan Dijital Tek Pazar Stratejisi açıklanmıştır.

Bu üç temel unsur:

- Tüketiciler ile ticari kuruluşların, Avrupa içerisinde çevrimiçi mal ve hizmetlerin erişimine olanak sağlanması,

- Dijital şebekeler ve çevrimiçi hizmetlerin artırılması amacı ile gerekli olan koşulların oluşturulması,
- Avrupa Dijital Ekonomisinin büyüme potansiyelinin maksimize edilmesidir. (Akses, 2015:3).

3.2.2. Avrupa 2030 Dijital Pusulası

Avrupa'nın dijital dönüşüm sürecini tamamlaması, iklim nötr, döngüsel ve dirençli bir ekonomiye geçişi için Mart 2021 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından, Avrupa 2030 Dijital Pusulası vizyon, hedefler ve süreçleri yayınlanmıştır. Avrupa'nın dijital dönüşüm stratejisini içeren "2030 Dijital Pusula" ile birlik, dijital alanda dışa bağımlılığı azaltmayı ve işletmeleri insan merkezli ve sürdürülebilir bir dijital geleceğe hazırlamayı amaçlamaktadır. Dijital pusula, önümüzdeki on yılda ulaşılabilecek ana hedefleri belirlemek için pusulanın dört noktasını kullanır (Keleş, 2021:2-3):

- Dijital olarak yetenekli bir nüfus ve yüksek vasıflı dijital profesyoneller,
- Güvenli ve sürdürülebilir dijital altyapılar,
- İşletmelerin dijital dönüşümü,
- Kamu hizmetlerinin dijitalleştirilmesi.

3.3. Avrupa Birliği'nde İstihdama İlişkin Uygulamalar

Avrupa Birliği'nin işsizlik ile mücadele etme girişimlerinin bir olguya dönüşmesi 1997'de Lüksemburg İstihdam Zirvesi'nde Avrupa İstihdam Stratejisinin kabul edilmesiyle başlamıştır. 2000 yılında Lizbon stratejisi ile birliği dünyanın en dinamik, en rekabetçi ekonomisi haline getirmek isteyen AB konseyi 2002 yılında Kopenhag sürecini başlatmıştır. Kopenhag süreci kapsamında mesleki ve teknik eğitim uyumlaştırılması için stratejiler ve politikalar geliştirilerek Maastricht Bildirgesini ortaya koymuştur. Bunu takiben mesleki ve teknik alanda ortak çerçeve ile araçlar doğrultusunda Avrupa Ortak Kalite Güvencesi geliştirilmiştir. 2010 yılında AB 2020 stratejisine öncü olarak, dijitalleşmeye ilişkin olarak talep edilen iş gücünün de değiştiği ön görüşüyle AB'de

eğitime ilişkin hedefler belirlemiştir. Yeni işler için yeni beceriler konseyinin temel çalışmaları; Merkezi Yunanistan’da olan AB’nin mesleki eğitim ve öğretimi adına referans merkezi olarak kabul edilen Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi (CEDEFOP)’nin beceri beklentileri, sektörel olarak beceri konsey geliştirmesi analizlerin gerçekleştirilmesi, Avrupa yaşam boyu öğrenme felsefesi için yeterlilikler çerçevesi, ILO ile OECD kuruluşları ile devam eden araştırmalar, Yeterlilik ve Meslek sınıflandırması platformu olan ESCO, Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ), AB sosyal fonu ve Erasmus programları, İş-eğitim platformu şeklinde sıralanmaktadır (Hatipoğlu, 2016:88).

Avrupa Birliği tarafından uygulanan stratejiler;

- “Yeni Beceriler ve Yeni İşler İçin Gündem” inisiyatifi 2008 yılında, beceri geliştirme, tahminleri ve eşleştirilmesi amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından açıklanmıştır. Benzer ismi taşımasına rağmen “Yeni İşler İçin Yeni Beceriler”e kıyasla daha geniş bir anlam taşımaktadır. “Yeni Beceriler ve İşler İçin Gündem” platformu bazı sektörlerle ilişkin beceri ihtiyaçlarını öngörerek, arz edilen becerilerle iş gücü piyasasının talepleri arasında optimumu elde etmek amacıyla “Avrupa Sektör Becerileri Konseyleri” kurulmasına destek vermiştir (Hatipoğlu, 2016:89).
- Avrupa Komisyonu tarafından 2013 yılında, Avrupa Çıraklık İttifakı girişimi başlatılmıştır. Bu girişimin amacı eğitim ve iş gücü piyasasındaki kişilerle detaylı bir iş birliği sağlayarak, AB içerisinde çıraklığın önemini arttırarak genç işsizliği sorunu ile mücadele etmektir (Hatipoğlu, 2016:91).
- 2009 yılında Avrupa Komisyonu tarafından Mesleki Eğitim ve Öğretimde Kredi Transfer Sistemi/ The European Credit system for Vocational Education and Training (ECVET)’in kurulmasına yönelik tavsiye kararı yayınlanmıştır. Böylece, bir yeterlilik biriktirilerek transfer edilebilir öğrenme çıktıları (bilgi/beceri/yetenlikler) ve kredi puanlarıyla ifade edilir. ECVET ile bireylerin başka bir ülkede edinmiş oldukları bilgi, beceri ve yeterliliklerinin resmen tanınmasının kolaylaştırması amaçlanmaktadır (Ata ve Ucal Çepni, 2015:3).

- AB iş gücü piyasasını eğitim ve stajlar için beceriler, yeterlilikler, nitelikler ve meslekleri tanımlayıp kategorilere ayıran ve meslekler, beceriler, yeterlilikler ve nitelikler arasındaki ilişkileri ifade eden mesleki profilleri sağlayan Avrupa Beceriler, Yeterlilikler, Nitelikler ve Mesleklerinin çok dilli sınıflandırması olan ESCO'dur. (Hatipoğlu, 2016:94).
- Europass, kişilerin beceri ve yeterliliklerinin Avrupa'da (Avrupa Birliği, EFTA/EEA ve aday ülkeler) açıkça ve kolayca anlaşılmasını sağlayarak, mezunların ve öğrencilerin istihdamını ve hareketliliğini arttırmak amacıyla Avrupa Parlamentosunun ile konseyin 15 Aralık 2004 tarihli kararıyla kullanılmaya başlamıştır. 1 Temmuz 2020 tarihinde yenilenip yürürlüğe giren Europass platformu için özgeçmiş, hareketlilik belgesi, diploma eki ve sertifika eki olmak üzere yetkili kurumlar tarafından onaylı toplam dört belgeden oluşan, kişilerin beceri ve yeterliklerini gösteren başvuru evrakları mevcuttur (Europass, 2022).
- Hayat boyu öğrenme programı 2007 yılında başlarak ve 2013 yılına kadar süren bir dönemde genel, mesleki ve teknik eğitimle ilgili tüm programları toparlayıcı bir yaklaşımla tek çatı altında birleştirmeyi hedeflemiştir. Bu program Comenius (okul eğitimi), Erasmus (yükseköğretim), Grundtvig (yetişkin eğitimi) ve Leonardo da Vinci (mesleki ve teknik eğitim) alt programlarını içermektedir. 1 Ocak 2014 tarihinde uygulamaya koyulan Erasmus+ Programıyla birlikte bütün bu programlar tek program altında toplanmıştır. 2014-2020 yılları arasında, kişilerin yaş ve eğitim geçmişlerinden bağımsız olarak yeni beceriler kazandırılarak, kişisel gelişimlerini güçlendirip istihdam olanaklarının kazandırılması ve istihdam olanaklarının artırılması hedeflenmiştir. (Hatipoğlu, 2016: 96).
- Avrupa 2020 Stratejisi'nde "Hareket Halindeki Gençlik" girişimi adı altında beceri uyumsuzluğunun giderilmesi adına dört temel hedef belirlenmiştir. Bu hedefler; hayat boyu öğrenme sisteminin geliştirilmesi, yüksek eğitim-öğretimin kalite ve verimliliğinin artırılması, öğrenim hareketliliğinin Avrupa Birliği'nde

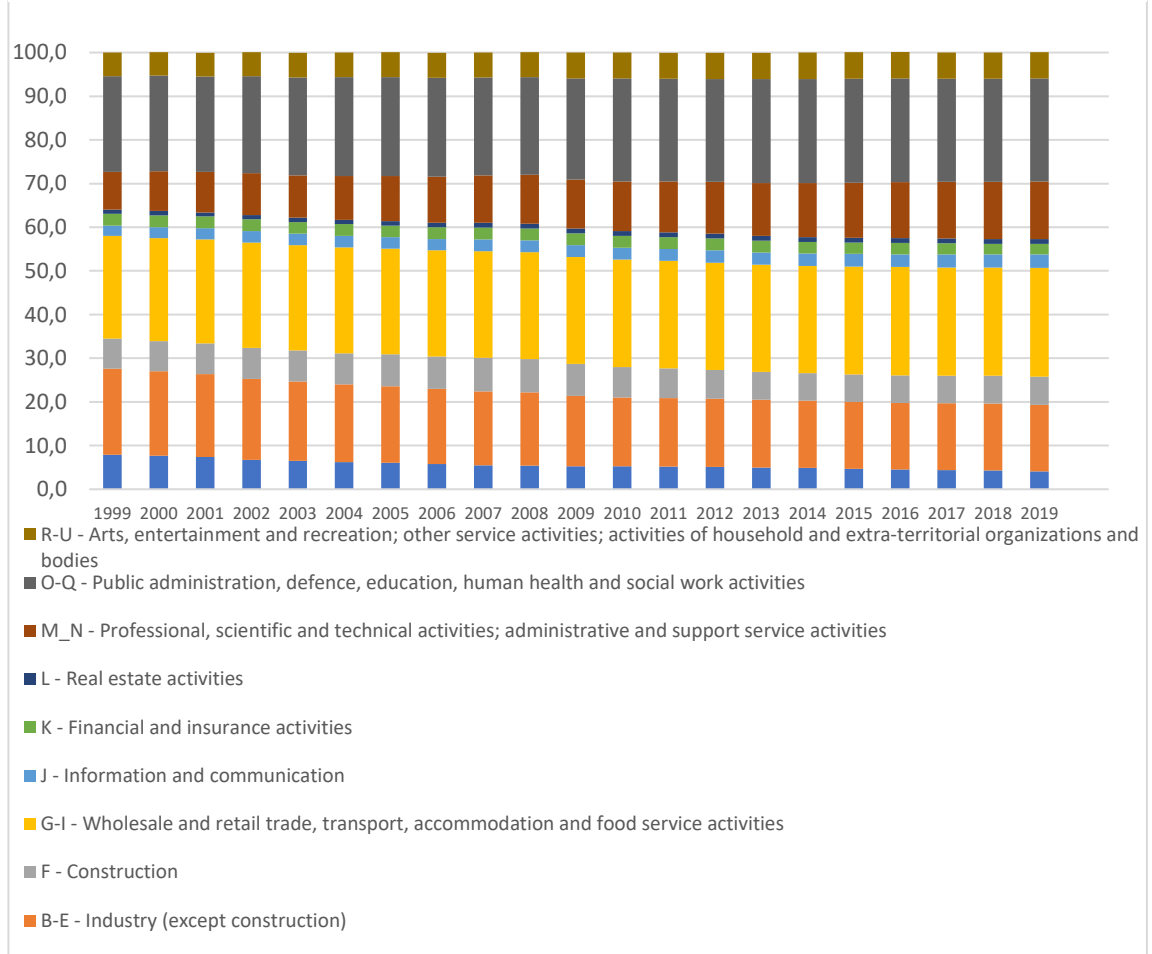
desteklenmesi ve genç nüfusun istihdam olanaklarının arttırılmasıdır (Hatipoğlu, 2016:97).

- 1993 yılında kurulan Avrupa İstihdam Hizmetleri Ağı/ European Employment Services (EURES); Avrupa Komisyonu ile birlikte Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin yanı sıra Norveç, İzlanda, Liechtenstein ve İsviçre'nin Kamu İstihdam Kurumları ve diğer partner kuruluşları arasında bir iletişim ağı oluşturmuştur. Avrupa'da günlük olarak iş arayanlar ve işverenler ile iletişime geçen 850'den fazla EURES danışmanı ile hizmet veren kurum Avrupa ölçeğinde önemli bir istihdam kurumudur (Hatipoğlu, 2016:98).
- AB Beceri Panoraması (EU Skills Panorama) aracı 2012 yılı sonlarında faaliyete geçmiştir. İnternet tabanlı olan bu uygulama sayesinde AB'de ulusal, sektörel bazda iş gücü piyasalarında yer alan kısa ve uzun dönemde eleman ihtiyacı olan meslek grupları ile bu mesleklerin ihtiyaç duyduğu becerileri belirlenmektedir (Hatipoğlu, 2016: 100).
- Avrupa'daki iş gücü piyasası gelişmelerinin izlenmesi amacıyla “Yeni Beceri ve İşler İçin Bir Gündem”, Avrupa 2020 inisiyatifinin bir parçası olarak, Komisyon 2010'da “Avrupa'daki İşgücü Piyasası Gelişmelerini İzleme” projesini başlatmıştır. Bu projenin amacı, açık işler konusunda güncel bilgileri toplayarak bu bilgileri iş gücü piyasasındaki eksiklikleri ve uyumsuzlukların tespit edilmesi için birer teşhis aracı olarak kullanmaktır.
- AB vatandaşlarının daha iyi mesleklerde istihdam edilmeleri ve daha iyi iş alanlarına kavuşabilmeleri amacıyla Avrupa Sosyal Fonu oluşturmuştur. Fon ile birlikte belirlenen hedefler doğrultusunda, yıllık 10 milyar avro değerinde finansman ile birlikte Avrupa'da yerel, bölgesel, ulusal ölçekte iş gücüne ilişkin projelere kaynak sağlanarak Avrupa'nın beşeri sermaye yatırımı arttırılmaktadır (Hatipoğlu, 2016:101).

3.3.1. Avrupa Birliği’nde Sektörlere Göre İstihdam

AB’nin iş gücü piyasası içerisindeki ekonomik sektörlerin payları geçtiğimiz yirmi yıl içinde değişiklik göstermiştir. 1999’dan 2019 yılına geçişte tarım, ormancılık, balıkçılık, sanayi sektöründe istihdam oranlarında azalma yaşanırken, bilgi işlem teknolojileri, sanat, eğlence, yönetim destekçi aktivitelerin istihdam oranlarında artış ivmesi gözlenmektedir.

Grafik 3.4: Avrupa Birliği Toplam İstihdamındaki 10 Ana Ekonomik Sektörün Payı, 1998-2019, (%)

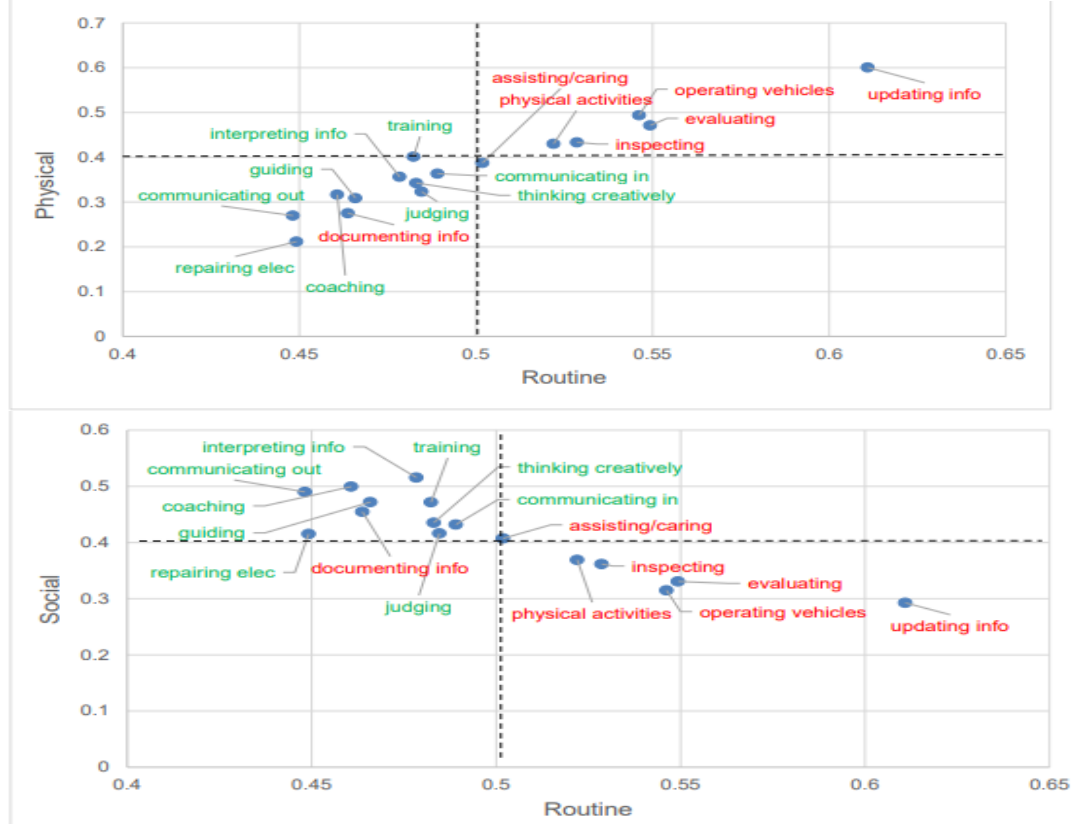


Kaynak: Eurostat, 2022 , 25.06.2022 (Çevrimiçi), <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>, sitesinden alınan ilgili verilerden tarafınca oluşturulmuştur.

3.3.2. Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi

Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi (European Centre for the Development of Vocational Training/Cedefop) tarafından 2021 yılında yapay zeka ve iş otomasyonuna ilişkin OJA (Offline Job Advertisement) verilerine ilişkin yapılan araştırmada; bilgisayar ile etkileşimi olan görevlerin otomasyon ile ikamesi daha mümkün olan grup olduğu ortaya çıkmıştır. Yüksek oranda otomatikleşmeye yatkın olan mesleklerin iş alanları esas olarak; makinelerin bakımı, teftiş edilmesi, makine kullanımı, hesaplama yapma gibi başlıkları içeren meslek gruplarıdır. Buna karşın; otomasyon riski en düşük olan grupta; yaratıcı düşünmeye ilişkin meslekler, danışmanlık, koçluk, veri analistliği gibi daha yaratıcı, akıl yürütmeye ilişkin ve insani ilişkilere yatkın meslek grupları öne çıkmaktadır. (Pouliakas, 2021:6).

Grafik 3.5: Ortalama Rutinleşme Derecesine Göre Otomasyona Yakın Olan ve Olmayan İş Faaliyetleri (Rutinleşme, Fiziksel, Sosyal Görev İçeriği)



Kaynak: Pouliakas, 2021:25-26, (Çevimiçi), <http://data.europa.eu/doi/10.2801/305373>, 20.06.2022.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, makine operatörlüğü, hesaplama ile ilişkili meslekler, hasta bakımı ile ilgili meslekler, fiziksel aktivite içeren meslekler, taşıma, kontrol etme yüksek riskli otomasyona yatkın grubu göstermektedir. Yorumlama, iç ve dış iletişim, yaratıcı düşünme, koçluk yapma gibi meslek grupları ise düşük otomasyon riskine sahip grupta yer almaktadır (Pouliakas, 2021:19-26).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

Bu çalışmada 2002-2018 yılları arasında dijitalleşmenin bilişsel, manuel, rutin istihdam oranları üzerindeki etkisi, 27 Avrupa Birliği⁸ ülkesi özelinde panel veri analizi kullanılarak incelenmiştir. Bu bölümde, öncelikle çalışmada ele alınan değişkenler ve örneklem grubu “veri seti ve yöntem”; değişkenlere ilişkin istatistikleri gösteren analizler “değişkenlerin tanımı” başlıkları altında incelenmiştir. Daha sonra bilişsel, manuel, rutin istihdam oranları ele alınarak kurulan üç ayrı model “modeller”; ekonometrik yöntemle ilişkin izlenen adımlar ve özet literatür “ampirik metodoloji” ve çalışmanın bulguları ise “sonuçlar” başlıklarında sunulmuştur.

4.1. Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, dijitalleşmenin meslek kodlarına göre istihdam oranları üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelenmektedir. Çalışmada, görev bazlı teknolojik değişim (Routine Baised Technical Change); Goos, Manning ve Salomons (2014) tarafından hesaplanan ve her meslek grubuna ait routine (rutin), manuel (el emeği gerektiren) ve cognitive (bilişsel) görevlerin ağırlığını gösteren rutin yoğunluk endeksi (Routine Task Intensity, RTI)’ne dayanmaktadır. Rutin yoğunluk endeksi, ILO tarafından belirlenen ve meslekleri benzer beceri eğitim seviyesi kriterlerine göre gruplayan uluslararası standart meslek sınıflaması (ISCO) iki basamaklı kod sistemi baz alınarak hesaplanmaktadır. RTI endeksi, 1988 yılında belirlenen kriterlere göre hazırlanan ISCO-88 kodlamasına göre hesaplanmış, 2008 yılında ise ISCO-08 kod sistemine göre güncellenmiştir. Tablo 4.1.’de ISCO-88 ve ISCO-08 tek basamaklı ana meslek kod sınıflandırması yer almaktadır.

⁸Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Hollanda, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç.

Tablo 4.1: Tek Basamaklı Ana ISCO-88/ISCO-08 Meslek Kodları Sınıflandırması

0	Silahlı kuvvetlerle ilgili meslekler
1	Yöneticiler
2	Profesyonel meslek mensupları
3	Teknisyenler, teknikerler ve yardımcı profesyonel meslek mensupları
4	Büro hizmetlerinde çalışan elemanlar
5	Hizmet ve satış elemanları
6	Nitelikli tarım, ormancılık ve su ürünleri çalışanları
7	Sanatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar
8	Tesis ve makine operatörleri ve montajcılar
9	Nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar

Kaynak:TÜİK,(Çevrimiçi),<https://biruni.tuik.gov.tr/DIESS/SiniflamaSatirListeAction.do?surumId=210&seviye=1&detay=H&turId=41&turAdi=%209.%20Meslek%20Siniflamaları>, 20.06.2021

ISCO-88 ile ISCO-08 kriterlerine göre iki basamaklı meslek gruplaması arasında bazı gruplar için detaylandırma gerçekleştirilmiştir (EK1, EK2). Goos, Manning ve Salomons (2014)'un çalışması; Autor, Levy ve Murnane (2003) ve Autor (2006; 2008)'ın çalışmalarını baz almıştır. Autor, Levy ve Murnane (2003) tarafından 5 kategoride sınıflandırılan görevler Goos, Manning ve Salomons (2014)'un çalışmasında bilişsel, manuel ve rutin olmak üzere 3 kategori altında toplanmıştır. Bu çalışmada, Goos, Manning ve Salomons (2014)'un sınıflandırması takip edilmektedir. Çalışmada ele alınan üç ayrı modelin bağımlı değişkenleri olan bilişsel, manuel ve rutin görev kategorilerinin hesaplamaları;

- Bilişsel görev kategorisi (B); yönetim kontrol planlama ile sayısal muhakeme gerekliliğini,
- Manuel görev kategorisi (M); mesleklerin göz-el ayak koordinasyonu ile ilgili içeriklerini,
- Rutin görev kategorisi (R); sınır ve standart sınır koyma ve parmak becerisini göstermektedir.

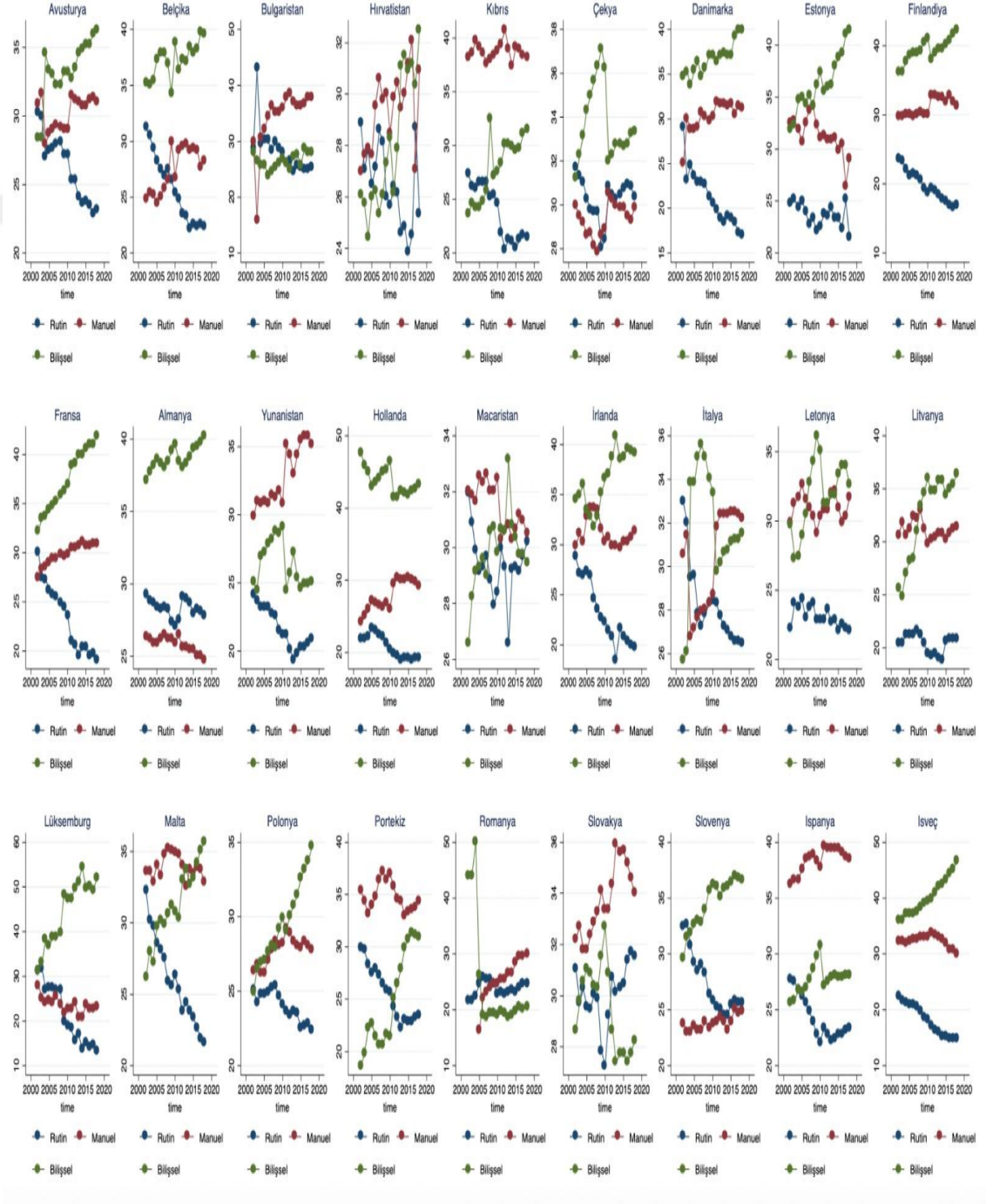
Rutin yoğunluk endeksi hesaplaması Denklem 4.1'de ifade edilen formül ve alt endeksler kullanılarak hesaplanmıştır. Endeks değerinin artması mesleğin daha yüksek seviyede rutin-yoğun olduğunu göstermektedir.

$$RTI = \log R - (\log B + \log M)$$

(Denklem 4.1.)

2002-2018 yılları arasında 27 Avrupa Birliği ülkesine ilişkin bilişsel, manuel ve rutin istihdam oranları ortalama değışik hesaplanarak, her bir ülke için değışimi gösteren grafikler hazırlanıp tek bir görselde sunulmaktadır (Grafik 4.1). Bu grafiklerin genelinde rutin istihdam oranındaki keskin düşüş ve bilişsel istihdam oranındaki ivme dikkat çekmektedir. Rutin istihdamdaki azalma ve bilişsel istihdamdaki artış ile iş gücü kutuplaşmasını en belirgin olarak gözlemlediğimiz Avrupa Birliği içinde gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkelerden İsveç, Finlandiya, Luksemburg'u Avusturya, Almanya, Fransa ve Belçika takip etmektedir. Bulgaristan, Romanya gibi gelişmişlik düzeyi AB ortalamasının altında kalan ülkelerde ise bilişsel istihdamda azalma mevcuttur. Ayrıca, Romanya, Bulgaristan 'da rutin istihdam oranı azalmaktadır. Bu durum birlik içindeki bu ülkelerin kutuplaşma olgusuna sahip olmadığını göstermektedir.

Grafik 4.1: AB Ülkelerinin Bilişsel, Manuel ve Rutin İstihdam Oranlarının Değişimi (2002-2018)



Söz konusu ülkelerin DESI (Digital Economy and Society Index/ Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi) değerleri ile bilişsel ve rutin istihdam oranları arasında paralellik gözlenmektedir. Yani DESI değerinin yüksek olduğu ülkelerde bilişsel istihdam oranları artarken, rutin istihdam oranlarında azalma gözlenmektedir.

Bu çalışmada dijitalleşmenin göstergesi olarak DESI'nin kullanılması amaçlanmış ancak veri kısıtı nedeniyle DESI'nin yerine Ar-Ge temsili (proxy) değişken olarak ele alınmıştır.⁹

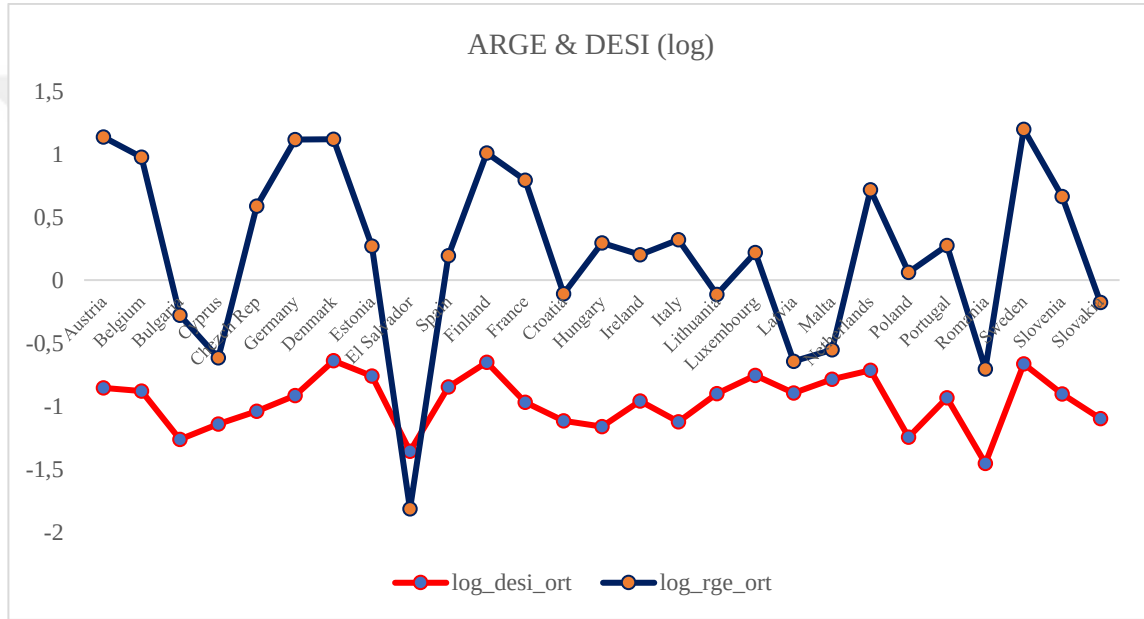
Kısaca Ar-Ge olarak adlandırılan kavramın açılımı araştırma-geliştirmedir. Bu kavram ilk olarak araştırmayı, bulunmamış olan bilgiyi, ürünü keşfettikten sonra geliştirmeyi içermektedir. Başka bir tanıma göre ise Ar-Ge, yeni ürünlerin üretilmesi, üretilen ürünlerin kalitesinin ve üretim standartlarının arttırılması, üretim maliyetlerini azaltıcı inovasyonların hayata geçirilmesi, üretimde yeni teknolojilerin kullanılması ya da mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi amacıyla yapılan çalışmaların tümü olarak tanımlanmaktadır (İncekara vd., 2014:3). Yenilikçi teknolojiler yaratmanın başlangıcı olarak kabul edilen Ar-Ge harcamaları teknoloji girdisi olarak pek çok çalışmada temel bir veri kabul edilmektedir. Sanayi devrimlerinin ilerlemesi ile birlikte artan dijitalleşme göstergesi olarak literatürde mevcut olarak bulunan dijitalleşme verisinin yıl kısıtı nedeniyle pek çok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da Ar-Ge harcamaları kullanılmıştır.

Ar-Ge harcamaları ile DESI'nin gözlemlendiği yıllar için (2014-2021), DESI ve Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payının ortalamaları alınarak ülke bazlı trendleri gözlemlenmiştir. Ancak iki değişkende kullanılan ölçekler farklı olduğundan ortalamaların logaritması alınmış ve değişkenlerin trendi bu şekilde incelenmiştir. Logaritmik ortalamaları gösteren Grafik 4.2.'de değişkenler arasındaki paralel ilişki net bir şekilde gözlenmektedir. Grafikte, 27 Avrupa Birliği ülkesinin Ar-Ge harcamaları ile DESI verilerinin paralel olarak artıp azaldığı ortaya koyulmaktadır. İktisadi literatürün de

⁹ EUROSTAT tarafından yayınlanan DESI verisi 2014 yılından itibaren mevcuttur.

ortaya koyduğu şekilde, Ar-Ge'ye daha çok yatırım yapan ekonomilerin daha yoğun bir dijitalleşme sürecinin içerisinde oldukları sunulmuştur (Dam, 2016; Cengiz ve Şahin, 2020; Piva ve Vivarelli 2018):

Grafik 4.2: Ar-Ge Harcamaları ile DESI Arasındaki İlişki



Kaynak: World Bank, 2014-2021 yılları arası Ar-Ge harcamaları, (Çevrimiçi), <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>, 05.01.2021 ve European Commission, 2014-2021 yılları arası, (Çevrimiçi) <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/indicators#desi-overall-index>, 05.01.2021.

Ar-Ge ve DESI arasındaki korelasyonu gösterebilmek için, iki değişken arasındaki ilişki basit regresyon modeli ile tahmin edilmiş ayrıca korelasyon değeri hesaplanarak aralarında pozitif yönde güçlü bir ilişkinin olduğu gözlenmiştir. Grafik 4.2.'yi desteklemek amacıyla değişkenler arasındaki korelasyona bakılmış, iki değişken arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki görülmüştür ($p\text{-değeri}=0.00 < 0.05$).

4.2. Değişkenlerin Tanıtımı

Analizde kullanılan örneklem ve değişkenlerin özet sunumu sırasıyla Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Analizde Kullanılan Örneklem ve Yıllar

Yıllar	2002 – 2018 (t = 17)		
Örneklem Grubu	27 ülke (N = 27)		
	Avusturya Hırvatistan Danimarka Fransa Hollanda İtalya Lüksemburg Portekiz Slovenya	Belçika Kıbrıs Estonya Almanya Macaristan Letonya Malta Romanya İspanya	Bulgaristan Çekya Finlandiya Yunanistan İrlanda Litvanya Polonya Slovakya İsveç

Tablo 4.3: Değişkenlerin Özet Sunumu

Değişkenler	Tanım ve Hesaplama	Kaynak
Cognitive_Share	ISCO-08, ISCO-88 meslek grubu sınıflandırması dikkate alınarak Goos, Manning ve Salomons (2014) çalışmasındaki Rutin Yoğunluk Endeksi yardımı ile yazar tarafından oluşturulmuştur.	ILO https://www.ilo.org
Manual_Share	ISCO-08, ISCO-88 meslek grubu sınıflandırması dikkate alınarak Goos, Manning ve Salomons (2014) çalışmasındaki Rutin Yoğunluk Endeksi yardımı ile yazar tarafından oluşturulmuştur.	ILO https://www.ilo.org

Routine_Share	ISCO-08, ISCO-88 meslek grubu sınıflandırması dikkate alınarak Goos, Manning ve Salomons (2014) çalışmasındaki Rutin Yoğunluk Endeksi yardımı ile yazar tarafından oluşturulmuştur.	ILO https://www.ilo.org
Ar-Ge	Ar-Ge harcaması ülkelerin GSYİH içerisindeki payını göstermektedir.	World Bank World Development Indicators https://data.worldbank.org
GDP	GSYİH büyümesi (yıllık, %)	World Bank World Development Indicators https://data.worldbank.org
CPI	Tüketici Fiyat Endeksi (2010=100)	World Bank World Development Indicators https://data.worldbank.org
Scholl enrollment, Secondary (% gross)	Toplam kayıtların orta/lise öğretim çağındaki nüfusa oranını göstermektedir.	World Bank World Development Indicators https://data.worldbank.org

Araştırmada, cognitive, routine, manuel, Ar-Ge, CPI, GDP ve Scholl enrollment, Secondary (Sec. School) değişkenleri kullanılarak istatistiksel ve ekonometrik analizler yapılmıştır.

Tablo 4.4: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Gözlem ($N \times T$)	Ortalama	St. Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
Cognitive	459	33.12629	6.347722	18.64588	54.5955
Manuel	456	30.66743	4.061177	15.95481	40.81853
Routine	459	24.56252	4.075945	13.02127	42.95955
Ar-Ge	455	1.465394	0.887857	0.23886	3.73402
CPI	459	2.367706	3.656431	-14.8386	25.17624
GDP	459	98.19612	11.34227	52.70286	119.4228
Sec. School	459	105.4821	21.16443	0	163.9347

Tablo 4.4’te araştırma kapsamında ele alınan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı (özet) istatistikler sunulmaktadır. Araştırmada, 2002-2018 periyodunda (17 yıl) 27 ülkeye ait cognitive, routine, manuel, Ar-Ge, cpi, gdp ve sec. school değişkenlerine ilişkin veriler incelenmiştir. Ayrıca, panel veri setinin N>T özellikli (uzun panel) ve dengesiz (eksik gözlemlerin yer aldığı) panel olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5: Korelasyon Tablosu

Değişkenler	Cognitive	Routine	Manuel	Ar-Ge	GDP	CPI	Sec. School
Cognitive	1						
Routine	-0.4135*** (0.0000)	1					
Manuel	-0.4759*** (0.0000)	-0.0801* (0.0875)	1				
Ar-Ge	0.5908*** (0.0000)	-0.242*** (0.0000)	-0.2841*** (0.0000)	1			
GDP	-0.0536 (0.2516)	-0.0492 (0.2942)	0.0911* (0.0512)	-0.1884*** (0.0001)	1		
CPI	0.2386*** (0.0000)	0.0914* (0.0510)	-0.3609*** (0.0000)	0.2625*** (0.0000)	-0.2693*** (0.0000)	1	
Sec. School	0.2618*** (0.0000)	-0.0124 (0.7922)	-0.2209*** (0.0000)	0.3682*** (0.0000)	-0.0083 (0.8593)	0.1861*** (0.0001)	1

Not: *, ** ve *** sırasıyla, 0.10, 0.05 ve 0.01 güven aralıklarını ifade etmektedir.

Tablo 4.5’te, değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları ve istatistiki anlamlılıklarına ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. Katsayılar incelendiğinde, cognitive değişkeninin arge, cpi ve sec. school ile pozitif korelasyon içerisinde olduğu görülmektedir. Routine değişkeni, Ar-Ge ile negatif bir ilişki sergilerken yalnızca cpi ile pozitif bir ilişki içerisindedir. Diğer bir değişken olan manuel ise, Ar-Ge, cpi ve sec. school ile negatif; buna karşılık gdp ile pozitif yönlü ilişki sergilemektedir. Araştırmada, bağımlı değişken olarak gruplanan değişkenler içerisinde, aralarındaki korelasyon katsayıları en yüksek olan ikili değişkenler ise sırasıyla, cognitive ile Ar-Ge (%59); routine ile Ar-Ge (–%24) ve manuel ile cpi (–%36) şeklindedir. Bu aşamada, korelasyon

katsayılarına ek olarak model tahmininden önce, değişkenlerin arasındaki ilişkinin yönüyle alakalı, iktisadi teoriye destek sağlayacak öncül bilgiler sağlanmıştır.

4.3. Modeller

Bu çalışmada, dijitalleşmenin bilişsel (cognitive), manuel (manual) ve rutin (routine) istihdam oranları üzerindeki etkisi 3 ayrı model üzerinden incelenmiştir.

Birinci Model:

$$C_{it} = \beta_0 + \beta_1 AR_{it} + \beta_2 X_{it} + u_{it}$$
$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, 27; \quad t = 2002, \dots, 2018 \quad (\text{Model 1})$$

Model 1’de C_{it} cognitive (bilişsel istihdam oranı) değişkenini, AR_{it} Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payını gösteren değişkeni, X_{it} kontrol değişkenleri gösteren matris olup GDP, CPI ve secondary school enrollment (orta öğretimdeki kayıt oranı) değişkenlerini içermektedir. Ayrıca u_{it} ise hata bileşen terimini (error component term) göstermekte, β_0 skaler sabitini, β_1 ve β_2 ise açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisi ölçen eğim katsayılarıdır.

Hata bileşen terimi üç unsurdan oluşmaktadır. μ_i analizde yer alan ülkelere ilişkin gözlenemeyen bireysel etkileri, λ_t şokları içeren zamana özgü etkileri, ε_{it} stokastik hata terimini, i ülkeleri, t ise zamanı belirtmektedir. Panel veri modellerinde hem i hem de t ’nin yer alması panel verilerin yatay kesit (cross-section) ve zaman (time) boyutunu birlikte ele aldığını göstermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2018).

İkinci Model:

$$M_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 AR_{it} + \gamma_2 X_{it} + u_{it}$$
$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, 27; \quad t = 2002, \dots, 2018 \quad (\text{Model 2})$$

Model 2’de M_{it} manual (manuel istihdam oranı) bağımlı değişkenini, AR_{it} Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payını gösteren değişkeni, X_{it} kontrol değişkenleri göstermektedir.

Üçüncü model:

$$R_{it} = \vartheta_0 + \vartheta_1 AR_{it} + \vartheta_2 X_{it} + u_{it}$$

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, 27; \quad t = 2002, \dots, 2018 \quad (\text{Model 3})$$

Model 3’te R_{it} routine (rutin istihdam oranı) değişkenini, AR_{it} Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payını gösteren değişken iken X_{it} kontrol değişkenlerini göstermektedir.

4.4. Ampirik Metodoloji

Bu çalışmada panel veri metodu kullanılmaktadır. Panel veri metodunda tahmin yapmadan önce kullanılan testler, varsayımlar doğrultusunda belirli bir metodolojik sırayı izlemektedir. Öncelikle, panel veri ile gerçekleştirilen çalışmalarda, model seçimi aşamasında veri (*gözlem*) büyüklüğü, yatay kesit bağımlılığı (*birimler arası korelasyon*) ve değişkenlerin durağanlık yapıları oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu ifadeye kullanılan veri büyüklüğü, hem birim hem de zaman boyutunu içermektedir. Sohag vd. (2018:6-7) tarafından veri büyüklüğü ile ilişkili olarak model seçim çerçevesi önerilmektedir. Sohag vd. (2018:6-7), zaman boyutunun birim boyutunun küçük olması durumunda ve değişkenlerde de içsellik mevcutsa direkt olarak genelleştirilmiş momentler metodu (GMM) ile modelin tahminlenebileceğini ifade etmektedirler.

İktisadi araştırmalara konu olan çoğu ilişki doğası gereği dinamiktir. Ancak dinamik modellerin, statik modellere göre daha farklı sorunları da mevcuttur. Dinamik modellerde karşılaşılan içsellik sorunu literatürde bu sorunu dikkate alan tahmincilerin gelişimine zemin hazırlamıştır. Anderson ve Hsiao (1982), değişkenlerin birinci farkını alarak ve ardından gecikmesi alınmış bağımlı değişken yerine araç değişken kullanarak içsellik sorununa çözüm getirmişlerdir. Arellano ve Bond (1991) gecikmeli içsel

değişkenlerin varlığını ele alan, diğer açıklayıcı değişkenlerde belirli bir içsellik derecesine izin veren ve bu sayede Anderson ve Hsiao (1982)'dan daha etkin olan genelleştirilmiş bir moment yöntemi kullanmışlardır. Arellano ve Bond (1991), dinamik panel veri modellerinde bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri ile hata terimi arasında var olan ortogonalite koşulunun kullanılmasıyla ek araç değişkenlerin üretilebileceğini ileri sürmüştür. Arellano ve Bover (1995) ise Hausman ve Taylor (1981) modeli bağlamında dinamik panel veri modelleri için etkin araç değişken tahmincilerini elde etmek için bir GMM yaklaşımı geliştirmişlerdir. Blundell ve Bond (1998) zaman boyutu T 'nin küçük olduğu durumda dinamik panel veri modeli için etkin tahminciler üretmek için ekstra moment koşullarının önemli olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu çalışmada, Arellano ve Bond (1991) ve Blundell ve Bond (1998) tarafından geliştirilen dinamik GMM tahmincileri kullanılmaktadır. Analizde kullanılan fark GMM tahmincisi Arellano ve Bond (1991)'un iki aşamalı fark tahmincisini gösterirken, sistem GMM tahmincisi ise, Windmeijer (2005)'in sonlu örneklem düzeltmesini içeren Blundell ve Bond (1998)'un iki aşamalı sistem GMM tahmincisidir. Araç değişkenlerin ve moment koşullarının geçerliliği için Hansen testi kullanılmaktadır.

İktisadi araştırmalara konu olan birçok makroekonomik ilişki yapısı gereği dinamik bir süreç tarafından belirlenebilmektedir. Panel veri analizinde dinamik süreçlerin modellenebilmesi için geliştirilen ve bağımlı değişkenin gecikmeli değerini bağımsız bir değişken olarak modele dâhil etmek suretiyle genişletilen dinamik bir süreci aşağıdaki gösterildiği şekilde elde etmek mümkün olabilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2018):

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \theta y_{i,t-1} + c_i + \varepsilon_{it} \quad \text{ve} \quad \delta_{it} = c_i + \varepsilon_{it} \quad (\text{Denklem 4.2.})$$

4.2. numaralı eşitlikte, y bağımlı değişkeni, x bağımsız değişkeni, c_i birim etkileri ve ε_{it} stokastik hata terimini belirtmektedir. Ancak, bu model önemli sorunları da ihtiva etmektedir: Modele dahil edilen bağımlı değişkenin gecikmeli değeri ($y_{i,t-1}$), birleşik

hata terimi $\delta_{it} = c_i + \varepsilon_{it}$ ile ilişki içerisinde. Bu durumun temel nedeni, birimlere özgü heterojenliğin ifade edildiği c_i 'nin her bir grubun her bir gözlemi için aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca birleşik hata terimiyle açıklayıcı değişkenler arasında bir ilişkinin varlığı yani içsellik problemi (dışsal olmama), en küçük kareler (EKK) tahmincisinin ve EKK temelli tahmincilerin sapmalı ve tutarsız olmasına neden olmaktadır (Baltagi, 2008:147). Arellano ve Bond (1991) ve Arellano ve Bover (1995) tarafından geliştirilen sistem GMM yaklaşımı, bu aşamada ilgili sorunun çözümüne yönelik olarak kullanılabilen tahminciler arasında yer almaktadır (Greene, 2012:497). Arellano ve Bover (1995) etkin araç değişken tahmincisi elde etmek amacıyla ortogonal sapmalar yöntemini önermektedirler. Ortogonal sapmalar yöntemi, birinci farklar (first difference) yönteminde yapılan cari gözlemlerden önceki dönem gözlemleri çıkarmak yerine, değişkenin erişilebilir tüm gelecekteki değerlerinin ortalamalarının çıkarılmasını önermektedir. Veri setinde eksik (kayıp) gözlemlerin olmaması bu durumda önemli olmayacaktır. Her bir kesitin sonuncu gözlemi hariç tüm gözlemler için türetim yapılabilecektir. Dolayısıyla, gecikmeli gözlemler dönüşüme dâhil olmadığından bunlar araç değişken olarak kullanılabilir.

Model tahmini aşamasına geçmeden önce, iktisadi literatür ayrıntılı bir şekilde incelenerek değişkenlerin olası içselliğine dair ön bilgi sağlanmalı ve eğer varsa içselliğin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Zira, içsellik sorununun olması durumunda kullanılacak tahminciler farklılık gösterecektir. İçsellik, açıklayıcı değişkenler ile hata terimi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu durum, ilgili değişkenlerin ihmal edilmesi, ölçüm hataları, örneklem seçimi gibi nedenlerden kaynaklanabilmekte ve EKK tahmincilerinin sapmalı ve tutarsız olmalarına neden olmaktadır. Bu çalışmada ele alınan makroekonomik değişkenlere ve ilişkilere ilişkin önsel bilgiler içselliğin varlığı yönündedir. Bu nedenle araştırmada, Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM)'ne başvurularak regresyon modellerinin tahmini elde edilmiştir.

4.5. Sonuçlar

Bu bölümde üç ayrı bağımlı değişken kullanılarak oluşturulan üç modele ilişkin sonuçlar farklı başlıklar altında incelenmiş ve yorumlanmıştır.

4.5.1. Birinci Modelin Analiz Sonuçları

Cognitive (bilişsel istihdam oranının) bağımlı değişken olarak belirlendiği birinci model için tahmin sonuçları aşağıda sunulmaktadır.

Model tahmininde Arellano ve Bond (1991) ile Blundell ve Bond (1998) GMM tahmincisiinden faydalanılmıştır. Dışsallık varsayımının sağlanamaması (içsellik) halinde, araç değişken (proxy ya da instrumental variables) ve GMM tahmincilerine sıklıkla başvurulmaktadır.

Tablo 4.6: Birinci Modelin Tahmin Sonuçları

Arellano&Bover / Blundell &Bond Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM)				
Bağımlı Değişken Cognitive				
Regresörler	Katsayı	Std. Hata	t İstatistiği	Olasılık
Cognitive _{t-1}	0.465471***	0.027402	16.99	0.0000
Ar-Ge	2.283867***	0.196346	11.63	0.0000
GDP	0.054717***	0.010355	5.28	0.0000
CPI	0.034437***	0.008739	3.94	0.0010
Sec. School	0.001973	0.001526	1.29	0.2070
Sabit Terim	10.73128***	0.476081	22.54	0.0000
Model Bilgileri				
<i>F İstatistiği</i>	26233.89			
<i>Olasılık (F)</i>	0.0000***			
Otokorelasyon Testleri		İstatistik	Olasılık	
<i>Arellano-Bond AR(1) Testi</i>		-2.43**	0.015	
<i>Arellano-Bond AR(2) Testi</i>		-1.64	0.101	
Araç Değişkenlerin Geçerliliği Testleri		İstatistik	Olasılık	
<i>Hansen Testi (Heteroskedastisiteye Dirençli)</i>		25.02	0.160	
<i>Fark Hansen Testleri</i>				
GMM Denklemi		İstatistik	Olasılık	
<i>Birinci Moment Koşulu Testi</i>		20.24	0.123	

<i>İkinci Moment Koşulu Testi</i>	4.79	0.442
<i>Araç Değişkenler Denklemi</i>	İstatistik	Olasılık
<i>Birinci Moment Koşulu Testi</i>	21.51	0.121
<i>İkinci Moment Koşulu Testi</i>	3.52	0.475

Notlar:

- (i) *, ** ve *** sırasıyla, 0,10, 0,05 ve 0,01 önem seviyelerini ifade etmektedir.
- (ii) İki aşamalı (two step) sistem geliştirilmiş momentler metodu ile tahminlenmiş ve Windmeijer (2005) dirençli standart hataları üretilmiştir.

Tahminlenen regresyon modelinde içsellik sorunu ile birlikte farklı varyans ve otokorelasyonun da var olması halinde GMM tahmindisi vasıtasıyla elde edilen tahminler etkin sonuçlar sağlamaktadır (Baltagi, 2005; Yerdelen Tatoğlu, 2018). Tablo 4.6’da sistem GMM aracılığıyla tahminlenen modelin sonuçları yer almaktadır. Bağımlı değişkenin bir gecikmeli değeri olan $cognitive_{t-1}$, Ar-Ge, gdp ve cpi değişkenleri $cognitive$ ’yi istatistiksel olarak açıklamaktadır. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre,

- Diğer değişkenlerin etkileri sabitken $cognitive_{t-1}$, Ar-Ge, GDP ve CPI’de meydana gelen 1 birimlik bir artış $cognitive$ ’yi yaklaşık olarak sırasıyla 0.47; 2.28; 0.05 ve 0.03 birim arttırmaktadır. Sec. school değişkenine ilişkin olarak beklentilerle uyumlu pozitif yönlü bir tahmin sonucu elde edilmiş olsa da bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Dijitalleşmenin artması ile istihdamda nitelikli, yüksek eğitilmiş kişilere olan talep artmıştır. Secondary school değişkeni orta/lise eğitimini temsil ettiğinden bilişsel iş gücüne dahil olmamaktadır. Bu nedenle değişken $cognitive$ istihdam oranı üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca, $cognitive$ değişkeni üzerinde en etkili olan değişken Ar-Ge (2.28) ’dir ve bu durum bilhassa dikkat çekmektedir: Çünkü bağımlı değişkenin kendi gecikmeli değeri ($cognitive_{t-1}$) dahi Ar-Ge katsayısının gerisinde kalmaktadır.
- Model bilgileri incelendiğinde, modelin genelini istatistiksel olarak anlamlı (F istatistiği) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Fakat, model tahmin aşamasında GMM temelli bir tahminci kullanıldığı için bu regresyonun kullanılabilirliğine dair araç değişkenlerin geçerliliği ve kısıtlı otokorelasyon testlerinin sonuçlarının incelenmesi gerekmektedir. Bu tahmincinin varsayımlarında, birinci dereceden

otokorelasyona izin verilirken, ikinci dereceden otokorelasyona ise izin verilmemektedir. Arellano-Bond AR(1) ve AR(2) testlerine göre, hesaplanan istatistik değerleri modelde birinci derece otokorelasyon varlığına işaret ederken ikinci dereceden otokorelasyonun ise olmadığını göstermektedir. Bu aşamada otokorelasyona ilişkin varsayımların sağlandığı anlaşılmaktadır.

- Hansen ve Fark Hansen testleri aracılığıyla aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerliliği, diğer bir ifadeyle araç değişkenlerin geçerliliği test edilmektedir. Hansen testinin sonucuna göre, değişkenlerin dışsal olduğunu ifade edilen temel hipotez reddedilememektedir. Böylelikle, araç değişkenlerde içsellik sorunu görülmemektedir. Fark Hansen testinde ise araç değişkenlerin geçerliliği ayrı ayrı test edilmektedir. Bu testlere ait temel hipotezlerin reddedilememesi ise hem birinci moment koşulunun hem de ikinci moment koşulunun sağlandığını göstermektedir.

4.5.2. İkinci Modelin Analiz Sonuçları

Bu aşamada, manuel (manuel istihdam oranının) değişkeninin bağımlı değişken olarak belirlendiği ikinci model için tahmin sonuçları paylaşılmaktadır.

Tahminlenen regresyon modelinde içsellik sorunu ile birlikte farklı varyans ve otokorelasyonun da var olması halinde GMM tahmincisi vasıtasıyla elde edilen tahminler etkin sonuçlar sağlamaktadır (Baltagi, 2005; Yerdelen Tatoğlu, 2018). Araştırmanın ikinci modeline ilişkin regresyon tahmini sonuçları Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

Tablo 4.7: İkinci Modelin Tahmin Sonuçları

Arellano&Bover / Blundell &Bond Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM)				
Bağımlı Değişken Manuel				
Regresörler	Katsayı	Std. Hata	t İstatistiği	Olasılık
Manuel _{t-1}	0.6521***	0.03017	21.61	0.0000
Ar-Ge	-0.3530*	0.180286	-1.96	0.0610
GDP	0.0376***	0.006951	5.41	0.0000
CPI	0.0160***	0.004114	3.88	0.0010

Sec. School	-0.0125**	0.005238	-2.39	0.0240
Sabit Terim	10.9410***	0.773031	14.15	0.0000
Model Bilgileri				
<i>F İstatistiği</i>	203048.32***			
<i>Olasılık (F)</i>	0.0000			
Otokorelasyon Testleri	İstatistik	Olasılık		
<i>Arellano-Bond AR(1) Testi</i>	-2.41 **	0.016		
<i>Arellano-Bond AR(2) Testi</i>	-0.18	0.855		
Araç Değişkenlerin Geçerliliği Testleri	İstatistik	Olasılık		
<i>Hansen Testi (Heteroskedastisiteye Dirençli)</i>	24.42	0.708		
Fark Hansen Testleri				
GMM Denklemi	İstatistik	Olasılık		
<i>Birinci Moment Koşulu</i>	21.89	0.586		
<i>İkinci Moment Koşulu</i>	2.53	0.772		
Araç Değişkenler Denklemi	İstatistik	Olasılık		
<i>Birinci Moment Koşulu Testi</i>	19.35	0.152		
<i>İkinci Moment Koşulu Testi</i>	5.06	0.992		

Notlar:

- (i) *, ** ve *** sırasıyla, 0,10, 0,05 ve 0,01 önem seviyelerini ifade etmektedir.
- (ii) İki aşamalı (two step) sistem genelleştirilmiş momentler metodu ile tahminlenmiş ve Windmeijer (2005) dirençli standart hataları üretilmiştir.

Araştırmanın ikinci modelinde, bağımlı değişkenin bir gecikmeli değeri olan $manuel_{t-1}$, Ar-Ge, GDP, CPI ve sec. school değişkenleri manuel değişkenini istatistiki olarak açıklamaktadır. Tahmin sonuçlarına göre,

- Diğer değişkenlerin etkileri sabitken $Manuel_{t-1}$, GDP ve CPI’de meydana gelen 1 birimlik bir artış manuel değişkenini yaklaşık olarak sırasıyla 0.65; 0.04 ve 0.02 birim artırmaktadır.
- Diğer değişkenlerin etkileri sabitken, Ar-Ge ve sec. school değişkenlerinde meydana gelen 1 birimlik bir artış ise manuel değişkenini yaklaşık olarak sırasıyla 0.35 ve 0.01 birim azaltmaktadır. Bu sonuç, dijital teknolojilerin iş gücünde kullanılması ile birlikte manuel istihdama olan talebin azaldığını, manuel istidamin teknoloji ile ikame edildiğini açıklamaktadır. Secondary school değişkeni orta okul ve lise çağındaki kişileri temsil ettiği için bu yaş grubunda

istihdama dahil olan kişiler bilişselden ziyade manuel ve rutin işlerde çalıştığından dijitalleşmenin secondary school değişkeni ile olan ilişkisi negatiftir.

- Manuel değişkenini kendi gecikmesinden ($manuel_{t-1}$) sonra en çok Ar-Ge ve GDP etkilemektedir. Bu bağlamda manuel değişkenini en çok GDP'nin artırdığı görülürken en çok ise Ar-Ge'nin azalttığı kaydedilmiştir.
- Model tahminine ilişkin genel bilgiler incelendiğinde, modelin genelinin istatistiksel olarak anlamlı (F istatistiği) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Arellano-Bond AR(1) ve AR(2) testlerine göre, hesaplanan istatistik değerleri modelde birinci dereceden otokorelasyon varlığına işaret ederken, ikinci dereceden otokorelasyon olmadığını göstermektedir. Bu aşamada, otokorelasyona ilişkin varsayımların sağlandığı anlaşılmaktadır.
- Hansen testinin sonucuna göre, değişkenlerin dışsal olduğunu ifade edilen temel hipotez reddedilememektedir. Böylelikle, araç değişkenlerde içsellik sorunu görülmemektedir. Fark Hansen testinden elde edilen sonuçlar ise, hem birinci moment koşulunun hem de ikinci moment koşulunun sağlandığını göstermektedir.

4.5.3. Üçüncü Modelin Analiz Sonuçları

Routine (rutin istihdam oranının) değişkeninin bağımlı değişken olarak belirlendiği üçüncü modele ilişkin tahmin sonuçları bu bölümde sergilenmektedir.

Tahminlenen regresyon modelinde içsellik sorunu ile birlikte farklı varyans ve otokorelasyonun da var olması halinde GMM tahmincisi vasıtasıyla elde edilen tahminler etkin sonuçlar sağlamaktadır (Baltagi, 2005; Yerdelen Tatoğlu, 2018). Araştırmanın üçüncü modelinin regresyon tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 4.8'de paylaşılmaktadır.

Tablo 4.8: Üçüncü Modelin Tahmin Sonuçları

Arellano&Bover / Blundell &Bond Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM)				
Bağımlı Değişken Routine				
Regresörler	Katsayı	Std. Hata	t İstatistiği	Olasılık

Routine _{t-1}	0.5799***	0.056476	10.27	0.0000
Ar-Ge	-0.3472*	0.170963	-2.03	0.0530
GDP	0.0358***	0.008766	4.09	0.0000
CPI	-0.0369***	0.01306	-2.83	0.0090
Sec. School	-0.0077**	0.00293	-2.64	0.0140
Sabit Terim	15.1393***	2.495861	6.07	0.0000
Model Bilgileri				
<i>F İstatistiği</i>	16705.40***			
<i>Olasılık (F)</i>	0.0000			
Otokorelasyon Testleri		İstatistik	Olasılık	
<i>Arellano-Bond AR(1) Testi</i>		-2.33***	0.000	
<i>Arellano-Bond AR(2) Testi</i>		-0.38	0.706	
Araç Değişkenlerin Geçerliliği Testleri		İstatistik	Olasılık	
<i>Hansen Testi (Heteroskedastisiteye Dirençli)</i>		17.71	0.542	
Fark Hansen Testleri				
GMM Denklemi		İstatistik	Olasılık	
<i>Birinci Moment Koşulu Testi</i>		15.04	0.375	
<i>İkinci Moment Koşulu Testi</i>		2.67	0.751	
Araç Değişkenler Denklemi		İstatistik	Olasılık	
<i>Birinci Moment Koşulu Testi</i>		15.48	0.417	
<i>İkinci Moment Koşulu Testi</i>		2.23	0.694	

Notlar:

- (i) *, ** ve *** sırasıyla, 0,10, 0,05 ve 0,01 önem seviyelerini ifade etmektedir.
- (ii) İki aşamalı (two step) sistem genelleştirilmiş momentler metodu ile tahminlenmiş ve Windmeijer (2005) dirençli standart hataları üretilmiştir.

Tablo 4.8'den edinilen bulgulara göre,

- Bağımlı değişkenin bir gecikmeli değeri olan routine_{t-1}, Ar-Ge, GDP, CPI ve sec. school değişkenleri routine'yi açıklamakta istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda, diğer değişkenlerin etkileri sabitken routine_{t-1} ve GDP'de meydana gelen 1 birimlik bir artış routine'yi yaklaşık olarak sırasıyla 0.58 ve 0.035 birim arttırmaktadır.
- Yine, diğer değişkenlerin etkileri sabitken Ar-Ge, CPI ve sec. school değişkenlerinde meydana gelen 1 birimlik bir artış ise routine'yi yaklaşık olarak

sırasıyla 0.35; 0.04 ve 0.001 birim azaltmaktadır. Bu aşamada, routine değişkeni üzerinde, kendi gecikmesinden sonra ($routine_{t-1}$), en artırıcı etkinin GDP tarafından sağlandığı ve en azaltıcı etki yaratan değişkenin ise Ar-Ge olduğu kaydedilmiştir.

- F istatistiği, modelin genelinin istatistiksel olarak anlamlılığını belirtmektedir. Arellano-Bond AR(1) ve AR(2) testleri, modelde birinci dereceden otokorelasyon olduğuna işaret ederken, ikinci dereceden otokorelasyon olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, otokorelasyon ile alakalı varsayımlar sağlanmaktadır.
- Hansen testinden edinilen sonuçlar, değişkenlerin dışsal olduğunu ifade ederken Fark Hansen testinden sağlanan sonuçlar ise birinci ve ikinci moment koşulunun sağlandığını göstermektedir.

Bu analizde, Goos, Manning ve Salomons (2014) tarafından hesaplanan rutin yoğunluk endeksi doğrultusunda, dijitalleşmenin artmasıyla birlikte teknolojik ilerlemenin bilişsel, manuel ve rutin istihdam oranları üzerindeki etkisi AB ülkeleri bazında incelenmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara paralel olarak Autor, Levy ve Murnane (2003), Autor, Katz ve Kearney (2006), Autor ve Dorn (2013), Goos, Manning ve Salomons(2014), bu çalışma sonucunda; teknolojik gelişmenin bilişsel istihdam oranlarını arttırdığı, rutin istihdam oranlarını ise azalttığı tespit edilmiştir.

Dijital çağın ilerlemesiyle özellikle 2000’li yıllar sonrasında önemini arttıran Avrupa Birliği dijitalleşme sürecinin iş gücü piyasalarına ilişkin yarattığı kutuplaşma olgusu bu çalışmada gerçekleştirilen analiz ile ortaya koyulmuştur. 27 Avrupa Birliği ülkesine ilişkin veriler ile gerçekleştirilen analiz sonucunda; dijitalleşmenin iş gücüne etkisiyle birlikte, rutin istihdam oranı azalıp, bilişsel istihdamı oranı artmaktadır ve bu durum iş gücü kutuplaşmasına neden olduğu tespit edilmiştir.



SONUÇ

Sanayi devrimlerinin her biri beraberinde getirdiği yeni bir keşif ile birlikte teknolojik ilerlemenin önünü açan köklü değişimler yaratmıştır. 1970’li yıllardan itibaren üçüncü sanayi devriminin temel unsuru olan otomasyon teknolojilerinin her alanda kullanılmasıyla dijitalleşmenin temelleri atılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimlerinin gelişim süreci karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. 2000’li yıllar itibariyle kullanılmaya başlanan yapay zeka, makine öğrenimi, üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, çok yönlü sistem entegrasyonu, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, blok zinciri teknolojisi başlıkları altında dijitalleşmenin

katalizörü olan ve geleceği şekillendirecek dördüncü sanayi devrimi teknolojileri özetlenmiştir. Dördüncü sanayi devrimi teknolojilerinin toplumsal yaşam ve insan odaklı kullanılmasını hedefleyen Toplum 5.0'ın Sanayi 4.0 ile karşılaştırması yapıldığında Toplum 5.0'ın insan odaklı, Sanayi 4.0'ın üretim odaklı olduğu görülmektedir.

İkinci bölümde öncelikle sanayi devrimlerinin toplumların yapısı üzerine etkisi özetlenmektedir. Toplumların yapısı sanayi devriminin başladığı dönemlerde sanayi toplumu olarak adlandırılmakta olup, dijitalleşmenin etkisiyle birlikte beşeri sermayenin önem kazandığı temeli bilgiye dayanan bilgi toplumuna dönüşmüştür. Dijital dönüşüm kavramı dijitalleşmeyi kapsamaktadır. Dijitalleşme; otomasyona ilişkin teknolojilerin belli alanlarda kullanılmasını temsil ederken dijital dönüşüm ise dijitalleşmenin bütüne entegrasyonudur. Dijitalleşme pek çok alanda insanlığı etkilemektedir. Dijitalleşmenin sağlık, eğitim, üretim, ticaret, pazarlama, sosyal yaşam, kamu otoritesi ve kuşaklar üzerine etkileri incelenmiş olup yeni teknolojilerin bu alanlarda fayda sağlaması adına altyapı düzenlemesi ve teşviklerin artırılması gerektiği yorumuna ulaşılmıştır. Dijitalleşme ile birlikte yeni nesil üretim modelleri kullanılarak sabit ve değişken maliyetler azaltılıp sürdürülebilir sermaye birikimi ile iş gücü verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Fiziksel emek; teknolojik gelişmeler ile birlikte kas gücünden enformasyon teknolojilerine dönüşerek nitelikli emek ile ikame edilmiştir.

Birinci sanayi devrimi ile ortaya çıkan mavi yakalı kavramı ikinci ve üçüncü sanayi devrimi ile makineleşmenin artmasıyla birlikte yerini beyaz yakalı işçilere bırakmıştır. Dijitalleşme sürecinin hız kazanmasıyla değişen iş yapış şekilleri de beyaz yakalının güvencesiz işçi sınıfına dahil edilerek prekaryalaşmasına neden olmuştur. Günümüzde yapay zeka ve robotların iş gücünde kullanılması dijital yaka terimi ile ifade edilmeye başlanmıştır. Pandemi sürecinde dijitalleşmede yaşanan ivme ile birlikte üretim, eğitim ve sosyal yaşamın pek çok aşamasında yapay zeka ve robot kullanımı dijital teknolojilerin artırılması gereksinimini doğurarak dijital yaka terimine alt yapı oluşturmuştur. Rutin ve otomasyona yatkın meslek grubunun yerini alan yapay zeka ve robot teknolojileri nedeniyle yok olmaya başlayan pek çok meslek grubu vardır. Buna

karşı adını yeni duymaya başladığımız veri analisti, dijital içerik üreticisi, oyun tasarımcısı, robot mühendisliği, 3D mühendisliği, yapay zeka uzmanlığı gibi pek çok meslek grubu ortaya çıkmıştır. İstihdam alanlarının değişimi ile birlikte iş gücünde çalışanların sahip olması gereken yetkinlikler revize edilmiştir. Geleceğin iş gücünde öne çıkan mesleki yetkinliklerin başında analitik düşünme, yaratıcılık, liderlik, teknoloji kullanımı, duygusal zeka gelmektedir.

Klasik ekol teknolojiyi dışsal bir kavram olarak kabul etmiştir. İktisadın bilim niteliğinde kabul edilmesinin kurucusu olarak kabul edilen klasik iktisadın ilk temsilcisi Adam Smith'in teorisini ortaya attığı dönem sanayi devriminin başlangıç yıllarıdır. Smith teknolojinin iş gücüne etkisine ilişkin belirgin açıklamalar yapmamış olsa da, teknolojik değişimin işin kalitesi üzerine etkisini iş bölümü teorisi üzerinden açıklayarak işlerin fabrikalara taşınmasıyla niteliğinin azalacağını belirtmiştir. Teknolojik gelişmelerin iş gücüne yansımaları konusuna ilişkin öne çıkan ilk yaklaşım David Ricardo'ya aittir. Ricardo, makineleşmeyle birlikte sermaye ve emek ikamesinin gerçekleşeceğini ancak makineler insanlar tarafından kullanıldığından makine kullanımı ve bakımı için işçilere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamıştır.

Keynes, 1930 yılında "Economic Possibilities for Children / Torunlarımızın Ekonomik Olanakları" adlı makalesinde emek kullanımından tasarruf hızının yeni iş alanları bulma hızını aşması durumunda ortaya çıkması olarak tanımladığı "teknolojik işsizlik" kavramını öne sürerek bunun geçici bir adaptasyon süreci olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca insanların çalışma süresinin kısılacağını ve bu durumda da boş zamanın çalışma ile ikamesinin gerçekleşeceğini savunmuştur. Keynes'in bu tezi günümüzde dijitalleşmenin etkisinin iş gücüne etkisi çerçevesinde değerlendirilebilecek esnek çalışma saatleri ve yeni iş modelleri sayesinde tekrar gündeme gelmiştir ve tartışılmaktadır. Keynes'i bölüşüm sorununa değinmemekle eleştiren Robert Solow ise; üretimin bütününün robotlar tarafından yapıldığı bir toplumda işçilerin payının azaldığını, sermaye sahiplerinin ön plana geçtiğini açıklamıştır. Karl Marx ise teknolojinin mal fiyatlarını ucuzlatacağını, işçilerin çalışma süresini azaltarak artı değer sağlayacağını

savunmuştur. Teknolojik gelişime farklı yaklaşımlar sergileyen Marx, “makineler üzerine” başlıklı kitap bölümünde teknolojinin üretim gücünü ele geçireceğini ve ölmeyecek bir iş gücünün beyin gücü olduğunu vurgulamaktadır. 19. yüzyıl başında geçimlerinin çoğunu dokuma tezgahları, tekstil sanayisi ile sağlayan luddistler sanayileşme ile birlikte fabrikaların kurulması, makinelerin artmasıyla işlerini kaybetme endişesi nedeniyle tarihte “ludizm” olarak bilinen teknoloji karşıtı eylemlerde bulunmuşlardır.

1913’te Henry Ford tarafından ortaya atılan “fordist üretim” ya da “T model” olarak da adlandırılan üretim bandı modeli; üretimin her bir aşamasında ayrı işçi grubunun çalışmasına olanak sağlamış, vasıfsız işçi grubunun istihdam alanını genişleterek alt ve orta sınıfın istihdamdaki payını arttırmıştır. 1970’lerde fordizmin krize girmesiyle “esnek üretim sistemi”, “post fordizm” olarak adlandırılan kişiye özel talepleri karşılamaya yönelik üretim gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Post-Fordizm ile birlikte yeni teknolojiler ile üretim daha esnek hale gelmiş, sürekli tekrar eden, rutin işleri gerçekleştiren iş gücüne talep azalmış, bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilen bilişsel iş gücüne olan talep artmıştır.

Teknolojik gelişmeyi dışsal bir değişken olarak kabul eden Ricardo’nun aksine teknolojiyi içsel bir değişken olarak kabul ederek yenilik ve girişimcilik kavramları üzerinde duran Shumpeter ise “yaratıcı yıkım” felsefesiyle teknolojik gelişmelerin inovasyona neden olarak eski teknolojilerin yerini alacağını ve ekonomik ilerlemeyi sağlayacağını özetlemiştir.

Dijitalleşmenin iş gücünde kullanılmasına ilişkin rutin, manuel, otomasyona yatkın işlerin robotlar ve yapay zeka tarafından yapılmasıyla orta vasıflı iş gücünün ikame edildiği, yüksek ve düşük vasıflı iş gücünün ise tamamlandığı ortaya çıkmaktadır. Bu durum iş gücünde kutuplaşmaya neden olmaktadır. Günümüzde dijitalleşme sürecinde yaşanan ivme nedeniyle dijitalleşmenin iş gücü piyasalarına etkileri tartışılmaktadır. Bu çalışmada; Beceri/Vasıf Yanlı Teknolojik Değişim hipotezi (SBTC), Sermaye Beceri Tamamlayıcılığı hipotezi (CSC) ve Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim hipotezi (RBTC) incelenmiştir. Beceriye ilişkin yetkinliklerin ücret ve eğitim seviyesiyle

ölçüldüğü iş gücü kutuplaşmasını özetleyen SBTC teorisi; gelişen teknolojilerin yüksek becerili iş gücünü tamamlayıp, düşük becerili iş gücünün yerine geçeceğini açıklamaktadır. Katz, Autor ve Kruger (1998) tarafından üretim fonksiyonu ile tanımlanan bu teori Acemoğlu ve Autor (2011) tarafından beceriyi yalnızca eğitim ve ücret ile ilişkilendirmesi, teknolojiyi dışsal bir faktör olarak kabul etmesi hususunda eleştirilmiştir.

Kursell ve diğerleri (2000) üretimde sermayenin rolünün teknolojik gelişme ile birlikte arttığını ve sermayenin vasıfsız emeği ikame ettiği Sermaye Beceri Tamamlayıcılığı (CSC) teorisini öne sürmüşlerdir. Beceri ve meslek ayrımının gözetilmediği SBTC ve CSC modelleri teknolojik gelişmenin iş gücü piyasasına etkisinin tam olarak açıklanamadığı hususunda eleştirilmektedir. Teknolojiyi içsel olarak kabul eden, beceri ve görev ayrımını gözetilen RBTC hipotezinde; teknolojinin rutin görevlerin ikamesi, bilişsel görevlerin ise tamamlayıcısı olduğu ileri sürülmektedir (Autor vd., 2003; Acemoğlu ve Autor, 2011; Goos, Manning ve Salomons, 2014). Bu çalışmanın amacı Dijitalleşme sürecinin Avrupa Birliği ülkelerinin iş gücü üzerindeki etkisini ölçmektir. Analiz kısmı öncesinde üçüncü bölümde Avrupa Birliği ülkelerinin dijitalleşme süreci incelenmiştir. WEF 2020’de Küresel Rekabet Endeksi’ne göre AB ülkelerinden İsveç, Hollanda, Finlandiya, Estonya, Danimarka ve Almanya’nın dijitalleşmeye ilişkin göstergelerde ilk on sırada yer aldığı görülmüştür. AB dijitalleşme stratejileri kapsamında Dijital Tek Pazar, Avrupa 2030 Dijital Pusulası altında dijitalleşmeye yönelik stratejiler ve politikalar belirlenmiştir. AB istihdam alanlarında ise dijitalleşmede yaşanan gelişmeler ile birlikte son on beş yılda bilgi işlem teknolojilerine kayma yaşanmıştır. 2014 yılından bu yana AB üyesi olan ve olmayan ülkelerin bağlantı, dijital beceriler, dijital teknoloji entegrasyonu ve dijital kamu hizmetleri/e-devlet olarak performansını değerlendiren DESI endeksine göre; AB ülkelerinin geneli değerlendirildiğinde en fazla dijitalleşme alanı kamu hizmetleri/e-devlet alanını kapsamaktadır, en az dijitalleşen alan ise dijital teknolojilerin entegrasyonudur. AB tarafından dijital teknoloji entegrasyonunun sağlanması amacıyla yürütülen pek çok strateji mevcuttur.

Çalışmanın analiz bölümünde Avrupa Birliği ülkelerinin mesleki kollara göre istihdam oranlarının dijitalleşme ile ilişkisi Rutin/Görev Yanlı Teknolojik Değişim (Routine Biased Technical Change - RBTC) hipotezi doğrultusunda bağımlı değişkeni bilişsel, manuel ve rutin istihdam oranları olan üç ayrı model için panel veri metodu ile değerlendirmektedir. Çalışmanın sonucu literatürde yer alan teknolojik gelişmelerin iş gücüne etkisini yorumlayan çalışmalar (Autor vd., 2003; Goos vd., 2014; Fernández-Macías ve Hurley, 2017; Piva ve Vivarelli, 2018) doğrultusunda dijitalleşme ile birlikte artan teknolojik gelişmelerin Avrupa Birliği ülkeleri istihdamının rutin işlerden bilişsel işlere kaydığını göstermektedir.

Birinci modelde bilişsel (cognitive) istihdam oranı ile Ar-Ge harcamaları arasında pozitif yönlü güçlü ilişki tespit edilmiştir. Dijitalleşme sonucu teknolojiye yapılan harcamaların artmasıyla bilişsel istihdam oranı artmaktadır. Bu sonuç teknolojinin, bilişsel görevlerin yoğun olduğu mesleklerde tamamlayıcı bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Analiz yapılan ülkelerde teknolojiye yapılan harcamalar arttıkça bilişsel mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payının arttığı gözlenmektedir. Goos vd. (2014) çalışmasının sınıflandırmasını baz alan EK1 ve EK2’de ISCO08 / ISCO088 meslek grubu sınıflandırmasına göre bilişsel meslek grupları (İdari, ticari, ürün ve hizmet müdürleri, fen ve mühendislik ile ilgili profesyonel meslekler, sağlıkla ilgili profesyonel meslekler, yasal, sosyal ve kültürel alanlardaki profesyonel meslekler vb.) dijitalleşmenin teknolojiye etkisiyle istihdamda ağırlıklarını arttırmıştır.

İkinci modelde manuel istihdam oranı ile Ar-Ge harcamaları arasında negatif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalarda manuel istihdam oranına ilişkin net tespitler bulunmamakla beraber, bu çalışmada ortaya konulan analiz sonucuna göre teknolojinin etkisi ile birlikte manuel meslek gruplarının istihdam içerisindeki payı azalmaktadır. Bu doğrultuda EK1 ve EK2’de ISCO08 / ISCO088 meslek grubu sınıflandırmasına göre manuel meslek gruplarının (Sürücüler ve makine operatörleri, temizlik işlerinde çalışanlar, satış ve hizmet ile ilgili nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar, satış elemanları vb.) teknolojinin etkisi ile istihdamda ağırlığı

azalmaktadır. Dijitalleşme teknolojilerinden yapay zeka, üç boyutlu yazıcılar, satış ve hizmet sektöründe yer almaya başlayan robotlar bu meslek grubunu ikame etmektedir.

Üçüncü modelde rutin istihdam oranı ile Ar-Ge harcamaları arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmaları destekler nitelikte bir sonuç elde edilmiştir. Teknolojik gelişmeler; EK1 ve EK2’de ISCO08 / ISCO088 meslek grubu sınıflandırmasına göre rutin meslek gruplarını (müşteri hizmetleri çalışanları, makine operatörleri, metal, makine işleri ile ilgili çalışanlar, montaj elemanları, kasiyerler vb.) ikame etmektedir.

Özetle bu çalışmada panel veri analizi sonucunda, teknolojiye yapılan yatırımların bilişsel mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payını arttırdığı, rutin ve manuel mesleklerin toplam istihdam içerisindeki payını ise azalttığı görülmektedir. Modellerin değişkenleri arasındaki potansiyel içsellik göz önüne alarak dinamik model üzerinden sistem GMM tahmincisi ile elde edilen panel veri analiz sonuçları rutin yanlı teknolojik değişim hipotezinin ortaya attığı iş gücü kutuplaşması olgusunun Avrupa Birliği ülkeleri için geçerli olduğunu daha önce literatürde kullanılmamış bir yöntem ile desteklemektedir. Avrupa Birliği ülkeleri için Ar-Ge harcamalarının artması iş gücü kutuplaşmasına neden olmaktadır. Goos Manning ve Salomons’un (2014) çalışmasının da temel aldığı rutin yanlı teknolojik değişim hipotezinin ön gördüğü şekilde teknoloji; rutin meslekler için ikame, bilişsel meslekler için tamamlayıcı bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum dijitalleşen dünyada rutin mesleklerin kaybolma tehlikesi ile karşı karşıya olduğunu ve bu mesleklerde çalışanların işsizlik, yoksulluk gibi ekonomik sonuçlar ile yüz yüze kalacaklarını ima etmektedir. Bu yüzden, Avrupa Birliği ülkelerinde rutin meslek gruplarına ilişkin strateji ve politika alanları belirlenmelidir. Geleceğin iş gücünün daha yüksek bilişsel görevleri yürüteceği dijitalleşmeye ilişkin yayınlanan raporlar ile de desteklenmektedir (WEF, 2016:13). Gelişen ve dijitalleşen dünyada Avrupa Birliği özelinde yapılan analizin, tüm dünyada geçerlilik göstereceği beklentisi içerisinde olmak yanlış olmayacaktır.



KAYNAKÇA

Acemoglu, Daron:	“Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality”, Quarterly Journal of Economics , Vol.:113, Issue:4, 1998, pp. 1055–1089.
Acemoglu, Daron, David Autor:	"Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings." Handbook of Labor Economics , Vol.:4, 2011, pp. 1043-1171.
Acılioğlu, İnan, Nisa Nur Kaya:	Beyaz Yakalı’nın Dijital Yakalı’ya Dönüşümü , Ankara, Elma Yayınevi, 1. bs, 2021.

Aguilera, Andrés, María Gabriela Ramos Barrera:	"Technological unemployment: An approximation to the Latin American case", AD-minister , Vol.:29, 2016, pp. 58-78.
Akaev, Askar A., Victor Antonovich, Sadovnichii:	"The human component as a determining factor of labor productivity in the digital economy", Studies on Russian Economic Development Vol.:32, Issue:1, 2021, pp. 29-36.
Akgündüz, Devrim ve Canan Mesutoğlu:	"Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi", (Çevrimiçi) https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10580-mesleki-ve-teknik-liselerde-sanayi-4-0-i-cin-stem-egitimiz , 20.06.2020
Aksakal, Nihan Yavuz, Beliz Ülgen:	"Yapay Zekâ ve Geleceğin Meslekleri", TRT Akademi , Cilt:6, Sayı:13, 2021, pp. 834-853.
Akses, Selen:	"AB’de Dijital Tek Pazar’ın Oluşturulmasına Doğru", İktisadi Kalkınma Vakfı , Sayı:133, 2015.
Aksoy, Suat:	"Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0’ı anlamaya dair bir giriş", Sosyal Araştırma Vakfı Katkı, Sayı: 4, 2017, s. 34-44.
Aksu, Halil:	Dijitopya: Dijital Dönüşüm Yolculuk Rehberi , Ankara, Pusula, 2019.
Alçın, Sinan:	Teknolojik Determinist Kalkınma Aracı Olarak Teknoekonomi Politikaları , İstanbul, Tarem Yayıncılık, 2010.
Alçın, Sinan:	"Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", Journal of Life Economics , Cilt:3, Sayı: 2, 2016, s. 19-30.

Alp, Beyzanur, Mustafa Soba, Mustafa Bayhan:	“Endstri 4.0 Vizyonunda İstihdam ve Girişimcilik”, IV Uluslararası Girişimcilik İstihdam ve Kariyer Kongresi Bildiriler, 2019 Kitabı, (Çevrimiçi) http://gik.mu.edu.tr/Belgeler/31/31/4_G%C4%B0K%20C%C4%B0LT%201%2013_12_2019.pdf , 20.07.2021
Anderson, Theodore Wilbur, Cheng Hsiao:	"Formulation and estimation of dynamic models using panel data", Journal of Econometrics , Vol.:18, Issue:1, 1982, pp. 47-82.
Ardıç, Kaya, Yılmaz Aydın:	İktisat okulları ve emek piyasası , İstanbul, Derin Yayınları, 2011.
Ardor, Hakan, Serdar Varlık:	"David Ricardo ile Joseph Alois Schumpeter'in Teknolojik Gelişme Kuramlarının Karşılaştırılması", Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , Cilt:2, Sayı:2, 2009, s. 15-40.
Arellano, Manuel, Stephen Bond:	"Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations", The Review of Economic Studies , Vol.:58, Issue:2, 1991, pp. 277-297.
Arellano, Manuel, Olympia Bover:	"Another look at the instrumental variable estimation of error-components models", Journal of econometrics , Vol.:68, Issue:1, 1995, pp. 29-51.
Arslan Olcay, Ceran, Özlem Genç:	“Dijital Ekonomi: Kavram, Tanım Ve Ölçümü Üzerine Bir Değerlendirme”, International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal , Vol.:7, Issue:49, 2021, pp. 2238-2247.
Arslan, Ramazan, Havanur Ergün:	"John Hicks'e Göre Tarım Merkantilizminden Sanayi Devrimine Emeğin Evrimi", Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi , Cilt:1, Sayı:1, 2012, s: 117-126.

Ata, Volkan, Sinem Ucal Çepni:	"Avrupa'da Modüler ECVET Sistemi'nin Geliştirilmesi ve Test Edilmesi (ECVET) Projesi", Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi , Sayı: 37, s. 1-15.
Atasoy, Fahri:	"Kültürler üzerinde bilişim devriminin etkileri", Modern Türklük Araştırmaları Dergisi , Cilt:4, Sayı:2, 2007, s. 163-178.
Autor, David H., Lawrence F. Katz, Alan B. Krueger:	"Computing inequality: have computers changed the labor market?", The Quarterly Journal of Economics , Vol.:113, Issue:4, 1998, pp. 1169-1213.
Autor, David H., Frank Levy, Richard J. Murnane:	"The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration", The Quarterly Journal of Economics , Vol.:118, Issue:4, 2003, pp. 1279-1333.
Autor, David H., Lawrence F. Katz, Melissa S. Kearney:	"The polarization of the US labor market", American Economic Review , Vol.:96, Issue:2, 2006, pp. 189-194.
Autor, David H.:	The Polarisation of the US Labour Market: Evidence, Explanations and Implications for Higher Education , Cambridge, MA, MIT Press, 2007.
Autor, David H., Lawrence F. Katz, Melissa S. Kearney:	"Trends in US wage inequality: Revising the revisionists", The Review of Economics and Statistics , Vol.:90, Issue:2, 2008, pp. 300-323.
Autor, David H., David Dorn:	"The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market", American Economic Review , Vol.:103, Issue:5, 2013, pp. 1553-1597.

Ayboğa, Mehmet Hanifi, Levent Görmüş:	“Endüstri 4.0 – Türkiye’nin Durumu ve Yapılması Gerekenler”, Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi , Sayı:17, 2022, s. 82-98.
Aydemir, Halit:	"Sanayi 4.0 ve Türkiye ekonomisi açısından etkileri", Sosyoekonomi , Cilt:26, Sayı:36, 2018, s. 253-261.
Baltagi, Badi Hani:	Econometric analysis of panel data , Vol.:4, Chichester, John Wiley & Sons, 2008.
Banger, Gürcan:	Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi , Ankara, Dorlion Yayınları, 2018.
Başol, Oğuz, Esin Cumhuri Yalçın:	"How does the digital economy and society index (DESI) affect labor market indicators in EU countries?", Human Systems Management , Vol.:40, Issue:4, 2021, pp. 503-512.
Baytun, İnci Duygu, Ayşen Özerem:	"Teknolojik Determinizm Kavramı Kısacasında Eğitim", International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE) , Vol.:1, Issue:4, 2012, s.45-53.
Bilir, Ertuğrul:	“Beyaz yakalı işçilerin çalışma ilişkilerine bir örnek: İmalat sanayinde mühendisler”, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, 2011.
Blundell, Richard, Stephen Bond:	"Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models", Journal of Econometrics , Vol.:87, Issue:1, 1998, pp. 115-143.
Bogliacino, Francesco, Mario Pianta:	"Innovation and employment: a reinvestigation using revised Pavitt classes", Research Policy , Vol.:39, Issue:6, 2010, pp. 799-809.

Bogliacino, Francesco, Mariacristina Piva, Marco Vivarelli:	"R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata.", Economics Letters , Vol.:116, Issue:1, 2012, pp. 56-59.
Bogliacino, Francesco:	"Innovation and employment: A firm level analysis with European R&D Scoreboard data", EconomiA , Vol.:15, Issue:2, 2014, pp. 141-154.
Boratav, Korkut:	İstanbul ve Anadolu'dan Sınıf Profilleri , 2. bs., Ankara, İmge Kitabevi, 2004.
Breau, Sébastien, Dieter F. Kogler, Kenyon C. Bolton:	"On the Relationship between Innovation and Wage Inequality: New Evidence from Canadian Cities", Economic Geography , Vol.:90, Issue:4, 2014, pp. 351-373.
BTK:	"Toplum 5.0 araştırma raporu", (Çevrimiçi) https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/toplum-5-0-arastirma-raporu.pdf , 11.10. 2021.
Bulut, Ela, Taner Akçacı:	"Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında türkiye analizi", ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi , Cilt:4, Sayı:7, 2017, s. 55-77.
Bulut, Ela, Aslı Yenipazarlı:	Endüstri 4.0 ve Teknolojinin İstihdam Üzerindeki Etkisi, Panel Veri Analizi", Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies , Vol.:7, Issue:2, 2020, pp. 15-35.
Bulut, Ergin, Michael A. Peters:	Bilişsel Kapitalizm, Eğitim ve Dijital Emek, Ankara, Nota Bene Yayınları, 2014.

Buyruk, Halil:	"Gelişen teknolojiler, değişen iş gücü nitelikleri ve eğitim", OPUS International Journal of Society Research , Vol.:8, Issue:14, 2018, pp. 599-632.
Büyükcuslu, Ali Rıza:	Dijital dönüşüm , İstanbul, Der Yayınları, 2018.
Cang, Yuqing:	"A Deep Dive into Technological Unemployment: A State-Level Analysis on the Employment Effect of Technological Innovations", (Çevrimiçi) https://core.ac.uk/download/pdf/84114225.pdf , 12.09.2021.
Cengiz, Sibel, Afşin Şahin:	"Teknolojik İlerlemenin İstihdam Yaratmadaki Rolü ve Önemi: Türkiye Örneği", Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi , Cilt:1, Sayı:45, 2020, s. 160-172.
Çağatay, Hasan:	"Yapay Zekâ ve Tekillik: Teknolojik Tekillik Bize Ne Kadar Yakın ve Neden Önemli?", MetaZihin: Yapay Zeka ve Zihin Felsefesi Dergisi , Cilt:2, Sayı:2, 2019, s. 231-242.
Çakır, Nisan Nur:	"Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği", Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges) , Vol.:8, Issue:2, 2018, pp. 97-105.
Çark, Özgür:	"Dijital dönüşümün iş gücü ve meslekler üzerindeki etkileri", International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries , Cilt:4, Sayı:1, 2020, pp. 19-34.
Çelik, Neslihan:	"Beceri Yanlı Teknolojik Değişme Yaklaşımı ve Gelişmiş Ülkelerde İşgücü Talebi", Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi , Cilt:8, Sayı:3, 2008.

Çetinkaya, Kübra:	“X, Y, Z, Alfa Kuşağı...Peki Ya Ötesi?”, (Çevrimiçi), https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/x-y-z-kusagi-peki-ya-otesi , 20.10.2021.
Dağtaş, Banu:	"Enformasyon toplumu ve sınıf kavramı", Kurgu Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli İletişim Dergisi , Cilt:12, Sayı:12, 1993, s. 33-40.
Dağlı, İbrahim, Levent Kösekahyaoğlu:	"Bilim ve Teknoloji Politikaları Bağlamında Teknoloji-İşsizlik İlişkisi: Ampirik Bir İnceleme", Yaşar Üniversitesi E-Dergisi , Cilt:16, Sayı:63, 2021, s. 1237-1255.
Dam, Metin M.:	Teknolojinin İşsizlik Üzerine Etkisi: OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi. Aydın İktisat Fakültesi, 2016, Eurefe , s.985-1002.
Das, Mitali, Benjamin Hilgenstock:	The exposure to routinization: Labor market implications for developed and developing economies. International Monetary Fund , 2018.
Davutoğlu, Naci, Birol Akgül, Erşan Yıldız:	"İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak", Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi , Sayı: 52, 2017, ss. 544-567.
Davutoğlu, Naci Atalay:	"Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel Ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi", Management and Political Sciences Review , Vol.:2, Issue.1, 2020, pp. 176-194.
Demir, Caner:	“Sanayi 4.0: Yakın Geleceğin Sanayi Devrimleri”, Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi , Burcu Türkcan ve Utku Akseki (Ed.), Ankara, Orion Kitabevi, 2019, s. 59- 80.
Deneçli, Ceyda, Sevda Deneçli:	"Nabza göre şerbet, kuşağa göre etkinlik: Eğlencenin pazarlanması ve kuşaklar", Pi dergisi , Sayı: 40, 2012, s. 29-33.

Doğanay, Sertaç:	“Teknoloji İletişimi Nedir? Toplum 5.0 nedir?”, (Çevrimiçi) https://www.youtube.com/watch?v=wOV9DOiv3I4 , 06.07.2020.
Doğru, Burcu, Oytun Meçik:	"Türkiye’de Endüstri 4.0’in İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 23. Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, 2018, s. 1581-1606.
Dura, Cihan:	Bilgi Toplumu , Ankara, TC Kültür Bakanlığı Yayınları, 1990.
Durmaz, Fatih.	“Endüstriyel robot kullanımının işsizlik ve istihdam üzerindeki etkisi: Manisa örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, 2019.
Dündar, Abbas:	“Dijital Dönüşümde Başarı”, Dijital Dönüşüm , Gonca Telli ve Samet Aydın (Ed.), İstanbul, Maltepe Üniversitesi Yayınları, 2020, s. 111-115.
Efeoğlu, Rabia, Eda Bozkurt.	“Sanayi 4.0 ve İşgücü Piyasasına Etkisi”, (Çevrimiçi) sanayi-40-ve- isgucu-piyasasına-etkisi.pdf (ulk.ist) , 13.09.2021.
Eğilmez, Mahfi:	Tarihsel Süreç İçinde Dünya Ekonomisi , İstanbul, Remzi Kitabevi, 2018.
Eğilmez, Mahfi:	“Endüstri 4.0”, Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi , Sayı:15, 2018, s. 264-265.
Ekinci, Melek:	Dijital Emek ve Yabancılaşma , İstanbul, Urzeni Yayıncılık, 2020.
Europass:	“Europass ve Ulusal Europass Merkezi Faaliyetleri, (Çevrimiçi) https://europass.gov.tr/europass-hakk-nda/europass-hakkinda.html , 20.08.2022

European Commission:	2016-2018 yılları arasındaki DESI verileri, (Çevrimiçi) https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/indicators#desi-overall-index , 05.01.2021.
Evangelista, Rinaldo, Paolo Guerrieri, Valentina Meliciani:	“The economic impact of digital technologies in Europe”, Economics of Innovation and New Technology , Vol.:23, Issue:8, 2014, pp. 802-824.
Evren, Bahadır Burak:	“Kurumsal Kültürün Dijital Dönüşümü”, Dijital Dönüşüm , Gonca Telli ve Samet Aydın (Ed.), İstanbul, Maltepe Üniversitesi Yayınları, 2020, s. 161-183.
Feldmann, Horst:	“Technological unemployment in industrial countries”, Journal of Evolutionary Economics , Vol.:23, Issue:5, 2013, pp. 1099-1126.
Fernández-Macías, Enrique, John Hurley:	“Routine-biased technical change and job polarization in Europe”, <i>Socio-Economic Review</i> , Vol.:15, Issue:3, 2017, pp. 563-585.
Fırat, Oktay Zihni, Seniye Ümit Fırat:	“Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi , Cilt:46, Sayı:2, 2017, s. 211-223.
Fikirli, Özlem, Ahmet Kibar Çetin:	“İktisadi Doktrinde Schumpeteryan Yaratıcı Yıkımdan Yaratıcı Birikime”, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi , Cilt:6, Sayı:1, 2017, s. 27-64.
Frey, Carl Benedikt, Michael A. Osborne:	“The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?”, (Çevrimiçi) /Users/michaelosborne/Documents/Research/future_of_employment_paper/old/.texpadtmp/future_of_employment_18.dvi(ox.ac.uk) , 10.03.2021.

Fuchs, Christian:	Dijital Emek ve Karl Marks , Çev. Senem Oğuz, Tahir Emre Kalaycı, Ankara, Notabene Yayınları, 2015.
Gencer, Tahir Emre, Mehmet Can Aktan:	"Dijitalleşen çağda ve toplumda değişen ihtiyaçlar ve sorunlar: E-sosyal hizmet (Sosyal hizmet 2.0) gereksinimi", Toplum ve Sosyal Hizmet , Cilt:32, Sayı:3, 2021, s. 1143-1175.
Gerçek, Alper:	"Toplum 5.0", (Çevrimiçi) https://www.isbirligi.com.tr/acaba-toplum-5-0-mi/ , 15.06.2020.
Goldin, Claudia, Lawrence F. Katz:	"The race between education and technology: the evolution of US educational wage differentials, 1890 to 2005." (Çevrimiçi), https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=975925 , 16.10.2020.
González, Javier López, Janos Ferencz:	"Digital trade and market openness." (Çevrimiçi), https://www.researchgate.net/publication/328601819_Digital_Trade_and_Market_Openness , 20.05.2020.
Goos, Maarten, Alan Manning:	"Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain", The Review of Economics and Statistics , Vol.:89, Issue:1, 2007, pp. 118-133.
Goos, Maarten, Alan Manning, Anna Salomons:	"Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring", American Economic Review , Vol.:104, Issue:8, 2014, pp. 2509-26.
Goos, Maarten:	"The impact of technological progress on labour markets: policy challenges", Oxford Review of Economic Policy , Vol.:34, Issue:3, 2018, pp. 362-375.

Gökpınar, Seher:	“Blok Zinciri Teknolojisinin Geleceği: Kripto Para Birimleri Ve Ötesi”, Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , Sayı:28, 2021, s. 211-231.
Greene, William H.:	Econometric Analysis , Harlow, Pearson, 2012.
Gregory, Terry, Anna Salomons, Ulrich Zierahn:	“Racing with or against the machine? Evidence from Europe.” (Çevrimiçi), https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16053.pdf , 21.12.2021.
Greve, Bent:	“The digital economy and the future of European welfare states”, International Social Security Review , Vol.:72, Issue:3, 2019, pp. 79-94.
Gümüş, Arife:	“Geleceğin eğitiminde yeni öğretmen becerileri”, (Çevrimiçi) https://ilke.org.tr/images/yayin/pdf/analiz_raporu_4_BASKI.pdf , 10.05.2021
Günay, Durmuş:	“Sanayi ve sanayi tarihi”, Mimar ve Mühendis Dergisi , Sayı: 31, 2002, s. 8-14.
Günaydın, Gökhan:	“Smith, Ricardo ve Marx İktisadında tarım (emek değer ve rant teorisi yaklaşımları bağlamında)”, Mülkiye Dergisi , Cilt:33, Sayı:262, 2009, ss. 345-362.
Gür, Nurullah, Sadık Ünal, Şerif Dilek:	Sanayiye Yeniden Düşünmek , İstanbul, Seta Yayınları, 2018.
Gürel, Müberra:	Dijital Kehanet , İstanbul, Destek Yayınları, 2017.
Gürün, Fethi:	“Endüstri 4.0 ve beşeri sermayenin geleceği”, Journal of Social Policy Conferences , Sayı:76, 2019, s: 67-88.

Gürz, Uğurcan:	“İngiltere’de Sanayi Devrimi”, (Çevrimiçi) https://www.yenisayi.com/ingilteredesanayi-devrimi , 25.11.2019
Harrison, Rupert, Jordi Jaumandreu, Jacques Mairesse ve Bettina Peters:	“Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries.”, International Journal of Industrial Organization , Issue:35, 2014, pp. 29-43.
Hatipoğlu, Lütfiye:	Avrupa Birliği’nde Beceri Uyumsuzluğu Olgusuna Yaklaşım Perspektifinde Türkiye İş Kurumu için Öneriler , Ankara, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2016.
Hausman, Jerry A., William E. Taylor:	"Panel data and unobservable individual effects", Econometrica: Journal of the Econometric Society , Vol.:49, Issue:6, 1981, pp. 1377-1398.
IFR:	“Endüstriyel Robotların Yıllık Kurulumları”, (Çevrimiçi), https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe , 10.03.2022.
ILO:	“Meslek Kodlarına Göre İstihdam Oranı”, (Çevrimiçi) https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm , 10.05.2021.
İncekara, Ahmet,Selim Demez, Mehmet Akyol:	“Ar-Ge Harcamalarına Yapılan Teşviklerin Etkinliği: Türkiye BRICS Ülkeleri Karşılaştırmalı Analizi”, Journal of Economic Policy Research , Vol.:1, Issue:2, 2014, s: 1-30.
Kabaklarlı, Esra:	Sanayi 4.0 ve Dijital Ekonomi Dünya ve Türkiye Ekonomisi için Fırsatlar ve Tehditler , Ankara, Nobel Bilimsel Eserler Yayınevi, 2019.

Keleş, Suğun Şıvga:	“Avrupa Birliği 2030 Dijital Pusulası”, 2021, İzmir Ticaret Odası, (Çevrimiçi), https://api.izto.org.tr/storage/Documents/original/kIZu mSwB5KQZmpXH.pdf , 03.06.2020.
Kesici, Mehmet Rauf:	Emek Piyasaları , Ankara, Dipnot Yayınları, 2014.
Keynes, John Maynard:	“Torunlarımızın Ekonomik Olanakları”, Keynes’e Dönüş-Torunlarımızın Ekonomik Olanakları , L. Pecchi ve G. Piga (Der.), İstanbul, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayın, 2012.
Kılıç, Sabiha, Reha Metin Alkan:	“Dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri”, Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi , Cilt:2, Sayı:3, 2018, s. 29-49.
Kim, Younjun, Eric Thompson:	“Routine-Biased Technological Change and Declining Employment Rate of Immigrants”, Eastern Economic Journal , Vol.:47, Issue:3, 2021, pp. 319-353.
King, Brett:	Augmented: artırılmış gerçeklik , K.Balaban (Çev.), İstanbul, Maltepe Üniversitesi Yayınları, 2020.
Koca, Didem:	“Sanayi Devrimlerinin Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları”, OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , Cilt:16, Sayı:31, 2020, s. 4531-4558.
Koşar, Arif:	Maddi Olmayan Emek Teorisi , İstanbul, Kor Yayınevi, 2018.
Koşaroğlu, Şerife Merve:	“Bilgi Toplumu ve Bilginin Ekonomik Dönüşümdeki Rolü”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 2012.
Krousie, Courtney:	“Technological unemployment in the United States: A state-level analysis”, Major Themes in Economics , Vol.:20, Issue:1, 2018, pp. 87-101.

Küçükali, Rıdvan, Hüseyin Can Çoşkun:	“Eğitimde dijitalleşme ve yapay zekânın okul yöneticiliğindeki yeri”, Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama , Cilt:4, Sayı:2, 2021, s. 124-135.
Latif, Hasan, Salih Serbest:	“Türkiye’de 2000 Kuşağı ve 2000 Kuşağının İş ve Çalışma Anlayışı”, Gençlik Araştırmaları Dergisi , Sayı:4, 2014, ss.132-163.
Lessig, Lawrence:	Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy , London, Bloomsbury Academic, 2008.
Matuzeviciute, Kristina, Mindaugas Butkus, Akvile Karaliute:	"Do technological innovations affect unemployment? Some empirical evidence from European countries", Economies , Vol.:5, Issue:48, 2017, s. 1-19.
McKinsey &Company:	“İşimizin Geleceği, Dijital Çağda Türkiye’nin Yetenek Dönüşümü”, (Çevrimiçi) McKinsey-Türkiye-Raporu_Ocak-2020.pdf , 10.04.2021.
Mert, Funda:	“Sanayisizleşme ve gelişmekte olan ülkeler açısından durum analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, 2013.
Metin, Selda, Duygu Kızıldağ:	"Kuşakların Kariyer Beklentilerinin Farklılaşması: Otomotiv Sektöründe Bir Araştırma", Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , Cilt:14, Sayı:40, 2017, s. 340-363.
Müsiad:	“Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği. 2017 Lojistik Sektör Raporu. Araştırma Raporları”, (Çevrimiçi) https://www.musiad.org.tr/icerik/yayin-40/pr-17 , 23.08.2020.

Nakamoto, Satoshi:	"Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system." , (Çevrimiçi) https://assets.pubpub.org/d8wct41f/31611263538139.pdf , 05.02.2023.
OECD :	"Thriving in a digital World", (Çevrimiçi) https://doi.org/10.1787/df80bc12-en , 06.06.2020.
O*Net Online:	"Abilities", (Çevrimiçi) https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Abilities/ , 12.10.2021
Özalp, Birsen:	"Beyaz Yakalılar Bir Prekaryalaşma Sürecinde Mi?", İşletme Araştırmaları Dergisi , Cilt:12, Sayı:4, 2020, s. 4396-4412.
Özdoğan, Ogan:	Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarı , 3. bs., Ankara, Pusula Yayıncılık, 2019.
Özışık, Tuğba Begüm Erdil Şahin:	"Endüstri 4.0 teknolojilerinin iş gücü ve işin geleceğine etkileri", Journal of Life Economics , Vol.:9, Issue:2, 2022, pp. 81-96.
Özkalp, Enver, Zerrin Sungur:	"Esnek Üretim Sistemleri ve Post-Fordist Yaklaşımlar", Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , Cilt:13, Sayı:1, 1997, s. 415-430.
Özsoy, Ceyda Erden, Burak Tuğberk Tosunoğlu:	"Endüstri 4.0 ve Gelişmekte olan Ülkelerde İstihdamın Geleceği", Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , Cilt:21, Sayı:4, 2020, s. 1-17.
Öztuna, Barış:	Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ile Çalışma Yaşamının Geleceği , Ankara, Gece Kitaplığı, Ankara, 2017.

Patel, Keyur, Mary Pat McCarthy:	Digital transformation: the essentials of e-business leadership , New York, McGraw-Hill Professional, 2000.
Petekçi, Ahmet Raşit:	"Endüstri 4.0: Fırsat mı Tehlike mi?", Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi , Cilt:1, Sayı:1, 2021, s. 7-15.
Pini, Paolo:	"Economic growth, technological change and employment: empirical evidence for a cumulative growth model with external causation for nine OECD countries: 1960–1990", Structural Change and Economic Dynamics , Vol.:6, Issue:2, 1995, pp. 185-213.
Piva, Mariacristina, Marco Vivarelli:	"Technological change and employment: is Europe ready for the challenge?", Eurasian Business Review , Vol.:8, Issue:1, 2018, pp. 13-32.
Poulakias, Konstantinos:	"Artificial intelligence and job automation: an EU analysis using online job vacancy data", (Çevrimiçi) http://data.europa.eu/doi/10.2801/305373 , 20.06.2022.
Sarı, Tuğba, Burak Yılmaz:	"Sanayi 4.0 Uygulamaları ve Akıllı Fabrikalar", Dijital Dönüşüm , Gonca Telli ve Samet Aydın (Ed.), İstanbul, Maltepe Üniversitesi Yayınları, 2020, s. 275-292.
Savuk, Fatih:	"Teknolojinin emek kullanımı üzerindeki etkisi ve teknoloji-işsizlik ilişkisi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2014.
Sayar, Mahmut , Hilmi Yüksel:	"Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü", Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi , 10, 2, 2018, s. 83-98.
Schlogl, Lukas, Andy Sumner:	"The rise of the robot reserve army: automation and the future of economic development, work, and wages in developing countries.", (Çevrimiçi) https://www.cgdev.org/sites/default/files/rise-robot-

	reserve-army-automation-and-future-economic-development.pdf , 12.10.2021.
Schwab, Klaus:	Dördüncü sanayi devrimi , İstanbul, Optimist Yayın Grubu, 2016.
Simonetti, Roberto, Karl Taylor, Marco Vivarelli:	The employment impact of innovation , London, Routledge, 2000.
Sinclair, Peter Jn.:	"When will technical progress destroy jobs?", Oxford Economic Papers , Vol:33, Issue:1, 1981, pp. 1-18.
Sohag, Kazi, Umar Bamanga Md. Mahmudul Alam:	"Stata Command for Panel Data Analysis", (Çevrimiçi) https://www.researchgate.net/publication/326376644_STATA_COMMAND_FOR_PANEL_DATA_ANALYSIS , 10.05.2020.
Soylu, Ali:	"Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar", Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , Sayı:32, 2018, s. 43-57.
Spitz-Oener, Alexandra:	"Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure", Journal of Labor Economics , Vol.:24, Issue:2, 2006, pp. 235-270.
Sundararajan, Arun:	The sharing economy: The end of employment and the rise of crowd-based capitalism , London, MIT Press, 2017.
Şahin, Levent, Başak Çetin, Kadir Yildirim:	"Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin işletmelerin strateji ve maliyetleri üzerine etkileri", Journal of Social Policy Conferences , Sayı:56, 2009, s. 548-573.

Şahinaslan, Ender:	“Dijital Dönüşüm Güvenlik Çerçevesi”, Dijital Dönüşüm , Gonca Telli ve Samet Aydın (Ed.), İstanbul, Maltepe Üniversitesi Yayınları, 2020.
Şekelli, Zümrüt Hatice, İsmail Bakan:	“Akıllı Fabrikalar”, Journal of Life Economics , Vol.:5, Issue:4, 2018, pp. 203-220.
Şendoğdu, A. Aslan:	"Endüstri 4.0 devriminde robotik kaynaklar yönetimi bağlamında insan kaynakları yönetiminde yeni açılımların kaçınılmazlığı", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , Cilt:34, Sayı:1, 2020, s. 141-161.
Tancioni, Massimiliano, Roberto Simonetti:	"A macroeconomic model for the analysis of the impact of technological change and trade on employment", Journal of Interdisciplinary Economics , Vol.:13, Issue:1-3, 2002, pp. 185-221.
Taş, Hacı Yunus, Mehmet Demirdöğmez, Mahmut Küçükkoğlu:	"Geleceğimiz olan Z kuşağının çalışma hayatına muhtemel etkileri", Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , Cilt:7, Sayı:13, 2017, s. 1031-1048.
Taş, Hacı Yunus:	"Dördüncü sanayi devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri", OPUS International Journal of Society Researches , Vol.:9, Issue:16, 2018, pp. 1817-1836.
Taşel, Fulya:	"Dijitalleşmenin Ticarete ve Ekonomiye Etkisi", Beykoz Akademi Dergisi , Cilt:8, Sayı:2, 2020, s. 127-137.

T.C. Ticaret Bakanlığı:	“Dijital Ticaret Tanım ve Kavramlar”, (Çevrimiçi) https://ticaret.gov.tr/hizmet-ticareti/elektronik-ticaret/dijital-ticaret-tanim-ve-kavramlar , 20.12.2021.
Toker, Kerem:	"Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirliğe etkileri", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi , Cilt:29, Sayı:84, 2018, s. 51-64.
Topkaya, Özgür:	"Dünyada Endüstriyel Robot Sektörü ve Çalışma Hayatına Etkileri", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , Cilt:30, Sayı:5, 2016, s. 1129-1143.
Torun Atış, Nuran:	“Teknolojik İşsizliğin Kaçınılmazlığı ve Çözümün Bir Parçası Olarak Kamu İstihdam Hizmetleri”, (Çevrimiçi) https://media.iskur.gov.tr/15694/nuran-torun-atis.pdf , 10.03.2022.
Tuğluk, Mehmet Nur, Feride Çolak Gök :	“Sanayi Toplumu ve Eğitim”, Eğitimde ve Sanayide 21. Yüzyıl Becerileri , Ayşe Dilek Öğretir Özçelik ve Mehmet Nur Tuğluk (Ed.), Ankara, Pegem Akademi, 2019.
TÜBİSAD:	“Türkiye’nin Dijital Dönüşüm Endeksi”, (Çevrimiçi) https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-dde-2020.pdf , 14.05.2021.
TÜİK:	“Uluslararası Meslek Sınıflandırması”, (Çevrimiçi) https://biruni.tuik.gov.tr/DIESS/SiniflamaSatirListeAction.do?surlmId=210&seviye=1&detay=H&turId=41&turAdi=%209.%20Meslek%20Sınıflamaları , 20.06.2021.
Türkel, Süleyman, Filiz Bozagaç:	"Endüstri 4.0’ın İnsan Kaynakları Yönetimine Etkileri", Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi , Cilt:5, Sayı:5, 2018, s. 419-441.

Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu:	"Neden Siemens, Endüstri 4.0'da Bir Adım Önde Olmaya Devam Ediyor?", (Çevrimiçi) https://www.endustri40.com/neden-siemens-endustri-4-0da-bir-adim-onde-olmaya-devam-ediyor/ , 29.08.2022.
Tüsiad:	"Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 – Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi", (Çevrimiçi) http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf , 18.06.2020.
Tüsiad ve BCG:	"Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği", (Çevrimiçi) https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi , 18.07.2020.
Ülgen, Gülden:	İktisada Giriş , İstanbul, Türkmen Kitapevi, 2019.
Vivarelli, Marco:	The Economics of Technology and Employment , Edward Elgar Publishing, 1995.
Vivarelli, Marco:	"Innovation and employment.", (Çevrimiçi) https://web.archive.org/web/20170922133927id_/https://www.eco-nstor.eu/bitstream/10419/125376/1/iza-wol-154.pdf , 20.06.2020.
Wang, Jun, Yong Hu, Zhiming Zhang:	"Skill-biased technological change and labor market polarization in China." Economic Modelling , Vol.:100, Issue:4, 2021.
We Are Social:	"Digital 2022", (Çevrimiçi) https://wearesocial.com/uk/blog/2022/01/digital-2022/ , 20.11.2022.

Windmeijer, Frank:	"A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators", Journal of Econometrics , Vol.:126, Issue:1, 2005, pp. 25-51.
World Bank:	"World Development Indicators", (Çevrimiçi) https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators , 05.01.2021.
World Economic Forum:	"The Future of Manufacturing Opportunities to drive economic growth", (Çevrimiçi) https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/The-Future-Manufacturing_4_20_12.pdf , 11.07.2021.
Yalçiner, Ayten Yılmaz:	<i>"Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a Kavramsal Çerçeve", Sanayi 4.0'dan Toplum 5.0'a Güncel Yaklaşımlar, Serpil Çiğdem ve Asena Boztaş (Ed.), Ankara, Nobel Kitabevi, 2020, s. 1-28.</i>
Yankın, Fahri Bilal:	"Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı", Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , Cilt:7, Sayı:2, 2019, s. 1-38.
Yerdelen Tatoğlu, Ferda:	İleri panel veri analizi: Stata uygulamalı , İstanbul Beta, 2018.
Yıldız, Aytaç:	"Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , Cilt:22, Sayı:2, 2018, s. 546-556.
Yılmaz, Yasin:	"Dijital Ekonomiye Geçiş Süreci, Ölçümü ve Dijitalleşme Verimlilik İlişkisi", İstanbul İktisat Dergisi , Cilt:71, Sayı:1, 2021, s. 283-316.
Zayim, Gülen Derya:	"Dijital Dönüşüm ve İş Gücü Piyasaları: Türkiye'de İş Gücü Piyasaları Kutuplaşıyor mu?", Alçın, Şahin, Dereli, Hamzaoglu, Ertek (Ed.), İstanbul, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, 2021.



EKLER

EK1: ISCO88 Meslek Gruplarının Rutin Görev Yoğunluk Endeksleri ile Bu Endeksi Baz Alan Geniş Kategoriler¹⁰

ISCO88 Meslek Sınıflandırması	Rutin Görev Yoğunluk Endeksi	Goos, Manning and Salomons(2014)'ün Sınıflandırması
12- Şirket Müdürü	-0.7469759	Bilişsel
13- Küçük işletme sahipleri ve müdürleri	-1.522734	Bilişsel
21- Fen ve Mühendislik ile ilgili meslekler	-0,8220372	Bilişsel

¹⁰ Goos vd. (2014) takip edilerek, eğitime ilişkin profesyonel mesleklerde istihdam edilenler ile eğitime ilişki yardımcı profesyonel mesleklerde çalışanlar (ISCO23 ve 33); pazara yönelik nitelikli tarım vb. mesleklerde çalışanlar (ISCO61); geçimlik tarım, balıkçılık vb. mesleklerde istihdam edilenler (ISCO62); tarım, balıkçılık vb. mesleklerde istihdam edilenler (ISCO92) analize dahil edilmemiştir. Rutin yoğunluk endeksi hesaplanmadığı için kanun yapıcılar da (ISCO11) analiz dışında bırakılmıştır.

22- Sağlık ile ilgili profesyonel meslekler	-1,000168	Bilişsel
24- Diğer Profesyonel Meslekler	-0,732465	Bilişsel
31- Fen ve mühendislik ile ilgili yardımcı profesyonel meslekler	-0,3973301	Bilişsel
32-Sağlık ile ilgili yardımcı profesyonel meslekler	-0,3327664	Bilişsel
34- Diğer yardımcı profesyonel meslekler	-0,4424283	Bilişsel
41-Büro elemanları	2,240688	Rutin
42- Müşteri hizmetlerinde çalışan elemanlar	1,406782	Rutin
51- Kişisel ve koruma hizmeti veren elemanlar	-0,5976907	Manuel
52- Modeller, satış tanıtım elemanları	0,0534066	Manuel
71- Maden ve inşaatla ilgili çalışan zanaatkarlar	-0,1857081	Manuel
72-Metal ve makine ile ilgili işlerde çalışan zanaatkarlar	0,4568464	Rutin
73- El sanatları ve basım ile ilgili işlerde çalışan zanaatkarlar	1,588948	Rutin
74- Diğer zanaatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar	1,237669	Rutin
81- Sabit tesis operatörleri	0,3230704	Rutin
82- Makine operatörleri ile montajcılar	0,4985116	Rutin
83- Sürücüler ve hareketli makinelerin operatörleri	-1,495965	Manuel
91- Satış ve hizmet ile ilgili nitelik gerektirmeyen işler	0,027381	Manuel
93- İnşaat imalat vb. nitelik gerektirmeyen işler	0,4486654	Rutin

EK 2: Geniş Kodlara göre ISCO08 Meslek Sınıflandırması¹¹

ISCO-08 Meslek Sınıflandırması	Goos, Manning and Salomons(2014)'ün Sınıflandırması
12- İdari ve ticari müdürler	Bilişsel
13-Üretim ve hizmet sunum müdürleri	Bilişsel
14- Konaklama, perakende vb. hizmet müdürleri	Bilişsel
21-Fen ve mühendislik ile ilgili profesyonel meslekler	Bilişsel
22-Sağlıkla ilgili profesyonel meslekler	Bilişsel
24- İşletme ve idare ile ilgili profesyonel meslekler	Bilişsel
25- İşletme ve idare ile ilgili profesyonel meslekler	Bilişsel
26-Yasal, sosyal ve kültürel alanlardaki profesyonel meslekler	Bilişsel
31-Fen ve mühendislik ile ilgili yardımcı profesyonel meslekler	Bilişsel
32- Sağlıkla ilgili yardımcı profesyonel meslekler	Bilişsel

¹¹ Eğitim alanında profesyonel mesleklerde çalışanlar (ISCO 23); pazara yönelik nitelikli tarım vb. mesleklerde çalışanlar (ISCO 61); pazara ilişkin ormancılık, avcılık vb. ile ilgili işlerde çalışanlar (ISCO62); geçimlik tarım, balıkçılık, avcılık ve toplayıcılık yapanlar (ISCO063); tarım, ormancılık, balıkçılık vb. işlerde çalışanlar (ISCO92) ve kanun yapıcılar (ISCO11) analiz dışı bırakılmıştır.

33- İşletme ve idare ile ilgili yardımcı profesyonel meslekler	Bilişsel
34-Yasal sosyal ve kültürel alandaki yardımcı profesyonel meslekler	Bilişsel
35-Bilgi ve iletişim teknisyenleri	Bilişsel
41-Genel büro ve klavye elamanları	Rutin
42-Müşteri hizmetlerinde çalışan elemanlar	Rutin
43-Malzeme kaydı yapan büro elemanları	Rutin
44-Diğer büro elemanları	Rutin
51-Kişisel hizmet çalışanları	Manuel
52-Satış elemanları	Manuel
53-Kişisel bakım ile ilgilenen elemanlar	Manuel
54-Koruma hizmetlerinde çalışan elemanlar	Manuel
71- İnşaat vb. işlerde çalışanlar	Manuel
72-Metal makine ile ilgili işlerde çalışan esnaf	Rutin
73- El sanatları ve basım işlerinde çalışan esnaf	Rutin
74-Elektrik vb. işlerde çalışan esnaf	Rutin
75- Gıda, marangoz, tekstil vb. işlerde çalışan esnaf	Rutin
81-Sabit tesis ve makine operatörleri	Rutin
82-Montajcılar	Rutin
83-Sürücüler ve makine operatörleri	Manuel
91-Temizlik vb. işlerde çalışan yardımcılar	Manuel
93-Maden, inşaat, imalat, ulaştırma vb. işlerde çalışan işçiler	Rutin
94-Gıda vb. işlerde çalışan elemanlar	Manuel
95-Sokak satıcıları ve hizmet çalışanları	Manuel
96- Atık toplama vb. işler ile diğer hizmetlerde çalışanlar	Manuel

ÖZGEÇMİŞ

Tuğba Özışık, lisans eğitimini 2010 yılında İstanbul Kültür Üniversitesi İktisat Bölümü'nde tamamlamıştır. 2006-2007 Eğitim Öğretim Yılı'nda Hollanda Fontys Üniversitesi İş birliği ile Türkiye LPG Pazarı Araştırması projesinde görev alıp Fontys Üniversitesi'nde proje sunumunu gerçekleştirmiştir. Erasmus Programı kapsamında 2007-2008 Eğitim Öğretim Yılı Güz Dönemi'nde University of Ludwigshafen am Rhein'de eğitim görmüştür. 2015 yılında İstanbul Kültür Üniversitesi'nde Yönetim Ekonomisi Tezli Yüksek Lisans Programı'nı tamamladıktan sonra 2017 yılında İstanbul Üniversitesi'nde başlamış olduğu Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı'nda doktora tez aşamasındadır. 2010 yılından beri İstanbul Kültür Üniversite İktisat Bölümü'nde Araştırma Görevlisi Adayı olarak çalışmaya devam etmektedir. Yabancı Dili İngilizce'dir.