

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
2019-YL-047

ENDÜSTRİ 4.0'IN GELİŞİMİ, TÜRKİYE VE DÜNYA
ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

HAZIRLAYAN
Ela BULUT

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Aşlı YENİPAZARLI

AYDIN 2019

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ela BULUT tarafından hazırlanan “Endüstri 4.0’ın Gelişimi, Türkiye ve Dünya Üzerindeki Olası Etkileri” başlıklı tez, 31/05/2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Doç. Dr. Aslı YENİPAZARLI	ADÜ	
Üye : Prof. Dr. Sevcan Güneş	PAÜ	
Üye : Dr. Öğretim Üyesi Ahmet ÜNLÜ	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıylatarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Ahmet Can BAKKALCI

Enstitü Müdürü V.

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kurallarının gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

... / ... / 2019

Ela BULUT

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0'IN GELİŞİMİ, TÜRKİYE VE DÜNYA ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

Ela BULUT

Yüksek Lisans Tezi, İktisat Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Aslı YENİPAZARLI

2019, XXIV + 107 sayfa

Temelleri Almanya'da atılan ve 2011 yılından itibaren dünyayı etkisi altına alan Endüstri 4.0 sanayi devriminin ulaştığı en son nokta olarak tanımlanmaktadır. Gelişmiş birçok ülkede heyecana sebep olan bu devrim, Türkiye ekonomisi ve Türkiye'nin dünyadaki konumunu belirlemede önemli bir yere sahiptir. Büyüme ve kalkınmada teknolojinin çok önemli bir yere sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Bu sebeple Endüstri 4.0 tüm kavramlarıyla incelenerek Türkiye'nin gelecek ile ilgili iktisadi planlamalarında yer almalıdır.

Endüstri 4.0 özellikle akıllı fabrikalar, bulut veri sistemleri, nesnelerin interneti, 3D yazıcılar ve yapay zeka dikkate alınarak bütün kavramları ile incelenmiştir. Bu kavramların özellikleri ve ekonomide oluşturabileceği etkileri tartışılarak bir panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Özellikle teknolojinin istihdam ve GINI üzerindeki etkisi incelenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Endüstri 4.0, Ar&Ge, İnovasyon, Panel Veri, Türkiye, Dünya, İstihdam, Gini.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF INDUSTRY 4.0, POSSIBLE EFFECTS ON TURKEY AND THE WORLD

Ela BULUT

MSc Thesis at Economy

Supervisor: Dr. Aslı YENİPAZARLI

2019, XVI + 112 pages

Industry 4.0 which was laid in Germany and under the influence of the world since 2011 is defined as the last point reached by the industrial revolution. It is causing excitement in many developed countries. This is an important factor in Turkey's economy and determine its position. It is a known fact that technology is very important in growth and development. For this reason, industry 4.0 should be involved in examining the entire concept of economic planning for the future of Turkey.

Industry 4.0 has been studied with all the concepts of smart factories, cloud data systems, internet of things, 3D printers and artificial intelligence. A panel data analysis was conducted by discussing the characteristics of these concepts and their effects on the economy. In particular, the effect of technology on employment and GINI was investigated.

KEYWORDS: Industry 4.0, R & D, Innovation, Panel Data, Turkey, World, Employment, Gini.

ÖNSÖZ

Dördüncü Sanayi Devrimi Türkiye'nin sanayileşmede gelişmiş ülkeleri yakalaması açısından önemli bir eşik olarak görülmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, sanayileşme sonucunda yaşanacak işsizlik varsayımlarının ve Endüstri 4.0'dan sonra ortaya çıkması beklenen gelecek kaygısının sebeplerinin incelenmesidir.

Dördüncü Sanayi Devrimi konusunu tercih ettiğimde hiç tereddütsüz destek olan ve ilk yayımda katkı sağlayan Doç Dr. Taner AKÇACI ve akademik olarak daima destek olan Prof. Dr. Saadettin PAKSOY hocalarıma teşekkür ederim...

Endüstri 4.0 konusunda her zaman yeniliklere açık olan, yaptığım her araştırmayı dikkatle dinleyerek her hususta desteğini esirgemeyen, tez çalışmasında bilgi birikiminden dikkatle faydalandığım tez danışmanım Doç. Dr. Aslı YENİPAZARLI ve özellikle ekonometrik alanda desteğini esirgemeyen, tez yazımı aşamasında bilgisine sıklıkla başvurduğum değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Ahmet ÜNLÜ'ye bana kattıklarından dolayı sonsuz teşekkür ederim...

Ayrıca gösterdikleri sabırdan dolayı sevgili annem Melike BULUT, her daim desteğini benden esirgemeyen sevgili babam Bayram BULUT ve yüksek lisans eğitimim süresince her zaman yanımda olan Gamze KAVAK arkadaşşıma teşekkürü bir borç bilirim...

Ela BULUT

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
TABLolar DİZİNİ.....	xix
GRAFİKLER DİZİNİ	xxi
KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	2
1. SANAYİ DEVRİMLERİ	2
1.1. Birinci Sanayi Devrimi	2
1.2. İkinci Sanayi Devrimi.....	9
1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi / Bilişim Çağı	13
2. BÖLÜM	17
2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ (ENDÜSTRİ 4.0) VE TÜRKİYE’DE İLGİLİ GELİŞMELER.....	17
2.1. Dördüncü Sanayi Devrimi’nin Kavramları.....	18
2.1.1. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar.....	18
2.1.2. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT).....	21
2.1.3. Büyük Veri.....	22
2.1.4. Bulut Bilişim Sistemi.....	23
2.1.5. Otonom Robotlar	25
2.1.6. Akıllı Fabrikalar (Smart Factory)	26
2.1.7. Arttırılmış Gerçeklik (AR: Augmented Reality)	27

2.1.8. Yapay Zeka (AI: Artificial Intelligence)	29
2.1.9. Siber – Fiziksel Sistemler	31
2.1.10. Siber Güvenlik	31
2.1.11. Simülasyon	34
2.1.12. Sistem Entegrasyonu	34
2.1.13. Bitcoin-Blockchain	35
2.1.14. Diğer Teknolojik Gelişmeler	37
2.2. Türkiye’de Endüstri 4.0 Kapsamında Yapılan Çalışmalar	38
2.2.1. Ar&Ge Çalışmaları	38
2.2.2. Yenilikçi (İnovatif) Çalışmalar	43
2.2.3. Teknoloji İhracatı ve İthalatı	44
3. BÖLÜM	47
3. ENDÜSTRİ 4.0 VE KAPİTALİZMİN GELECEĞİ	47
3.1. Endüstri 4.0 ile İlgili Gelecek Tahminleri	47
3.1.1. İstihdam	49
3.1.2. İş birliği Çağı	53
3.1.3. Dört Olası Ekonomik Sistem Yaklaşımı	53
3.1.3.1. Komünizm (Bolluk ve Eşitlik)	54
3.1.3.2. Rantizm (Rantçılık – Bolluk ve Hiyerarşi)	55
3.1.3.3. Sosyalizm (Kıtlık ve Eşitlik)	55
3.1.3.4. Eksterminizm (İmhacılık – Kıtlık ve Hiyerarşi)	56
4. BÖLÜM	57
4. TEKNOLOJİ GÖSTERGESİ OLARAK AR&GE HARCAMALARININ EKONOMİDEKİ ETKİLERİ	57
4.1 İktisat Literatüründe Ar&Ge Harcamaları ve Teknolojik Gelişmenin Ekonomi Üzerine Etkileri	57
4.2. Dengesiz Panel Veri Analizi	60
4.2.1. Literatür	61

4.2.2. Yöntem ve Veri Seti	66
4.2.2.1. Yöntem	66
4.2.2.2. Veri Seti	67
4.2.3. Hausman Test	69
4.2.4. GEKK Yöntemi Regresyon Analizleri	71
4.2.4.1. İstihdam bağımlı değişkeni üzerine etkiler	71
4.2.4.2. GINI katsayısı bağımlı değişkeni üzerine etkiler	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	93
6. KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik Karşılaştırması	28
Şekil 4.1. Ar&Ge Harcamalarının Ekonomiye Etkisi Şeması.....	58
Şekil 4.2. İnovasyon Gelişim Süreci	59



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Türkiye’deki Ar & Ge Merkezleri	39
Tablo 2.2. Sektörlere Göre Ar&Ge Merkezleri	39
Tablo 2.3. Türkiye’deki Tasarım Merkezleri	40
Tablo 2.4. Ar&Ge Harcamaları (Milyon TL).....	41
Tablo 2.5. Ar&Ge Çalışan Sayısı	42
Tablo 2.6. Yenilikçi Girişim Faaliyetleri	43
Tablo 2.7. Türkiye Teknoloji ve Hizmet İhracat – İthalat İstatistikleri.....	45
Tablo 3.1. Dört Gelecek Varsayımı.....	54
Tablo 4.1. İstihdam – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması	61
Tablo 4.2. GINI – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması.....	63
Tablo 4.3. Genel Ekonomi – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması	64
Tablo 4.4. Betimsel İstatistikler.....	68
Tablo 4.5. Hausman Testi Bütün Ülke Grupları İle Birlikte	70
Tablo 4.6. Hausman Testi Gelişmiş Ülkeler.....	70
Tablo 4.7. Hausman Testi Gelişmekte Olan Ülkeler.....	70
Tablo 4.8. EMP Bağımlı Değişken Alınarak Kurulan Dengesiz Panel Regresyon Analizleri	71
Tablo 4.9. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK.....	72
Tablo 4.10. EMPAGR Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK ..	74
Tablo 4.11. EMPIND Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK....	76
Tablo 4.12. EMPSER Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri GEKK	78
Tablo 4.13. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi ve Sonrası	80
Tablo 4.14. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi 1998-2010	82
Tablo 4.15. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Sonrası 2011-2017	83
Tablo 4.16. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK	85

Tablo 4.17. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi ve Sonrası.....	88
Tablo 4.18. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi 1998-2010	89
Tablo 4.19. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Sonrası 2011-2017	91



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 2.1. Toplam Ar&Ge Harcamaları.....	41
Grafik 3.1. Dünya İstihdamının Sektörel Dağılımı	50
Grafik 3.2. OECD Ülkelerinde İstihdamın Sektörel Dağılımı	51
Grafik 3.3. Gelir Seviyelerine Göre Ülkelerin İstihdam Oranları Grafiği.....	52





KISALTMALAR DİZİNİ

3D	: 3 Dimensional, 3 boyutlu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACE	: The Automatic Computing Engine, Otomatik hesaplama makinesi.
AI	: Artificial Intelligence, Yapay Zekâ
AİHM	: Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi
AR	: Augmented Reality, Arttırılmış Gerçeklik
Ar&Ge	: Araştırma ve Geliştirme faaliyetleri
ARPA	: Advenced Research Project Agency, İleri araştırma proje ajansı
ARPANET	: Advenced Research Project Agency Network, İleri araştırma proje ajansı iletişim ağı
Bit	: 1 ve 0'lardan oluşan 8 karakter, bilgisayarda kullanılan verileri ifade eder. En küçük bilgisayar veri kayıt birimidir.
BTMG	: Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü
Byte	: 1 Byte=8 Bit'den oluşur. Veri boyutu olarak ekrandaki bir karakteri ifade eder.
CAD	: Computer Aided Design, 3 Boyutlu grafik tasarımı yapılabilen yazılımlar
CIA	: Central Intelligence Agency, Merkezi istihbarat teşkilatı (Amerika)
DFKI	: Alman yapay zekâ araştırma merkezi
EBS	: Ethylene Bis Stearamide, bileşik etilendiamin ve stearik asit reaksiyonundan türetilmiş bir maddedir. Plastik sanayide kullanılır.
EBSO	: Ege Bölgesi Sanayi Odası
EKOIQ	: Yeşil iş ve yaşam dergisi
ENIAC	: Electronic Numerical Integrator And Computer, Elektronik sayısal entegreli hesaplayıcı
FDM	: Fused Deposition Medelling, Eriyik Eklemeli
GB	: Giga Byte 1 GB=1024 MB
GC&CS	: Hükümet Kod ve Şifre Okulu (İngiliz Hükümeti)

IBM	: International Business Machines, Uluslararası iş makineleri, bilgisayar markası
IMF	: International Monetary Found, Uluslararası Para Fonu
IoT	: Internet of Things, Nesnelerin İnterneti
IP	: Internet Protokolü
KB	: Kilo Byte, 1 KB=1024 Byte
KPMG	: Denetim, vergi ve danışmanlık hizmeti sunan İngiliz Finans şirketi.
M2M	: Machine to Machine
MB	: Mega Byte, 1 MB= 1024 KB
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development, Ekonomik iş birliği ve kalkınma örgütü
PB	: Peta Byte, 1 PB=1024 TB
R&D	: Araştırma ve Geliştirme Faaliyetleri (Ar&Ge).
RAM	: Random Access Memory, Rastgele erişimli bellek,
RFID	: Radyo frekans Teknolojileri
TB	: Tera Byte, 1 TB=1024 GB
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
UNDP	: United Nations Development Programme, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
WEF	: World Economic Form, Dünya Ekonomi Forumu
Wifi	: Wireless Fidelity, Kablosuz Bağlantı Alanı

GİRİŞ

Gelişmiş birçok ülkenin kalkınma tarihi incelendiğinde sanayi devriminin etkisi görülmektedir. Bu sebeple teknoloji, kalkınma ve büyüme teorilerinin içerisinde önemli bir tartışma konusu olmuştur. Sanayi devrimlerini incelediğimizde tarihinin 1750-1800'lü yıllara dayandığı görülmektedir. Sanayileşmede ilk adımı İngiltere gerçekleştirmiştir. Özellikle tekstil sanayisini geliştiren İngiltere'nin yapmış olduğu teknolojik değişim diğer ülkelerin de bu sürece dâhil olması ile zamanla yayılmıştır. Sanayileşmede bir yarış ortaya çıkmış ve birçok ülke Ar&Ge'ye önem göstermiştir.

Gündemde olan dördüncü sanayi devrimi ise diğer sanayi devrimlerinden çok farklı bir görünüm sergilemektedir. İlk olarak 2011 yılında Almanya'nın Hannover kentinde Endüstri 4.0 kavramı gündeme getirilmiştir. İlk etapta dördüncü sanayi devrimi olarak anılması kamuoyunda anlaşılammış olsa da geliştirdiği kavramların diğer devrimlerden farklı olduğu görülmektedir.

Dördüncü sanayi devrimi birçok gelecek varsayımını ve gelecekle ilgili yapılan bilim kurgu filmlerinin gerçekleşebileceği ihtimalini de beraberinde getirmektedir. Tamamen robotlaşmış bir gelecek ihtimali üzerinde durulduğunda, Japonya'da bir otelin gerçektede sadece robotlar tarafından kontrol ediliyor olması ve çok az insan gücü (robotların teknik bakımı için gerekli olan insan gücü) ile yönetilmesi, 'Ben Robot' filmi gibi birçok bilim kurgu fimlerindeki gelecek görüntüsünün gerçekleşmekte olduğunu göstermektedir. Yapay zekâ sayesinde ortaya çıkan birçok asistan yazılımlar ile yine yapay zekâyâ sahip robot haber spikerleri, Akınsoft'un üretmiş olduğu servis elemanlarının yerini alacak olan insansı robotlar piyasada yaygınlaşmaya başladığında bu süreç çokta uzak bir gelecek olmayacak, dünyadaki iktisadi görünüm diğer üç sanayi devriminde olduğu gibi ciddi bir değişim geçirecektir.

Bu çalışmada Endüstri 4.0 kavramları incelenmektedir. Özellikle 3D yazıcıların iktisadi hayata getirebileceği değişimler, nesnelere interneti ile gerçekleşebilecek olan yeni ticaret teorileri üzerinde durulmuştur. Ayrıca istihdam ve gelir dağılımındaki adaletsizlik konusunda teknolojinin ve dolayısıyla sanayi devrimlerinin etkisi panel veri analizi yöntemiyle araştırılmıştır.

1. BÖLÜM

1. SANAYİ DEVRİMLERİ

18.yy başında gerçekleşen sanayi devrimi ile artık iktisadi hayat yeni bir yöne doğru akmaya başlamıştır. Bu süreçte VII. Henry'nin almış olduğu kararlar tetikleyici bir rol üstlenmiştir. İngiltere Kralı Henry'nin almış olduğu bir karar sonucunda Aristokrasi olumsuz etkilenmiştir. Toprak sahibi olan köylüler topraksız köylüleri uzaklaştırmışlardır. Bu süreçte topraksız köylüler şehirlere yerleşerek işçi sınıfının zeminini hazırlamıştır. Kral Henry'den sonra Kraliçe Elizabeth ise köleliği ve angaryayı kaldırarak Aristokrasiyi zayıflatmış ve burjuva sınıfının güç kazanmasına zemin hazırlamıştır (Görçün; 2016: 6). Ticaretin serbestleşmesi ile sanayi devrimi için bütün koşullar hazır hale gelmiştir.

1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Ekonomik, sosyolojik ve siyasal birçok sebep sanayi devriminin başlamasına neden olmuştur. Sanayi devriminden önce gerçekleşen bir başka devrim ise 1400'lerde başlayan ve temeli sömürgeciliğe dayanan "Ticaret Devrimi"dir. Ticaret devrimi 350 yıllık bir süreçtir. Bu dönemde tüccarların hakları ticaret hacminin büyümesiyle birlikte artmıştır. Bankacılık sistemi gelişerek sanayi devriminin gerçekleşmesi için gerekli olan sermaye birikimi sağlanmıştır (Akbulut, 2011: 2). Sanayi devriminin temelinde burjuvazinin gelişmesi ile sermayenin birikimi, ticaretin gelişmesi ile de bilgi birikiminin artması yatmaktadır (Görçün; 2016: 12). Ayrıca teknolojinin üretilebilmesi için sosyal yapı, sanayi geleneği, toplum anlayışı, eğitim sistemi, teknoloji üretebilme ve kullanabilmenin yanında bunlar için gerekli tecrübe birikim ve daha birçok etken rol almaktadır. Bütün bunların gerçekleşmesi için teknoloji üretimini destekleyecek hukuki bir alt yapı ile uygun yönetim iradesi bir arada bulunmalıdır (Yücel, 2006: 6).

Sanayi devrimine sebep olan unsurları kısaca özetlemek gerekirse bunlar; demografik olarak yaşanan değişim, tarımda ortaya çıkan yenilikler, ticaret devrimi, ulaşım yollarında yaşanan çeşitlilik, sermayede ortaya çıkan birikim, sanayi teknolojisinin gelişmesi için bilgi birikimi ve mali piyasalardaki gelişmelerdir (Torun, 2003: 183).

Sanayi devriminin nasıl ve ne zaman ortaya çıktığı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Genel olarak sorulan sorulardan bazıları şu şekildedir; sanayi devrimi nasıl ortaya çıktı? Tam olarak ne zaman başladı ve en önemli soru da niçin başka bir ülkede değil

de İngiltere’de ortaya çıktığıdır. Rostow 1971 yılındaki çalışmasında sanayi devriminin ortaya çıkışındaki nedenleri 3 başlıkta toplamıştır. Bunlardan birincisi *merkantilist politikalar* sanayi devriminin başlangıcında etkili olmuştur. Sermaye birikimi ile yeni icatlar ve artan talebe yetişmek için gerekli olan donanım finanse edilebilir hale gelmiştir. Rostow merkantilist politikaların sonuçlarını şu şekilde açıklamaktadır;

İlk olarak hükümetler, Ortaçağ’daki Avrupa ekonomisinin yapısı içinde bir mantığı olan küçük, kapalı pazarları ortadan kaldırma işini üzerlerine aldılar, İkinci olarak bu hükümetler sanayii, genellikle askerler için üniformalar, silah barutu, gemi yapımı gibi savaş sanayiini teşvik ettiler. Üçüncüsü, döviz kazanma çabası içinde ticareti teşvik ettiler. Dördüncü olarak, doğal bilim alanında çalışan bilim adamları sahnede göründükleri zaman, hükümetler modern bilimin kendilerine yardım edebileceğini, kudretlerini arttırabileceğini görmeye başladılar. Böylece İngiltere’de (The Royal Society), Fransa’da ve diğer yerlerde Bilim Akademileri, merkantilist hükümetler tarafından teşvik edildiler (Rostow, 1971).

Rostow’a göre sanayi devriminin ortaya çıkmasındaki ikinci etken *ticari devrimdir*. 17. ve 18. Yüzyıllarda ticarete ciddi bir genişleme meydana gelmiştir. Tüm dünya ticaretinin bu dönemde genişlemesiyle birlikte sanayi devriminin gerçekleştirdiği yeni teknoloji de ticaretin etkisiyle yayılmıştır. Üçüncü faktör ise *bilimde gerçekleşen yeniliktir*. Bilim adamlarının üretim sürecine dahil olması ve bilim insanları ile sermaye sahiplerinin ortak faydada bir araya gelmesini sağlayan ortamların bulunması sanayi devrimini tetiklemiştir. Rostow’a göre yeni bilim adamları hem araştırmacı hem de deneycidir. Yenileri eski bilim adamlarından ayıran en temel özellik aynı zamanda alet ustaları ile birlikte çalışıyor olmalarıdır.

Avrupa ve İngiltere’nin Birinci Sanayi Devrimi esnasında hem iktisadi hem de siyasi koşulları büyük bir değişim göstermiştir. Coğrafi keşifler ile birlikte Avrupa’ya giden ticaret yollarının yönü değişmiştir. 16. ve 17. yüzyıllarda Avrupa ticareti yeni ticaret yollarının açılması ile Akdeniz’den kuzey denizlerine yönelmiştir ve bu sürede uzun mesafeli ticaret mallarının niteliği ile ticari organizasyon şekilleri büyük bir değişim geçirmiştir. Ticaret yollarının değişiminden önce taşıma maliyetleri üretim maliyetlerine göre çok yüksek olduğundan uzun mesafeli ticaret, konusu genellikle baharat, gümüş, ipek ve köle gibi sadece zenginlerin talep ettiği lüks mallarla sınırlı olmuştur (Güran; 2014: 115). Ticaretteki artış sonucu tüccarların sermaye birikimleri artmıştır. Coğrafi keşiflerden önce lordlar ve

serflerin oluşturduğu feodal yapı keşiflerden sonra zayıflamıştır ve burjuva sınıfı zenginleşerek güçlenmiştir. Eskiden orta sınıfı oluşturan ve soylu olmayan bu sınıfa zenginliğinin artmasıyla birlikte, zayıflayan feodal sisteme karşı merkezi devletin güçlenmesine destek olması açısından çeşitli imtiyazlar kazandırılmıştır. Böylece devlet siyasi güç elde ederek iktisadi hayata müdahale edebilmiştir. Aristokratik yapıdan bunalan krallıklar tüccarlara verdikleri imtiyazlar ile merkezi devlet yapısını güçlendirmeyi hedeflemiştir. Avrupa devletleri sömürge yarışı içinde kendilerine yer bulmaya çalışırken Amerika kıtasında büyük bir sömürge alanı sağlayan İspanya'da aynı dönemde ciddi bir zenginlik elde etmiştir. Ülke içinde altın miktarındaki artış ile dünya tarihinde ilk defa fiyatlar genel seviyesinin sürekli artışı ile karşılaşmıştır.

Avrupa'da ortaya çıkan savaşlarla birlikte bir göç dalgası oluşmuştur. İngiltere'nin göç alabilmek için uyguladığı siyasi politikalar kuzeyde kalmış olan bu ada ülkesini göçmenler için popüler hale getirmiştir. Bu durum İngiltere'ye teknik beceriye sahip insanların göç etmesini sağlarken sanayi devriminin de zeminini hazırlamıştır.

Oluşan zincirleme olayların akabinde İngiltere'deki artan nüfus ile birlikte tarım alanında uygulanan bazı yasalar sonucu ortaya çıkan talebin karşılanması için yeni yöntemlere başvurulmuştur. 17. ve 18. yüzyıllarda malikâne sisteminden tarım işletmelerine geçiş tarlalarda çitleme yasasıyla sağlanmıştır. Bu dönüşüm sonucunda tarımdaki iş gücünün karşılanması için yeni yöntemlere başvurulmasını zorunlu kılmıştır. 1700'de yapılan 1730'larda yaygın olarak kullanılan tohum ekme makinası, 1780'de harman makinası ve 1790-1870'li yıllarda elle kullanılan birçok aracın geliştirilmesi ile birlikte tahıllar ve diğer tarım ürünleri artık daha erken hasat edilebilir duruma getirilmiştir. İngiltere, sanayi için gerekli olan işgücünü köylerden kentlere doğru yapılan göçler nedeniyle merkezi şehirlere aktarabilmiştir. Tarım alanındaki verim artışı ile şehir nüfusunun ihtiyaçları karşılanmıştır. Ayrıca tarımda biriken sermayenin sanayiye aktarımı sağlanmıştır. Tarımdaki bu başarı sayesinde İngiltere'de, doğal kaynaklar konusunda zayıf bir ülke olmasına rağmen, sanayi devrimi ortaya çıkmıştır (Güran, 2014: 138-139).

Sanayi devrimi ile ortaya çıkan en önemli gelişmelerden biri buharlı makinelerdir. Buharlı makinelerin icadı ile artık buhar çağına girilmiştir. Buharlı makinelerden önce rüzgâr ve su enerjisinden faydalanılmıştır. Bu enerji ortalama bir su ve rüzgâr değirmeninde 5-10 beygirden oluşmaktadır ve en fazla 30 beygire kadar çıkabilmektedir. Üstelik bu durum hava durumu koşullarına göre de değişim göstermektedir. Enerji ihtiyacındaki ve

talepteki bu artış yeni arayışlara yöneltmiştir (Güran, 2014: 141-142). Ayrıca İngiltere'deki maden ocaklarını basan suyun tahliyesi için bir çözüm aranmaktadır. Bu sorunun çözümü için Thomas Savery 1698 yılında bir buhar pompası icat ederek ilk buharlı makinenin temelini atmıştır. Newcomen 1712 yılında atmosferik buhar makinasını icat ederek verimliliği arttırmaya çalışmıştır (Günay, 2002: 6). 1769 yılında James Watt silindirin iç kısmında, boşluk kalmayacak şekilde dayanmış olan bir pistonu itmek için buhar kullanılan bir makine icat ederek buharlı makinalarda yeni bir dönem başlatmıştır (Uslubaş, 2016: 217). Yeniden düzenlenen buhar makinesi ilk durumda ortaya çıkan aynı enerjiyi üretmek için gerekli olan yakıtın 1/5'ini kullanarak daha verimli hale getirilmiştir. Buharlı makineler yeniden düzenlenmesine rağmen, İngiltere'de 1800'lü yıllara kadar su ve rüzgâr gücü önemli bir enerji kaynağı olarak sanayi üretiminde kullanılmaya devam etmiştir. 19. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde enerji üretim maliyetini önemli ölçüde düşüren gelişmeler sonrasında buharlı makinelerin sanayide kullanımı yaygınlaşarak büyük ölçekli işletmelerin kurulmasına olanak sağlamıştır (Güran, 2014: 141-142). 1802'de Trevitchik 'in yaptığı yüksek basınçlı buhar makinaları ise gemilere ve tren tekerlekleri üzerine yerleştirilerek ulaşımda da büyük bir değişime neden olmuştur (Günay, 2002: 6). Trevitchik'in inşaa ettiği ilk lokomotif Galler'deki bir maden ocağında kullanılmıştır. Önceki dönemlerde madencilikte tahta raylar kullanılmaktayken 1738 yılında ilk olarak İngiltere'de demir raylar Cumberland'daki maden ocağında kullanılmaya başlanmıştır. 27 Eylül 1825'te ilk kamu hizmetine, yolcu ve yük taşımacılığı ile girmesiyle demiryolları sanayi devriminin çok önemli bir unsuru olmuştur (Görçün, 2016: 18).

İngiltere gibi Avrupa'da da bilimsel yenilikler ortaya çıkmaya başlamıştır. Aynı dönemde kaydedilmiş patentler incelendiğinde 18. Yüzyılın ilk 10 yılında ortalama olarak İngiltere'de onaylanmış 3 patent, Fransa'da ise kabul edilmiş 6 icat bulunmaktadır. 1780'li yıllarda ise İngiltere'de yılda 54 patent onaylanmış durumda iken Fransa'da bu rakam 22 dolaylarındadır. Bu rakamlar insanlık tarihinde şekillenecek olan yeni ekonomiye düzenli teknoloji akışını temsil etmektedir (Rostow, 1971: 258).

Buhar gücünün yanında Pamuklu Dokuma Sanayii aynı dönemde gelişim göstererek tekstil endüstrisinin temelini oluşturmuştur. *Prof. W. Rostow'un " ilk kalkışta sürükleyici sektör" J.A Shumpeter'in " İngiliz sanayileşme tarihi tek bir sanayinin tarihine indirgenebilir" derken kastettiği sanayi pamuklu dokuma sanayidir* (Güran, 2014: 143).

Sanayi devriminde öncü olan tekstil sektöründeki gelişmeler İngiltere'nin yıldızının parlamasına sebep olmuştur. Tekstil sektöründeki bir işçi olan John Kay 1733 yılında **Uçan Mekik** adı verilen bir düzenek icat etmiştir (Günay, 2002: 7). Bu düzenek sayesinde üretim hız kazanmıştır ve iplik ihtiyacında artışa neden olmuştur. Talebe yetişmek için yeni yollar aranmaya başlanmıştır. İplik arzını arttıracak icadı ise 1764 yılında Hargreaves 8 makara ile aynı zamanlı iplik eğirebilen çıkırığı icat etmiştir (Akbulut, 2011: 1). Richard Arkwright ise 1769 yılında su gücü ile çalışabilen bir **iplik eğirme tezgâhı** (water frame), 1779 yılında ise Samuel Crompton '**eğirme katırı**' adı verilen bir eğirme makinası yapmıştır. İplik üretimindeki bu hızlı artış dokuma sektöründe dokuma hızını arttıracak yeni çözümler aranmasına da sebep olmuştur (Günay, 2002: 7). Dokuma sektöründeki üretim hızını arttıracak **mekanik dokuma tezgâhını** 1784'de Edmund Cartwright icat etmiştir. Bu gelişmeler iplik ve dokuma fabrikalarının kurulmasını sağlayarak tekstil alanında sanayileşmeyi başlatmıştır (Çeliktaş vd. 2015). Üretimde ortaya çıkan artış İngiliz tekstil ürünlerinin fiyatının düşmesine sebep olmuştur. Bu sayede kaliteli ve ucuz olan İngiliz malına tüm dünya da talep artmıştır. Enerji sektöründe ise kömür ocakları buharlı makinelerin yardımıyla verimliliğin artışı sağlanmıştır. Demir madenlerinden metal elde edilmesi için odun kömürünün yerine kök kömürünün kullanılmasına başlanmıştır. Buharlı gemiler, üretilen malların uzak ülkelere ihracatını sağlamıştır. Trenler sayesinde hammaddeler ile üretilen ürünler limanlara kolaylıkla taşınmıştır. Bu durum Avrupa ve ABD'de yeni sermaye sahiplerinin oluşmasını sağlamıştır (Akbulut, 2011: 1). Ayrıca bu gelişmeler Avrupa ülkelerini, hammadde ihtiyacının daha ucuz karşılanabileceği ve aynı zamanda yeni pazarlar oluşturacak orta, yakın ve uzak doğu topraklarına yöneltmiştir. Uluslararası ilişkiler gelişmiş ve ülkelerin sınırları yeniden çizilmiştir (EBSO, 2015: 4).

Sanayi Devrimindeki gelişmeler modern bilimi temel alarak gelişim göstermemiştir. Uсталık gerektiren işlerde ortaya çıkan icatlar ile oluşmuştur. Teknolojinin bilim kullanılarak üretilen ilk ürünü elektrik motorunun icadı olmuştur. 1831 yılında Amerikalı bir fizikçi olan B. Joseph Henry elektrik motorunu icat etmiştir. Henry buluşunu Danimarkalı bir bilim insanı olan H.C. Oersted ve İngiliz bir fizikçi olan Faraday tarafından 1820-1830 yıllarındaki çalışmalarına dayandırarak gerçekleştirmiştir. Elektrik motorunun icadı, teknoloji ürünlerinin bilimsel bilgi ile ortaya çıkmasının başlangıcı kabul edilmektedir. Bu süreçten sonra bilim temel alınarak teknoloji geliştirilmiştir (Günay, 2002: 6).

Sanayi devrimi ile birlikte ortaya birçok kavram çıkmıştır. Bunlardan bir tanesi de uzmanlaşmadır. Adam Smith (1776) üretim süreçlerini anlatırken fabrikalardaki iş bölümü sebebiyle birçok işçinin her bir işi ayrı ayrı yaparak daha fazla üretime katkı sağlayacağını ifade etmektedir. Örneğin bir toplu iğnenin yapımında bir kişi iğne için gerekli metal parçayı keser diğeri uçlarını sivirtir, bir başka kişi ise başlığını yaparken dördüncü kişi de başlık ile iğneyi birleştirir. Bu yapılan çalışma, iş sürecini kısaltırken, aynı zamanda üretim miktarının arttırılmasını sağlamaktadır. Bir tek kişi günde 50 iğne yapabiliyorken 4 kişi bu şekilde çalışarak günde 1000 iğne üretebilir (Smith, 1776a: 17-18). Sanayileşme sürecinde uzmanlaşmanın da yardımı ile makineler yeni özelliklere sahip hale getirilmiştir. Her alanda daha kısa sürede üretim gerçekleştirecek makineler ortaya çıkmaya başlamıştır. Ortaya çıkan makineler ise uzmanlaşmanın da katkısı ile yeni özelliklerle daha da az emeğe ihtiyaç duyularak üretimler gerçekleştirmeye olanak sağlamıştır. Buhar teknolojisinin tekstilde aktif bir şekilde kullanılması sonucu üretim süreçleri hızlanmış fakat üretim sürecine aramalı sağlayan alanlarda aynı hızda arz sunulamamıştır. Bu sebeple zaman zaman ürünler yâda yarı mamul mallar stoklarda beklemiştir. Talebin artması, arzın yetişmemesi durumunda fabrikalar ve üreticiler yarı mamul olan malların üretiminde de makineleşmeye yönelerek arzı arttırmaya çalışmışlardır (Görçün, 2016: 15).

Sanayi devrimi sosyal olarak birçok sorunuda beraberinde getirmiştir. Zamanla kentler büyümüş ve evler kalabalıklaşmıştır. Aydınlatma sistemleri bu dönemde henüz icat edilmediği için şehirler karanlık ve kasvetlidir. Sokaklar sıkışmış evlerden oluşmaktadır. İnsanlar temiz içme suyundan ve sağlıklı bir kanalizasyon sisteminden uzun süre uzak kalmıştır. Manchester'da 1840'lı yıllarda 212 kişinin ihtiyacını bir tuvaletten karşılıyor olması durumun ciddiyetini göstermektedir. Bir kişi 13-14 saat çalışmaktadır ve çok sayıda çocuk işçi istihdam edilmektedir (Günay, 2002: 7). Sanayi devrimi aynı zamanda bir kısmın hızla zenginleşmesini ve emek gücüne bağlı olarak çalışan düşük ücretli insanların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sanayileşmenin ilk dönemlerinde sosyal yapıda ciddi bir farklılık oluşmuştur. Bu durum sürdürülemez bir hal aldıktan sonra sosyal olarak yeni haklar ve politikalar geliştirilmiştir. Yapılan düzenlemeler ile toplum refahı yükseltilmiştir (İşevi ve Çelme, 2005: 3).

Kent merkezlerinin çoğalması Avrupa'daki sosyal yapıyı derinden etkilemiştir. Feodal yapı burjuvanın güçlenmesi ile ciddi sıkıntılar yaşamıştır. Kentli burjuva ile feodal beyler arasında büyük mücadeleler yaşanmıştır. Bu süreçte monarşiyi arkasına alan

burjuvalar lordların kent yönetimine karışmamalarını sağlamıştır. Kent yönetiminde etkin hale gelen burjuvalar merkantilist politikaları savunarak krallıkların uyguladıkları iktisadi yöntemlerde de etkin rol oynamışlardır (Torun, 2003: 185).

Merkantilizm bu dönemde kabul edilen önemli bir iktisadi görüşü oluşturmuştur. Merkantilist görüşe ilk olarak Antonio Serra tarafından 1613 yılında yazılan bir broşürde rastlanmaktadır. *Maden Kaynağına Sahip Olmayan Ülkelerde Altın ve Gümüşü Bollaştıran Nedenler Üzerine Kısa Bir İnceleme* isimli broşürde A. Serra ülkenin zenginliğinin sahip olduğu değerli madenlerle ölçülebileceğini ifade etmiştir. 1767 yılında ise James Steuart *Politik Ekonominin İlkeleri Üzerine İnceleme* ismiyle yayınladığı çalışmada A. Serra ile aynı fikirleri ifade etmiştir. Adam Smith ise merkantil sistem deyimini kullanarak bu düşüncenin merkantilizm olarak adlandırılmasını sağlamıştır (Küçükalay, 2015: 171-172). Merkantilist düşüncenin temelini; *milletin zenginliği halkın sahip olduğu değerli madenler ile ölçülebilir düşüncesi* oluşturmaktadır. Bu sebepten altın ve gümüş biriktirmek en çok istenen servet şeklidir. Ülke içine değerli madenlerin girmesi için ihracat desteklenmelidir ve ülkede üretilen ürünlerin ithalatını devlet yasaklarken, ülke içinde üretilmeyen ve sanayi için gerekli olan hammaddelerin ithalatını ise kısıtlamamalıdır. Sömürgecilik geliştirilmeli ve merkezi devlete bağlı olmalıdır. Sömürgeler merkezi devletteki sanayi için hammadde tedarikçisidir ve aynı zamanda üretilen mallar için önemli bir pazardır. Sanayi malları ihracat için daha verimli ve sürdürülebilir olduğu için ihracatta sanayi malları desteklenmelidir (Bocutoğlu, 2012: 18-19). Merkantilist dönemde özellikle Avrupa'nın batı bölgesinde ticarete, tarım ve sanayi alanında, ulaşımda, metalürjide, nüfus ve kentleşmede, mali ve finansal alanda, sanayileşme ile birlikte teknoloji alanında kısacası toplumun ve ekonomik hayatın her alanında bir canlanma oluşmuştur. Bu nedenle iktisadi gelişmenin merkantilist dönemde yaşandığı söylenebilir (Torun, 2003: 186). 1776 yılına kadar olan merkantilist düşünce, dünyadaki sanayi alanında büyük bir etkisi olan ve en güçlü ekonomiye sahip ülke İngiltere'de artık önemini kaybetmiştir. Merkantilizm ile güçlenen İngiliz tüccarların serbest dış ticaret sayesinde artık devlet desteğine, tekel ayrıcalıklarına ve gümrük sınırlamalarına gereksinimi kalmamıştır. Girişimcilerin sayısı bu dönemde artmıştır ve tekel oluşumlar gücünü kaybetmiştir. Rekabet ile birlikte kaliteli mallar daha ucuza elde edilebilir olmuştur (Bocutoğlu, 2012: 47). Adam Smith'in milletlerin zenginliği kitabını yayınlaması ile artık merkantilist düşünce yerini klasik iktisat okuluna bırakmıştır.

1.2. İkinci Sanayi Devrimi

İkinci Sanayi Devriminin başlangıcının petrolün kullanımı ve bu alanda ortaya çıkan yenilikler olduğu kabul edilmektedir. Birinci sanayi devriminin araştırmaları genel olarak sistemli çalışmalardan ve kuramsal bilgilerden daha çok ustalık gerektiren becerilere dayanan yetenekli teknisyenler ya da işlerine sıkı sarılan girişimci ve işçilerin icatlarından oluşmuştur (Uslubaş, 2016:258). İkinci Sanayi Devriminde ise artık daha sistemli çalışmaların ürünleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Üretim sistemleri ve kuramsal bilgilere dayalı icatlar bu dönemde ortaya çıkmıştır. Bu süreçteki bir diğer önemli katkı ise üretilen makinelerin parçaları aynı standartta yapılmıştır. Bunun sonucunda makineler kolay değiştirilebilen parçalardan oluşmuştur (Akbulut, 2011: 4).

İkinci Sanayi Devrimindeki bilim temel alınarak yapılan icatlardan en önemlilerinden biri demir – çelik endüstrisinde ortaya çıkmıştır. 1856 yılında İngiltere’de Henry Bessemer, 1867 yılında Almanya’da William Siemens yeni üretim süreçleri geliştirmiştir. Bu süreçlerde çelik üretimi esnasında demirdeki yüksek kükürt oranı azaltılamamıştır. 1879 yılında İngiltere’de Gilchrist – Tomas kükürt sorununu çözmüştür (Günay, 2002: 7). Bessemer’in eritilmiş demirin, alttan verilen hava ile oksijenin yardımıyla demiri çeliğe dönüştürme yöntemi çelik üretimi sürecini hızlandırmıştır. Çeliğe ihtiyaç duyulan büyük ölçekli projelerin yapımında etkili olmuştur. Tren rayları, çelik, petrol, kimyasal teknikler ve elektrik bu dönemde Avrupa, ABD ve Japonya’ya yayılmıştır. Birinci sanayi devrimindeki makineler basit mekanik aletler olmuştur. Fakat İkinci Sanayi Devrimindeki makineler, fizik ve kimya bilim dalları sayesinde daha gelişmiş teknolojilerdir (Akbulut, 2011: 3). Birinci sanayi devrimi İngiltere’de ortaya çıkmış olsada çelik, ucuz hammadde ve yaygınlaşan demir yolu trafiği ile büyük bir hızla Kuzey Amerika ve Almanya’da da yayılmıştır (Kabaklarlı, 2016: 36). Teknoloji devrimi sayesinde ABD ve Almanya dünya lideri ülkeler konumuna yükselmiştir (Akbulut, 2011: 3).

Bu süreçte ticaret yollarında demir yolları sayesinde ilerleme gerçekleşmiştir. Buharlı trenler sayesinde nakliye süreleri kısalmıştır ve ticarete değişim gerçekleşmiştir. 1830’da lokomotifler 90 kilometrelik bir hızla gitmeyi başarmıştır. 1845 yılına gelindiğinde İngiltere’de demiryollarındaki yolcu sayısı yıllık 48 milyona ulaşmıştır. 1850’de ABD’de ise demir yolları için ray hattı 33 bin km’yi geçmiştir. 1847 yılında New York ve Chicago arasında at arabasıyla üç hafta süren bir yolculuk gerçekleşirken 1857 yılında ise aynı mesafe tren sayesinde 72 saatte gidilebilmektedir (Rifkin, 2015: 50). Tren yolculuğunun bu

şekilde ulaşımı etkilemesi ticaretin gelişmesini ve en uzak mesafelerdeki insanların bile ekonomiye aktif katılımını sağlamıştır.

İkinci Sanayi Devrimi'ndeki bir diğer önemli buluş ise elektriğin icadıdır. 1882 yılında Thomas Edison'un ampülü icat etmesi ile elektrik kullanımı yaygınlaşmış, fabrika ve kentlerde elektrik kullanılmaya başlanmıştır (Akbulut, 2011: 3). Buhar gücünün yerine kullanılan ve daha üstün bir teknoloji olan elektrik, üretim hatlarında kullanılmış ve makinelerin gelişmesini sağlayarak üretimin artmasına yardım etmiştir (EBSO, 2015: 5).

Thomas Edison 1889'da General Elestric adında bir şirket kurarak buluşları için kaynak bulan girişimcilerdendir. 1892'de ortak olduğu bir şirket ile firmanın ismi General Electric adını almıştır. Edison, 1000 adet ürün için patent almıştır ve 14 adet girişim şirketinin kurucusu olmuştur. Birçok tröst şirketleri ile sokak brokırıları bu şirketlere nakit akışı sağlayarak hisse pazarını oluşturmuştur. Bu şekilde imalat sanayi ve finans sektörü koordineli olarak gelişim sergilemiştir. Bankalar bu dönemde gelişim göstermiştir ve demir çelik, kimya alanlarında faaliyet gösteren firmalara sermaye desteği sağlamıştır (Kabaklarlı, 2016: 37).

İlk olarak 1859'da Drake'nin açtığı bir petrol kuyusu ile petrol üretimi başlatılmıştır. Drake ileri teknoloji ürünü olan delme makinelerini kullanarak petrolü yeryüzüne çıkarmayı başarmıştır. Sonraki 10 yıl içerisinde Titusuille'de birçok petrol çıkarma ve arama şirketi kurulmuştur. Kömürün yerine ikame edilen petrol, buharlı makineler için uygun bir yakıt olmasına rağmen istenilen düzeyde verim sağlanamamıştır. 1892'de Alman bir mühendis olan Rudolf Diesel içten yanmalı bir motor icat ederek verimlilik sorununu tamamıyla gideremese de önemli bir çözüm üretmiştir (Görçün, 2016: 53-54).

İkinci Sanayi Devrimi Amerika'da borsa sayesinde hızla gelişmiştir. 1870-1914 yılları arasında Amerika'da sermaye gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Bugün New York borsası ismiyle bilinen Cleveland borsası bu dönemde girişimciler ve büyük şirketlerin borsaya katılmaları, halka yeni bono arzlarının yapılması ile yeni sermaye oluşumunun sağlanması ve yeni buluşların finansının toplanan yeni sermayelerce karşılanmasına aracı olmuştur (Kabaklarlı, 2016: 37).

İkinci Sanayi Devrimi'ndeki buluşlar bilime dayalı gerçekleşmiş olsa da bunun yanında eski usul gerçekleşen ustalık gereği yapılan buluşlarda bu süreçte devam etmiştir. Bunun bir benzeri ABD'de Henry Ford'un, tamircilerin ustalıklarıyla ortaya çıkan yapım ve

onarım süreci sonucunda 1903 yılında ilk otomobili piyasaya sürmüş olmasıdır. Wright Kardeşler ise yine aynı yıl içerisinde uçak yapmıştır. Fakat sonrasında bu buluşlar sistemli araştırmacılar ve mühendislerin çalışmalarıyla bilimsel bir süreç içermiştir (Uslubaş, 2016: 258). Uzun çalışmalar sonucunda 1908 yılında Ford Motor Model T isimli otomobili piyasaya sürmüştür (Kabaklarlı, 2016: 37).

Bu dönemde yapılan üretimlerde bazı ürünlerin üretimi fabrikada olsa da birçok üretim süreci farklı yerlerde yapılmaktaydı. Bu durum üretimde hem zaman kaybı hem de verimlilik kaybına yol açıyordu. 1911'de Frederic Winslow Taylor yayınlamış olduğu *Yönetimin Bilimsel İlkeleri* çalışmasında **Taylorizm** ismiyle anılacak olan yeni bir üretim yöntemi ortaya atmıştır. Bu yöntem kısa sürede sanayi üretiminde kabul görmüş ve uygulanmaya başlanmıştır. Taylor yapılan bir işin belirli parçalara bölünerek ayrı ayrı süreçlerde uzmanlaşan çalışanlar tarafından üretilmesi gerektiğini savunmuştur. Bu sayede her bir parça ürün her bir işlem için o işte uzmanlaşarak hız kazanmış işçi tarafından işlenebilecektir. Taylor bu sistemin iş akışında ciddi bir verimlilik sağlayacağını belirtmiştir (Görçün, 2017: 59). Taylor aynı zaman da yönetim ve çalışan iş birliğinin bu sayede toplum refahını arttıracığını belirtmiştir. Uygulanan sistemli üretim metodu ile işçilerin işten kaytarmaları önlenmiştir, üretimde verimlilik sağlanmıştır ve buna bağlı olarak işçi ücretleri artmıştır (Taylor, 2005: 16).

Bu sayede her bir iş basit şekilde ele alınacak ve standartlaşma sağlanmış olacaktır. Kısa işlem süreçlerinde işçi sürekli olarak aynı işi yaparak pratiklik kazanacak bir birine bağlı olarak yapılan işlemler dizisinde kitlesel bir üretim sağlanmış olacaktır. Taylorizm benimseyen şirketler etkinlik ve verimlilikte ciddi artış elde etmişlerdir. Fakat bu süreç yine de yeterli bir seviyeye ulaşmamıştır. Bunun en temel sebebi ise üretim esnasında üretilen parçaların arasında sistemli bir akışın sağlanamamasıdır. Parçaların bir süreçten diğerine aktarımı esnasında zaman kayıplarının yaşanması verimliliği gerektiği ölçüde arttıramamıştır (Görçün, 2016: 60). Bu esnada Taylor ilkelerini benimseyen ve aynı dönemde kasapların kullanmış olduğu et parçalama sistemini öğrenen Henry Ford bir üretim bandı oluşturarak parçalama bandı sisteminin aksine araba montaj hattı oluşturmuştur. Araba montajı ile ilgili bütün işlemleri bu hat üzerine taşımıştır. Bu sayede bir arabanın üretim sürecinin bant üzerinde başlayıp aynı bantta bitirilmesi ile işçiler arasındaki zaman kaybının ortadan kalkması sağlanmıştır. Taylorist üretim tekniğinden faydalanan Henry Ford bu sayede emeğin verimini arttırmıştır. Yeni model üretim olan seri üretim modeli

Fordist üretim şekli olarak anılmıştır. Bu seri üretim sayesinde 1910'da 780 dolar olan Ford Model T aracı 1916'da 360 dolara satışa sunulmuştur. Seri üretim yöntemini kullanan Dupont Ford Motors, General Electric ve Carnegie Steel gibi şirketler ABD'de emek miktarını azaltarak yerel piyasaya odaklı üretimler gerçekleştirmiştir (Kabaklarlı, 2016: 37).

Eski üretim yöntemlerinin köklü olarak değişmesi ile el işçiliği yerini önemli oranda mekanik üretime bırakmıştır. Mekanik üretim sayesinde üretilen malların standartlaşması sağlanmıştır. Ayrıca mesai saatleri kavramı ortaya çıkmıştır. Üretimde bulunan insanların aynı anda işe başlaması ve üretimde işçinin kendisine verilen işi bütün sistemin sağlıklı işleyebilmesi için gerekli zamanda bitirme zorunluluğu oluşmuştur. Bu sistemde karşılaşılabilecek herhangi bir aksaklık yüzünden ortaya çıkacak maliyet ise oldukça yükselmiştir (Uslubaş, 2016: 259). Ortaya çıkan yeni üretim teknikleri sayesinde verimlilikte artış, toplum refahında yükselme olmuştur. Bu durum orta sınıf kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır.

İkinci Sanayi Devriminde iletişimde de ciddi gelişmeler yaşanmıştır. 1875 yılında imzalanan Uluslararası Posta Anlaşması ile uluslararası posta ağı sistemi oluşturulmuştur. 1837 yılında ise telli telgraf icat edilmiştir ve Avrupa'da hızla yaygınlaşmıştır. 1866'da Atlantik denizine telgraf hattı çekilmiştir. Guglielmo Marconi 1895'te bir deneme gösterisinde ilk telsiz telgrafı radyo dalgalarını kullanarak gerçekleştirmiştir. Radyo dalgaları ile iletişim uzak mesafeler için önemli bir iletişim aygıtı olmuştur ve hızla yaygınlaşmıştır (Uslubaş, 2016: 261). Alexander Graham Bell ise 1876'da telefonun patentini alarak iletişimde ciddi bir ilerleme sağlamıştır (Kabaklarlı, 2016: 36).

Kimya alanında da çok ciddi gelişmeler yaşanmıştır. Almanya kimya sektörü sayesinde sanayi devriminde lider ülkeler konumuna yükselmiştir. Bu dönemde Almanya kimya alanındaki patent sayıları ile ilk sırada yer almaktadır. 1840'da kimya alanında bir profesör olan Justus Von Liebig "Organik Kimyanın Tarım ve Psikolojide Uygulaması" isimli makalesi ile gübrenin tarım için öneminden bahsetmiştir. Tarımda gübre kullanımını ile toplam üretilen ürün miktarının arttırılabileceği, bu sayede ülkedeki tarımsal ürün talebinin karşılanabileceğini ve böylece toplum refahında artışın sağlanacağını belirtmiştir (Kabaklarlı, 2016: 37). Tarımda yapılan yeni buluşlar ve makineleşmenin tarım alanında da yaygınlaşması ile üretimde verimlilik artışı sağlanmıştır.

İkinci Sanayi Devrimi'nde yaşanan hızlı sanayileşme, bilim ve kimya alanındaki gelişmeler devam ederken devletlerin sömürgeleştirme yarışı ve dünya üzerinde hâkimiyet kurma hırsları sebebiyle 20. Yüzyılın başında birinci dünya savaşı gerçekleşmiştir. Birçok teknolojik silah ve savunma sanayinde yenilikler yapılmış ve bu süreçte denenmiştir. Fakat birinci dünya savaşı bir diğer savaşa engel olamamış ve dünyada iki büyük savaş yaşanmıştır. Gelişen bu olaylar sanayileşme ile birlikte yeni buluşların ortaya çıkartacağı tehlikeleri de gözler önüne sermiştir. Atom bombasının kullanılması ve kimyasal silahların ortaya çıkartacağı büyük yıkımlar tartışılmaya başlanmıştır.

20. yüzyılda yaşanan dünya savaşlarının yıkıcı etkileri sınırları olduğu kadar ekonomileri ve dünya siyasetini büyük ölçüde etkilemiştir. Savaşın etkisi ile sanayileşme süreci birinci sanayi devrimine göre daha yavaş bir ilerleme sergilemiştir. Birinci dünya savaşının arkasından yaşanan küresel kriz ekonomi alanındaki görüşlerin sorgulanmasına neden olmuş, yeni bir iktisadi görüş ortaya çıkmıştır. J.M. Keynes 1936 yılında Genel Teori kitabını yayınlamıştır. Klasik iktisadın aksine devletin ekonomiye para ve maliye politikaları ile müdahale etmesi gerektiğini savunmuştur. Klasikler ekonominin arz yönlü olduğunu iddia etmekte iken ekonominin asıl lokomotifinin talep olduğunu savunmuştur.

1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi / Bilişim Çağı

İki büyük savaşın ardından yavaşlayan sanayileşme süreci ikinci dünya savaşı sırasında icat edilen bir makinenin geliştirilerek yaygın hale getirilmesiyle yeni bir çağı başlatmıştır. Bilgisayarın icadı ile dijital devrim gerçekleşmiştir. Bir insanın hesap yaptığını belirtmek amacı için kullanılan **Computer – Bilgisayar** kavramı ilk olarak 1613 yılında ortaya çıkmıştır. Lakin insan için kullanılmadan önce bu kavram makineleşmiştir (Özdoğan, 2017: 14). 1642 yılında ise vergi toplayan babasına yardımcı olabilmek adına Blaise Pascal basit bir hesap makinesi yapmıştır. Bir tekerlek ve üstünde sayılar bulunan bir mekanizma olan bu sistem hesap makineleri tarihinde bir ilktir. 1673'de Leibniz, **Pascaline** isimli bu hesap makinesini çarpma işlemi yapabilen daha gelişmiş bir makineye dönüştürmüştür. 1820 yılında Colmar dört işlemleri bir sistem yapmıştır. Günümüz bilgisayarlarının atasını ise İngiliz matematikçi olan Charles Babbage 1832 yılında '**Difference Engine**' adını verdiği, diferansiyel denklemleri çözebilen bir makine geliştirmeyi planlamış lakin başarılı olamamıştır. 1801 yılında Jacquard tarafından icad edilmiş olan delikli tahta sistemini H. Hollerith 1890'da geliştirerek **Tabulator** denen bir makine yapmıştır. Hollerith buluşunu ABD'nin nüfus sayımı için kullanmış ve o zamanın şartlarıyla 10 yıl sürebilecek olan

sayımı 6 hafta içinde tamamlamıştır. Hollerith 1924 yılında IBM adıyla bir firma kurarak sistemini piyasaya sürmüştür. 1931’de ise Vannevar Bush diferansiyel denklem çözebilen ilk hesap makinesini yapmıştır (Gözü ve Aydın, 2009: 1,2,3).

Dünyadaki ilk programlanabilir mekanik makineyi Konrad Zuse 1936-1938 yıllarında geliştirmiştir. Bugünün modern bilgisayarının atası konumunda ve elektromekanik olan **Z1** cihazıdır (Özdoğan, 2017: 14). 1937’de ise Howard Hathway Aiken’in tasarladığı makine **Mark 1** olarak adlandırılmıştır. Aiken’in cihazı yarı elektronik devrelerden oluşmaktadır. Bu cihaz trigonometrik ve logaritmik fonksiyonları bu zamanın sistemlerinden daha yavaş çözebilen bir sistemdir (Görçün, 2016: 87). 1939 yılında Alan Turing Almanya savaşı esnasında İngiliz hükümetinin kurduğu Hükümet Kod ve Şifre Okulu (GC&CS) savaş merkezi olan Bletchley Parkta yaptığı çalışmada Enigma kodlarını kırabilecek bir makine icat etmiştir. Turing, Atlantik savaşının belirleyici bir faktör olan enigma şifrelerini yüksek hızlı bir kod kırma makinesinin baş tasarımcısı olmuştur. Turing ve meslektaşlarının GC & CS’de yaptığı çalışmaların Avrupa’daki savaşı en az iki yıl kısalttığı tahmin edilmektedir. Turing’in elde edilen zafere katkısı bir devlet sırrı olmuştur ve İngiliz İmparatorluğu Nişanı almıştır. Onun tasarımı olan **Otomatik Hesaplama Motoru** (the Automatic Computing Engine - ACE) Atlantik’in her iki tarafında o dönemin en büyük icadıdır. Mühendislerin ACE’yi inşa etmesini beklerken, Turing ve grubu bilgisayar programlama bilimine öncülük etmiş, planlanan makine için karmaşık bir matematiksel programlar kütüphanesi yazmıştır. Turing, şimdi **“Yapay Zekâ”** (Artificial Intelligence - AI) adı verilen alanı kurarak, insan beyninin aslında dijital bir bilgisayar olduğu teorisinin öncüsü olmuştur (Copeland, 2004: 1-2). Turing’in çalışmaları bugün geliştirilmiş olan modern bilgisayarların ve yapay zekânın temelini oluşturmuştur. 1943 yılında ise Britanya’lı olan Tommy Flowers’ın yapmış olduğu **Colossus** adını alan ilk programlanabilir elektronik bilgisayar icat edilmiştir (Özdoğan, 2017: 14). 1950 yılında askeri alandaki ihtiyaçların karşılanması için üretilen bugünkü çiplerin öncüsü olan elektron tüpleri ile RAM Bellek kullanılan **ENIAC** bilgisayarlar üretilmiştir. ENIAC bilgisayarlar kişisel kullanıma uygun olmamak ile birlikte ebatları ve kullandığı elektrik miktarı ile yaygın kullanıma elverişsiz cihazlar olmuştur. Bu sebepten dolayı ticari olarak yaygınlaşamamıştır (Görçün, 2016: 87). Ticari olarak satılabilen ilk bilgisayar 1951 yılında **LEO1** ismiyle piyasaya sürülmüştür. Sonraki dönemlerde ise LEO 2 Britanya hükümeti ve Ford dahil olmak üzere 10 farklı kuruluşa satılmıştır (Özdoğan, 2017: 15). Bilgisayar alanındaki çalışmalar sonraki yıllarda büyük bir hızla devam etmiştir. Yapılan ilk çalışmalara bakıldığı zaman bilgisayarlar yığın

işlemcili ve yalnızca bir kişinin kullanımına izin veren cihazlar olmuştur. Bu durum zaman kaybına yol açmaktadır ve bunun için çözüm arayışları başlamıştır. Bir cihazın kullanımının paylaştırılabilmesi için çalışmalar yapılmıştır. ABD Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilen çok sayıda bilgisayarı bir birine bağlayarak iletişimde hız sağlamayı amaçlayan **ARPANET** (Advanced Research Projects Agency Network) internetin başlangıcı olmuştur (Kabaklarlı, 2016: 39). ARPA tarafından yapılan bu sistem temelde savaş esnasında nükleer savaş merkezi imha edilmiş olsa da silahların ateşlenmesini sağlamak için geliştirilmiştir (Parlak ve Balık, 2005: 10). Bu süreçte bilgisayar piyasasında gelişmiş daha çok kişisel kullanıma ait bilgisayarlar üretilmeye başlanmıştır. Ucuz iş gücü ve komünist sistemde yaptığı yeni reformlar sebebiyle küresel dünyaya dahil olan Çin, bilgisayar firmalarının fabrikaları için ideal bir alan oluşturmuştur. 1980'lerden sonra yapılan yeni reformlar sayesinde Çin'in elektronik alanındaki yükselişi başlamıştır. Bugün elektronik alanındaki çalışmaları ve geliştirmiş olduğu Robot teknolojileri ile Çin ekonomisi, önemli bir konuma gelerek Üçüncü Sanayi Devrimi'nin lider ülkelerinden biri olmuştur.

Üçüncü Sanayi Devrimi'nde iletişim teknolojilerindeki gelişmeler birbirini takip etmiştir. Üretim süreçlerinde bilgisayarların birbirine bağlanması, internetin gelişmesi ile **World Wide Web** (www) kurulması çok uzak mesafelerden bile insanların bilgiye erişimini kolaylaştırmıştır. Bu süreç üretim teknolojilerinin de gelişmesiyle sadece bilgisayar ve iletişim alanı ile sınırlı kalmamıştır. İş hayatını etkilediği gibi gündelik hayatı da etkilemiştir. Bu süreçte yapılan makineler insan gücü gerektiren birçok işi kolaylaştırmıştır (EBSO, 2015: 6). 1967 yılına gelindiğinde ABD'de sosyal gelir %25 oranında bilgi – iletişim alanındaki mal ve hizmetin üretimi, işletme ve dağıtım ile gerçekleşmesi, bilgisayar çağının “**Bilgi Toplumu**” olarak anılmasına sebep olmuştur (Kocacık, 2003: 2).

Bilgisayar teknolojisinin fabrikalarda kullanımı ile üretimdeki işgücü bir etkileşim geçirmiştir. Tabii ki bilgisayarın icadı ile yeni meslek dalları gelişmiştir. Lakin aynı zamanda fabrikalarda birçok iş yükünü ortadan kaldırmıştır. Bunun bir örneğini verecek olursak 1990 yılında Detroit'teki üç büyük şirketin piyasa değerlerine baktığımızda 36 milyar dolar, gelirlerine ait toplam miktarın 250 milyar dolar olduğu görülmektedir. Bu kadar büyük ölçekli üç firmanın çalışan sayısına baktığımızda 1990 yılında 1,2 milyon çalışana sahiptir. Fakat aynı firmaların 2014 yılı piyasa değerleri 1,09 trilyon dolar ve 247 milyar dolar ile aynı gelir üretilmektedir. Fakat aynı gelir seviyesine 137000 personel ile çalışarak ulaştıkları görülmektedir (Schwab, 2016: 19). 24 yıllık süreçte çalışan sayısında 10

kat azalma görülmüştür. Bugün teknoloji sayesinde sanayi istihdamında ortaya çıkan azalmanın bir göstergesi niteliğindedir.

Sanayi devrimlerinin tamamına baktığımız zaman ilk olarak tarım sektöründeki iş gücünün sanayi sektörüne yönelerek fabrikalarda istihdam alanı oluşturduğu görülmektedir. Teknolojinin ilerlemesi ve dijitalleşmenin de sağlanması ile birlikte sanayi sektöründen hizmetler sektörüne bir akış gerçekleşmiştir. Böylece dijitalleşme istihdam alanında bir değişim ortaya çıkartmıştır. Bu durumu Allan G.B. Fisher ve Colin Clark sektör tezleri ile kalkınmanın en basit aşamaları olarak kabul etmişlerdir. **Birincil Sektör, İkincil Sektör** ve **Üçüncül Sektör** olarak ayrılan aşamalarda ilk olarak tarım ürünleri birincil sektörün konusunu oluşturmaktadır. Sonraki süreçte ikincil sektör sanayi sektörünün imalat ürünlerine yer vermektedir. Son aşamadaki üçüncül sektör ise inşaat, ulaştırma, ticaret ve mali işlerden oluşmaktadır. Sektörler tezinde her ülke başlangıçta birincil sektörde üretim yapmakta sonrasında üretim sanayi malları olan imalatta ve son olarak en yüksek katma değer içeren hizmet sektörüne kaymaktadır (Kaynak, 2011: 178). Ülkelerin kalkınma süreçleri bu şekilde ilerlemektedir. Bu durumda hizmetler sektörünün istihdam oranları ülkelerin gelişmişliğinin göstergesi kabul edilmiştir. Üçüncü Sanayi devrimi ile birlikte gelişmiş ülkelerin istihdam oranları hizmetler sektöründe yoğunlaşmıştır. Gelişmiş ülkelerin hizmet sektöründe istihdam oranı toplam istihdamın %70'ini oluşturmaktayken geriye kalan %30'luk istihdam sanayi ve tarım sektöründe çalışmaktadır. Bu durum 3. Bölümde grafiklerle açıklanmıştır.

2. BÖLÜM

2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ (ENDÜSTRİ 4.0) VE TÜRKİYE'DE İLGİLİ GELİŞMELER

Bilgisayarların cep telefonları ile birleşmesinin sonucunda, birçok insanın daha küçük, daha kullanışlı ve ulaşılabilir olan bu cihazlarla internete bağlanabilmesiyle birlikte birçok kavram ve yenilik ortaya çıkmıştır. Hiç bilgisayar kullanmamış olan insanlar bile internete kolay erişime sahip olmuştur. Ayrıca facebook, instagram, whatsapp, twitter aracılığı ile insanların sosyal çevreleri ile etkileşimi çoğalmıştır. Dünyadaki teknolojik gelişim sadece bununla kalmamış birçok yeni gelişme yaşanmış, robot teknolojileri ilerleme kaydetmiştir. Bu ilerlemeler öyle noktaya gelmiştir ki birçok bilim kurgu filminin gerçekleşme ihtimali kaygısı, bilim insanlarının yeni teknolojileri sorgulamaya başlamasına sebep olmuştur.

World Economic Forum kurucusu Klaus Schwab 2016 çalışmasında, neden yaşadığımız değişimin üçüncü sanayi devrimi olmadığını ve dördüncü bir devrimin başladığını 3 faktörle ifade etmektedir. Birincisi diğer sanayi devrimlerinin aksine bu devrimin hızı, doğrusal olarak değil üstel olarak gerçekleşmektedir. Teknolojilerin bir biri ile bağlantılı olarak geliştiriliyor olması yaşanan değişimin daha büyük bir hızla gerçekleşeceğini göstermektedir. İkinci olarak genişlik ve derinlik mevcuttur. Yani bütün bu değişim dijital devrim temeli ile gerçekleşmekte, derinden gelen bir dalga ile genişleyerek devam etmektedir. Bu değişim ekonomiyi, iş hayatını, toplumu ve bireysellik içeren daha önce görülmemiş bir teknoloji çeşitliliği ile karşımıza çıkmaktadır. Üçüncü faktör sistemsal bir değişim içermesidir. Dördüncü sanayi devrimi ülkeleri, sektörleri, şirketleri ve içinde bulunan bütün toplumların, tamamının sistemsal olarak bütünsel dönüşümünü içermektedir (Schwab, 2016: 11).

Dördüncü Sanayi Devrimi kavramı ilk olarak Almanya'nın Hannover kentinde ifade edilmeye başlanmıştır. Almanya hükümeti bu konuda çalışmalar yapacak bir çalışma grubu oluşturmuştur. Almanya hükümetinin kurmuş olduğu bu çalışma grubunda SAP AG ve Bosch şirketlerinin yöneticileri, Kagerman başkanlığında çalışmalar yapmaktadırlar (EBSO, 2015: 7). Teknolojideki bu dönüşümü kaçırmak istemeyen, başta ABD olmak üzere birçok gelişmiş ülke dördüncü sanayi devrimini gerçekleştirmek için hükümetlerin öncülüğünde komisyonlar kurmuşlardır.

Dördüncü Sanayi Devrimi'ni farklı kılan bir özellik ise bugüne kadarki sistemlerin insandan makineye doğru bilgi aktarımı şeklinde olmasına karşın bu devrim bize makineden makineye de aktarım gerçekleştiğini göstermektedir. Bu sebepten bu devrim aynı zamanda M2M (machine to machine) olarak ifade edilmektedir. Teknoloji artık hayatın her alanında karşımıza çıkacak hatta insanların vücutlarına çip takılması ile bireylerin kendilerini internet ortamına entegre etmesini sağlayabilecektir. Ayrıca 3D yazıcılar ile istenilen her şeyin yazılabilmesi mümkün olacak, nesnelerin interneti ile bütün cihazlar birbirine entegre edilebilecek, yapay zeka tarafından yönetilen sistemler bir çok aracıyı ortadan kaldıracak ve doğrudan bilgiye erişimi sağlayacak, akıllı fabrikalar ile karanlıkta çalışan daha az enerji harcayan yeni nesil fabrikalar görülebilecek, akıllı evler sayesinde insanlar evlerindeki sistemlere uzaktan erişim olanağı bulabilecektir.

2.1. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Kavramları

Dördüncü Sanayi Devrimi yeni kavramların gündeme gelmesine sebep olmuştur. Üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim sistemleri, otonom robotlar, akıllı fabrikalar, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, siber fiziksel sistemler, sanal paralar ve bir çok yeni kavram Endüstri 4.0 içinde tanımlanmaktadır.

2.1.1. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar

Günümüzde bilinen nokta vuruşlu, lazer ve püskürtmeli olarak 3 farklı yazıcı çeşidi bulunmaktadır. Bu yazıcıların hepsinin ortak özelliği bir kağıt üzerine mürekkep yardımı ile yazı yazılması şeklindedir. Lakin 3 boyutlu yazıcılar, çok başka baskı şeklini ortaya çıkartmıştır. Artık istenilen herhangi bir nesne bilgisayar programı ile tasarlanıp 3 boyutlu olarak çıktı alınabilecektir. Bugüne kadar sanayi üretimleri her zaman tek tip üretim olmuştur. Fakat 3 boyutlu yazıcılar ile artık kişiye özel tasarımlar rahatlıkla gerçekleştirilebilir.

Bu yazıcıların çalışma sistemi temelinde içinde barındırdığı maddeyi (üretilecek olan ürünün niteliğine göre farklılık göstermektedir) belli bir düzleme aktararak maddenin üst üste eklenmesini sağlamaktadır. Bu sebepten **eklemeli yazıcılar** olarak da ifade edilmektedir. Üç boyutlu yazıcılardan küçük bir silgiden devasa bir gökdelene kadar her şeyin çıktısı alınabilmektedir. Singapur hükümeti 150 milyar dolarlık bir yatırım ile Nanyang Teknoloji üniversitesinde büyük beton bloklarının üretilebilirliği üzerinde çalışmalar yapmaktadır (Özdoğan, 2016: 77). Ayrıca pastadan şekerlemeye, otomobilden-

elbiseye, uçaktan – müzik aletlerine kadar birçok ürün eklemeli yazıcılar sayesinde üretilebilir durumdadır.

Üç boyutlu baskı teknolojisi yeni gibi görünse de aslında çalışmalar 1980’li yıllarda başlamıştır. 1984’te Chuck Hull of 3D Systems firması ilk yazıcıyı üretmiştir. Günümüzde yaygınlaşmış olan 3D yazıcılar 2010 yılına kadar üzerinde durulmamış bir teknoloji olarak kalmıştır. Birçok girişimci ve akademik çevrenin ilgisini üzerine çekmesinden sonra teknolojinin birçok alanında getirdiği kolaylıklar, üretim maliyetlerini azaltması ve üretim avantajları sayesinde ilgi çekmiştir (Akgül, 2014).

Üç boyutlu yazıcılar ilk etapta 3 çeşit olarak ortaya çıkmıştır. 1988 yılından sonra kullanılmaya başlanan **Eriyik Eklemeli** (Fused Deposition Medelling-FDM) 3D yazıcılar olarak Eden Prairie de Stratasys firması Minnesota’da üretmiştir. Termoplastik veya bir reçine, bir düzeneğe yardımıyla önceki katmana eklenerek işlem yapmaktadır. Diğer yöntemlere göre maliyetleri düşüktür. İkinci model ise 1992 yılında kullanılmaya başlayan **Lazer Sinterleme** (SLS_ Selective Laser Sintering) yazıcılarıdır. Hammadde lazer ile eritilerek katmanlara eklenmektedir. Bu sistemde çalışma maliyeti yükselmektedir. 2000’li yıllardan sonra ortaya çıkan Object firması tarafından geliştirilen **Çoklu Düze** (Polyjet Teknoloji - PT) yazıcılar ise aynı anda birçok başlık sayesinde tek bir zemin üzerine çıktı alınan bir sistem olarak tasarlanmıştır (Yıldırım, 2016: 159-160). Günümüzde ise birçok model üretilmekte ve satışa sunulmaktadır. 2012 yılında 3D yazıcıların piyasa hacmi 2.2 milyar dolar olmuştur. 2011 yılına göre piyasada %29 artış göstermektedir. Bu yazıcılarla birçok farklı ürün basılabildiği gibi kendi parçaları dahi üretilebilir. Motor ve elektronik ürünler haricinde hemen her şey bu yazıcılar sayesinde basılabilmektedir (Akgül, 2014).

Üretim süreçlerinin hemen her anında fabrika sahipleri üretim maliyetlerini azaltmayı, daha az hammadde kullanarak üretim kayıplarının yaşanmasını engellemeyi denemişlerdir. Her bir sanayi devriminde bu durum biraz daha gelişmiştir fakat hiçbir dönemde üretim artıkları sorununa istenilen çözüm bulunamamıştır. Üç boyutlu yazıcılar ile üretim sürecinde artık materyal ortaya çıkmamaktadır. Ayrıca bu yazıcılar sayesinde her birey üretici konumuna geçebilir. 3D yazıcıya sahip olan ve tasarım programı (CAD) kullanabilen herkes istediği her ürünü basarak yeni bir tarz oluşturabilir. Üretimini internet ortamından tanıtarak pazarlamasını da sağlayabilir. Tüketicilerin bile üretimde aktif rol oynayacağı imalat süreçleri yaşanabilir. Bu süreçte herkes hem üretici hem tüketici

konumundadır. Bu sebepten Dördüncü Sanayi Devrimi “üre/tüketici”¹ kavramını ortaya çıkabilir. Üç boyutlu yazdırma birçok açıdan klasik imalattan farklı bir durumdadır. Bu sistemde yazdırılacak olan nesnenin tasarımı ve programlanması haricinde insan müdahalesine gerek kalmamaktadır. Böylece yeni bir kavram olan “bilgi” ve “imalat” terimlerinin birleşimi ile bu süreç “bilgimalat”² olarak isimlendirilebilir (Rifkin, 2015: 98).

Üç boyutlu yazıcılar hayatın her alanını etkileye bilmektedir. Bugüne kadar bu yazıcılar ile basılmış birçok ürün mevcuttur. Food ink isimli bir restaurant yemeklerini üç boyutlu yazıcı ile yapmakta böylece yemek yapımı aşamasındaki israfı ortadan kaldırmaktadır. Bir başka firma ise %75’i EBS plastikten olan elektrikli arabalar üretebilmektedir. 3D ürünü araçlar henüz yaygınlaşmamış olsa da bu alanda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Bir arabanın üretimi için yalnızca bir günlük yazdırma süreci geçmektedir. Aynı şekilde bir günlük yazdırma süreci sonucunda prefabrik evlerde inşaa edilmektedir. 55m²’den 75m²’ye kadar daireler bu yazıcılar tarafından yazılabilir durumdadır. Yaklaşık piyasa fiyatı 4000 dolar değerindeki evler kullanılan malzemeler sayesinde kış aylarında sıcak bir ortam sağlarken yaz aylarında serin bir ortam oluşturmaktadır. Yazıcılar sayesinde inşaat maliyetleri ve süresi (24 saat) ciddi şekilde kısalmaktadır. Ayrıca inşaat yapılan bölgedeki dengesiz voltaj ve su sıkıntısı koşullarında bile inşaatla bir aksama yaşanmayacak şekilde tasarlanmışlardır. Bu yazıcılarla protez ihtiyacı da büyük ölçüde karşılanabilecektir. Protezlerin kişiye özel yapılması sürecin uzamasına neden olmaktadır 3D yazıcılar süreci kısaltarak her bütçeye uygun bir şekilde kaliteli ve ucuz üretim yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca bu yazıcılar sağlık sektöründe sadece protez üretiminde kullanılmamaktadır. Aynı zamanda doku ve organ üretilebilir durumdadır. Hücrelerden doku üretimi gerçekleştirilmiştir fakat organ üretimi için çalışmalar devam etmektedir. Üretilen bir ciğer günlerce canlı kalmayı başarmıştır. Bu durum sağlık alanında birçok gelişmeyi beraberinde getirebilecektir. Müzik aletleri, kullanım amaçlı el aletleri, yedek parçalar, pasta, şekerlemeler ve hatta elbise bile üretilebilmektedir. Giyim sektöründe bir tasarımcı 3D yazıcılar ile ürettiği esnek plastik parçaları birleştirerek yeni bir koleksiyon tasarlamıştır³.

¹Prosumer (producer ve consumer kelimelerinden türetilmiştir) üretüketici olarak tercüme edilmiştir.

²Infofacture (information ve manufacture kelimelerinden türetilmiştir) bilgimalat olarak tercüme edilmiştir.

³ <https://www.youtube.com/watch?v=dryvKQAARCw>

Üç boyutlu yazıcılar sayesinde üretimde yaşanan bu büyük devrim ile birlikte marjinal maliyetler sıfıra yaklaşacaktır. Birçok ürün için kâr ortadan kalkabilir ve alım satım işlemi gereksiz hale gelebilir (Rifkin, 2016: 101).

2.1.2. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT)

Nesnelerin interneti basit olarak tanımlamak gerekirse birçok internete bağlı cihazın bir biri ile bağlantı kurabilmesi ve ayrıca üretim süreçlerinde RFID (Radyo Frekans Teknolojileri) sayesinde ürünler için ihtiyaç olan bilginin veri olarak aktarılabilmesidir. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde yapay zekânın makineleri yönetebilmesi ile birçok alanda insan gücüne gerek kalmadan üretim sürecinin gerçekleşmesi sağlanacaktır. Ayrıca hayatın her alanında cihazların iletişimi sayesinde birçok iş otomatik olarak gerçekleşecektir. Bilişim teknolojileri nesnelerin interneti dönemine kadar insandan makineye veri aktarımı şeklinde gelişmiştir. Fakat nesnelerin interneti ile bilgi aktarımında insana gereksinim kalmayarak makineden makineye bilgi aktarımı gerçekleşebilecektir. Nesnelerin interneti ile yarı iletken algılayıcı yongalarla birlikte, valf ve uygulayıcı diğer donanımlarında içinde bulunduğu taşıtların hava yastıkları dahil elektro mekanik birçok sistemin internete bağlanması sağlanacaktır. Ayrıca insan vücudundaki kalp implantı, çip taşıyan bir hayvanın takibi, araba tekerleğinin hava oranı, kısacası veri aktarımını sağlayacak bir IP adresine sahip her türlü cihaz nesnelerin interneti aracılığıyla bilgi akışı sağlayabilecektir (Köroğlu, 2015: 1). Amazon firması kurmuş olduğu bir market sisteminde (AmazonGo) nesnelerin interneti sayesinde sensörler yardımı ile markette alışveriş yapan bir kişinin satın aldığı ürünlerin takibini yapabilmektedir. Markete girildiği anda yüz tanıma işlemi yaparak market içerisinde yapılan her hareketi kayda alabilmekte ve marketin kapısından çıktığı anda cep telefonuna gönderdiği bir bilgi mesajı ile satın alınan ürünlerin herhangi bir kasa işlemine tabii tutulmadan faturasını gönderebilmektedir⁴.

2016 yılında dünya nüfusunun yaklaşık olarak %51'i olan 3,7 milyar insan aktif olarak internet kullanmaktadır (Kabaklı, 2016: 44). Dördüncü sanayi devriminin hızla gelişmesi ile birlikte internete bağlanabilen cihazlarda artış olacağı beklentisi yaygınlaşmıştır. Nesnelerin interneti sayesinde 14 milyar cihazın, 2020 yılında internete bağlanmış olacağı tahmin edilmektedir (EBSO, 2015: 7).

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=NrmMk1Myrxc>

2.1.3. Büyük Veri

Büyük veri; makinelerin, cihazların, sensörlerin ve birçok bilgi aktarımı yapan sistem tarafından verilerin kaydedilmesi yöntemi ile bu verilerin depolanması ve kullanımını içermektedir (Kabaklarlı, 2016: 44).

Bilgi iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte veri depolamak, güvenli bir şekilde saklamak ve gerektiğinde veriyi verimli bir şekilde kullanmak üretim süreçlerinde özellikle firmalar için çok önemli hale gelmiştir. Firmalar müşterilerinin talepleri, ürünlerin kalitesi, verimlilik ve maliyet gibi birçok konuda bilgi sahibi olmak istemektedirler. İnternette yaşanan gelişmeler ve dördüncü sanayi devriminin de etkisiyle rekabet edebilmek için işletmeler ve endüstriler, doğru ve katma değeri yüksek getiriler sağlayacak kararlar almak isteyeceklerdir. Karar süreçlerinde yeni fabrikanın ya da perakende satış için açılacak yeni bir mağazanın nerede olması gerektiği, kuruluş yeri için gerekli olan detaylı bilgi, fiyat artışları için karşılaşılabilecek olası etkiler, dağıtım, depolama, lojistik gibi süreçlerde hangi fonksiyonların kullanımının etkili olacağı sorularını yanıtlamak büyük veri sayesinde kolaylaşacaktır (Görçün, 2016: 166). Büyük veri sayesinde Google bir günde 24 Petabyte (1 PetaByte=1024 Terabyte) veri kaydedebilmekte, bir gün içinde gönderilen 400 milyon tweet kaydedilebilmektedir. Bugün sosyal medya kullanıcılarının her biri birer veri kaynağı gibi sürekli olarak veri akışı sağlamaktadır. Bu ölçekteki bilgiyi işlemek de oldukça zorlaşmıştır. Büyük veri için bir devrim niteliğinde olan Hadoop⁵ yazılımı 73 milyar işlemi sorgulama süresini 1 aydan 13 dakikaya kısaltmıştır (John Walker, 2014: 181-182).

Büyük veri ile karar alma süreçleri bir kaldıraç gibi kullanılmaktadır. Lakin bunda bazı fırsatlar olduğu gibi riskler de bulunmaktadır. Karar alma aşamasında kullanılacak olan verilerin ve algoritmaların güvenilir olmasını sağlayabilmek sistemin sağlıklı işlemesi için önem arz etmektedir. Aynı zamanda kişilerin mahremiyetini sağlamak için sektörel ve hukuksal olarak gerekli kurallar oluşturulmalı ve tedbirler alınmalıdır. Bugün rutin olarak yapılan ve elle girilen birçok veri alanının büyük veri ile yer değiştirmesi bazı işlerin yapılmasını gereksiz hale getirecektir. Fakat şu an tasavvur edemediğimiz yeni iş alanları ve fırsatları ortaya çıkarabilecektir (Schwab, 2016: 156-157).

⁵ Büyük dataların daha hızlı analizini sağlayan bir program.

2.1.4. Bulut Bilişim Sistemi

Bulut bilişim sistemleri üzerine yazılmış birçok çalışma mevcuttur. Ancak bu konuda tam olarak bir tanımlama yapılmamıştır. Bulut bilişimin kısaca internete bağlı fiziksel alanlardan oluşan bir sunucu sistem (veri depolama sistemi) ve bir istemci (veriyi talep eden ve işleyen birim) cihazın bir arayüz yazılımı ile birleştirilip iletişiminin sağlanmasıdır. Bu sistem temelde ağ sisteminin daha gelişmiş bir sürümüdür. Yerel ağlarda sistem, sunucu olan veri bilgisayarının fiziksel bina içindeki diğer istemci olan bilgisayarlara Cat5 kablolar, switch ve ethernetler aracılığı ile bağlanması şeklinde gerçekleşmektedir. Büroda veya fiziksel çalışma ortamında değilken bu sistemde veriye ulaşım mümkün değildir ya da sadece internet ulaşımı ile sistemin izin verdiği ölçüde bilgiye ulaşılabilir. Bulut sisteminde veri kaydının oluşturulduğu sistem sürekli olarak internete bağlı olması ve internetin olduğu yerdeki herhangi bir istemci tarafından sadece gerekli olan yazılım arayüzü kurulması ile veriye ulaşımı mümkün kılmaktadır. Ayrıca veriye ulaşacak istemci bir bilgisayar olmak zorunda da değildir. Arayüz android işletim sistemine uygun bir şekilde tasarlandığı zaman cep telefonlarından bile müşteri kaydı, muhasebe kaydı ve birçok veri girişi kolaylıkla bu yöntemle sağlanabilecektir.

Bulut bilişim sistemleri üç farklı şekilde hesaplamayı da gündeme getirmiştir. İlk olarak **verinin sanallaştırılması** söz konusudur. Sanallaştırma sistemin merkezi bir yapıda çalışmasından ziyade dağıtık çalışma sistemine yönelmektedir. İkinci olarak **paralel hesaplama** uygulamasında işlemler birçok bilgisayardan aynı sırayla ve aynı zamanda gerçekleştirilerek yapılır. Hangi bilgisayarın hangi veriyi işleyeceği protokoller aracılığıyla yazılımsal olarak belirlenmiştir (Armutlu ve Akçay, 2013). Üçüncü olarak **ızgara hesaplama** yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem ile bulut sistemine bağlı olan bilgisayarların yüksek hızlı ağ sistemi sayesinde depolama, hesaplama ve bellek gibi atıl durumda olan kaynakları birleştirerek daha büyük bir kapasiteye ulaşılmasını mümkün kılmaktadır (Elitaş ve Özdemir, 2014: 97).

Bulut Bilişim, ilk olarak John McCarthy tarafından 1960 yılında “*Bir gün hesaplama işlemleri geniş kamusal ağlar üzerinde gerçekleşecek*” ifadesiyle ortaya çıkmıştır (Sevli, 2011: 9). 1960’lı yıllarda ABD’de geliştirilen ARPANET ilk yerel ağ sistemi sonrasında gelişerek yerini küresel bir ağ sistemi olan internete bırakmıştır. Sonrasında gerçekleşen internet bağlantı hızı ile ilgili gelişmeler bugün veri aktarımının daha kısa sürede gerçekleşmesini sağlayabilmektedir. İnternetin cep telefonlarından

ulaşılabilir olması artık her bir internet kullanıcısının aynı zamanda veri sunucusu olmasını da kolaylaştırmıştır. Google'ın şirket yöneticisi Eric Schmidt, 1993'de *“Ağlar, bilgisayarlar üzerindeki işlemciler kadar hızlı çalışır hale geldiğinde, bilgisayarlar tüm işlemlerini ağ üzerinde yapmaya başlayacaklar, ağ üzerinde yayılacaklardır”* ifade etmiştir ve aynı zamanda bu görüş **Bulut Bilişim** sistemine temel olmuştur (Sevli, 2011: 13)

“Cloud Computing” terimi “Bulut Teknolojisi” veya “Bulut Bilişim” olarak Türkçeye evrilmiştir. Bulut 1994 yılına kadar internet için kullanılan bir sembol olmuştur. Google ve IBM gibi firmalar ve niversiteler 2007 yılında Bulut sistemleri üzerinde çalışmıştır. 2008'de ise Servis Sunucuları ve Kullanıcıları olarak bilgi teknolojisi kullanıcıları ikiye ayrılmıştır. 2010 yılında Gardner'ın yaptırdığı bir araştırma sonucu Bulut teknolojisi bilişim teknolojileri arasında ilk üç teknolojiden biri olmuştur (Aytekin vd. 2016: 49).

Henkoğlu ve Külcü 2013 yılında bulut bilişim üzerine yapmış oldukları çalışmada Bulut sistemlerini Genel (Public) Bulut, zel (Private) Bulut, Melez (Hybrid) Bulut, Topluluk (Community) Bulutu olarak 4 farklı şekilde sınıflandırmışlardır. Genel Bulut; internette çoğunlukla kullanılmakta olan Google, Yandex, Amazon gibi web ara yüzlerine sahip depo hizmetinin verilmesiyle sağlanmaktadır. Özel Bulut ise bir kuruluşa ait özel olarak sunulan hizmettir. Hizmeti sağlayan taraf kuruluşun kendisi olabileceği gibi başka bir hizmet sağlayıcısından da tedarik edebilir. Melez Bulut ise hem Genel Bulut hemde zel Bulut hizmetinin bir arada sağlanması ile oluşur. Çok yaygın bir kullanıma sahip değildir. Bazı verilerin sadece kurumun kullanımına erişim sağlaması ile bazı verilerin genel kullanıma açılması şeklinde gerçekleşir. Topluluk Bulutu Ortak alışma alanlarına sahip kurum ve kuruluşların birlikte oluşturduğu bir topluluğa ait olarak verilen Bulut hizmetini içermektedir.

İnternette sunucu fiyatlarını araştırdığımızda 1 terabyte'lık harddisk'e sahip küçük bir sunucunun 4.000 TL'den başlayıp 6 Terabyte'lık 64 GB Ram hafızasına sahip tam donanımlı bir sunucunun fiyatının 74.000 TL'ye kadar çıktığı görülmektedir. Ayrıca bir firma bilgilerini kaydetmek için sadece bu sunuculara ödeme yapmakla kalmayacak aynı zamanda kablo maliyetleri, server işletim sistemi ve bütün bunların kontrol ve kurulumu için bir çok maliyete katlanmak zorunda kalacaktır. Günümüzde her yerden her an internete bağlanmayı kolaylaştıran Wifi sistemi ve internet alt yapısı sebebiyle firmalar hem maliyetlerini azaltmak istemekte hem de fiziksel alanla sınır kalmayarak müşterilerinin

bilgilerine her an her yerden ulaşmak istemektedir. İşte bu isteğin cevabını Bulut sistemleri karşılayabilmektedir.

Microsoft azure 100 GB gibi bir alanı yıllık sadece 2,08 \$, 400 GB alanı 8,32 \$ ve 1 TB alanı 21,30 \$ kiralamaktadır. Google'ın Drive hizmetine baktığımızda 100 GB alanı yıllık 57,99 TL, 200 GB'ı ise 115,99 TL kiralamaktadır. Yandex disk uygulamasına bakıldığında ise 100 GB alanın 20 \$, 1 TB alanın 100 \$ olduğu görülmektedir. Küresel olarak bulut bilişim sisteminin pazarı 2010 yılında henüz başlangıçta bile 21,5 milyar dolar değere ulaşmıştır (Henkoğlu ve Külcü, 2013: 63). Bulut teknolojilerini sunacak firmaların da bu konuda yaptığı yatırımlar oldukça ciddi boyuttadır. Microsoft veri çiftliği olarak kurduğu yeni merkezini 46.000 m² alana 500 milyon dolarlık maliyet ve 400.000 sunucu ile oluşturmuştur. Bu şekilde kurulmuş olan yaklaşık 7000 veri merkezi olduğu belirtilmiştir (Yıldız, 2010: 12). Firmalar tarafından sağladığı maliyet avantajı sayesinde hızla talep görmektedir. Henüz dönüşüm sağlamamış olmasına rağmen gelecekte bütün firmaların bulut sistemlerine bağlanacağı öngörülmektedir. 2011 yılında AB ülkeleri arasında bulut sistemini kullanan şirketlerin %80'ninde %10-20 seviyesinde tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir. Bulut bilişim ile üretimde %41, standartlaşmada %35 ve mobil çalışmada %46 artış sağlanmaktadır (Henkoğlu ve Külcü, 2013: 66).

2.1.5. Otonom Robotlar

Otonom Robotlar diğer adıyla akıllı robotlar diğer cihazlarla, makinelerle, sensörler ve entegre devreler ile etkileşim halindedir. Bu robotlar sayesinde insan gücüne ihtiyaç kalmadan üretkenlik artışı sağlanmaktadır. Bu sayede insanlar, yükseköğrenime ihtiyaç olunan veya özel beceri gerektiren alanlara yönelebileceklerdir. Robotlarla gerçekleşen otonom üretimler sayesinde 24 saat boyunca hiç aksamadan otomatik olarak üretim gerçekleştirilebilecektir. Üretimde gerçekleşecek bir aksama yöneticiye mobil cihazlar vasıtasıyla iletilebilecek ve hatta sorunun çözümü ile ilgili bilgi, yönergelerle birlikte bildirilebilecektir (KPMG, 2015: 2). Ayrıca otonom robotlar yapay zekâ sistemleri ile donatılabilen, bu sayede üretim süreciyle ilgili alternatifler sağlayan ve kararlar alabilen, uygun olan üretim sistemlerini uygulamaya geçirebilen, etkileşimde olduğu cihazlardan veri toplayabilen ve bağlantılı diğer akıllı sistemlerle koordineli olarak çalışabilen robotik mekanizmalar olarak tanımlanabilir (Tekin ve Karakuş, 2018: 2107). Otonom robotlar önceden programlandığı işi yapmakta olan elektro magnetik makineler olarak da tanımlanmaktadır. Otonom robot teknolojileri hem operatör kontrolünde hemde yapay zekâ

yazılımları ile otomatik olarak çalışabilmeleri mümkündür. Aynı zamanda “robotik” veya “mekatronik” terimleriyle adlandırılan otonom robot teknolojisi otomotiv sektöründe yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 156). Mekatronik terimi, yazılım, elektronik, makine ve kontrol mühendisliği temelinde multi kontrol içeren bir mühendislik dalıdır. İlk defa Japonya’da ortaya çıkan bu terim mekanik ve elektronik terimlerinden türetilmiştir (EBSO, 2015: 20). Otomotiv sanayi ve oto yan sanayide genel olarak kullanım oranı %36 seviyesinde gerçekleşmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 156).

RFID teknoloji sayesinde akıllı robotlar üretim bandında hareket etmekte olan malzemeyi sensörler ile tanıyarak yapılması gereken işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Bu sayede her bir ürün aynı üretim bandında farklı işlemlere tabi tutularak sıfır hata ile son halini alabilmektedir. Sonrasında ise bir biriyle etkileşimli makineler ürünün kalite standardını kontrol ederek üretim esnasında gerçekleşen hataların tam olarak tespitini sağlayabilmektedir (EKOIQ, 2014: 4-5). Birçok sektörde üretici firmalar, üretim süreçlerinde robot teknolojisinden yararlanmaktadır. Otonom robot teknolojisi sayesinde etkinliklerin artırılması için gelişmiş sistemler kullanılarak otonom, esnek ve koordineli çalışmaya olanak tanıdığından maliyetleri düşürmektedir. Gelecekte robotlar birbiriyle daha fazla etkileşim sağlayacakları için insanlar ve robotlar birlikte güvenli bir ortamda çalışabilecek ve öğrenme süreçlerine dahil olabileceklerdir (TÜSİAD, 2016: 26).

2.1.6. Akıllı Fabrikalar (Smart Factory)

Otonom robotlar ve yapay zekâ sayesinde gelecekteki fabrikaların kendi kendini idare edebilir olması öngörülmektedir. Bu konuda Almanya’da çalışmalar hızlı bir şekilde devam etmektedir. Bir fabrikanın idaresi yüzlerce işçi yerine birkaç teknisyen aracılığıyla yürütülebilecektir. Bu durum da firmalar çok yüksek miktarlarda işçi maliyetinden tasarruf sağlayarak üretimi daha ucuza gerçekleştirebileceklerdir. Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI) Prof. Detlef Zühlke 2014 yılında çok yakın bir gelecekte dünyadaki ilk akıllı fabrikanın kurulacağını duyurmuştur (EKOIQ, 2014: 5). Çok kısa bir süre sonra Almanya’da ilk akıllı fabrika kurulmuştur. Başlangıçta sıvı sabun fabrikasında diğer ismiyle Smart Factory çalışması hayata geçirilmiştir. Sistem boş sıvı sabunu şişelerinde bulunan ve doldurulması gereken sıvı hakkında bilgiyi içerisinde bulunduran çip etiketler sayesinde, üzerinde 3 farklı sıvı sabun bulunan, akıllı sensörler ile hangi ürünü dolduracağını algılayabilen bir doldurma robotunun şişelere dolmuş olması şeklinde işlemektedir. Bu sistemde kullanılan etiket çiplere “ürün hafızası” ismi verilmektedir. Bu etiketler yalnızca

hangi sıvının doldurulacağını belirtmeyebilir, aynı zamanda hangi sıvıdan hangi oranda karışım sağlanacağı gibi bilgileri sağlayarak farklı talepleri karşılamak için ya da çoklu üretime olanak sağlamak için tasarlanabilir (Endüstri 4.0a). Klasik fabrikalardan çok farklı olarak akıllı fabrikalar kitle üretim yerine bireysel taleplere cevap verebilen kişiye özel üretimler gerçekleştirebilecektir.

Endüstri 4.0 sayesinde gelecekteki Akıllı Fabrikaların (Smart Factory) kısaca özellikleri (EBSO, 2015: 16);

1- Çok karmaşık üretim süreçlerinde dahi sorunsuz ve hızlı bir üretim gerçekleştirebileceklerdir,

2- Üretilen ürünlerin hata oranı çok düşük ve dayanıklılığı yüksek olacaktır.

3- Üretim kaynakları, makineler ve insanlar arasında sürekli olarak etkileşim gerçekleşecektir.

Akıllı fabrikalar, arttırılmış gerçeklik, lazer sistemler, siber güvenlik sistemleri, otonom robotlar, RFID, yapay zeka gibi bir çok yeni sistemi bir arada kullanarak dizayn edilmektedirler. Üretim sürecinde insan gücünü en aza indirerek 7/24 üretimin aksamadan gerçekleşmesini sağlamak ve aynı zamanda enerji tüketimini en az kullanıma indirmek hedeflenmektedir. Bu sebepten akıllı fabrikalar **karanlık fabrikalar** olarak da adlandırılmaktadır.

2.1.7. Arttırılmış Gerçeklik (AR: Augmented Reality)

Arttırılmış gerçeklik sanal ortamda gerçek bir görüntüye yine gerçeğe yakın sanal bir görüntü eklenmesi ile oluşturulan üç boyutlu sistemlerdir (Altınpulluk ve Kesim, 2015: 1). AR, *gerçek dünya ile sanal imgelerin birleştiği, gerçek ve sanal nesnelere arasında eş zamanlı etkileşimin sağlandığı bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır* (Azuma, 1997; Küçük vd. 2014; Çetinkaya ve Akçay, 2013; Kaleci vd. 2016; Yılmaz ve Batdı, 2016; Arslan ve Elibol, 2015). Azuma 1997 çalışmasında arttırılmış gerçekliğin 3 karakterize özelliği olduğunu belirtmiştir (Azuma, 1997: 356).

1- Gerçek ve sanalın kombinasyonu,

2- Gerçek zamanlı etkileşim,

3- Üç boyutlu kayıt.

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi sanal ortamlar (sağda), gerçekten uzak olan gerçeğe yakın bir boyutlandırma içermeyen ve çoğunlukla oyun teknolojilerinde bugüne kadar kullanılmış olan görsel grafikleri içermektedir. Arttırılmış gerçeklik (solda) ise tamamen gerçek ortamların üç boyutlu nesnelere ile zenginleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Sanal gerçeklik ortamlarında kullanıcılar ortama girdikten sonra dünya ile ilişkilerini kesmektedir. Fakat AR ile zenginleştirilmiş görüntüler dünya ile etkileşimi kesmek yerine ilişkiyi aksine arttırmaktadır. Sanal ve gerçek olan nesnelere aynı ortamda birlikte algılanabilmektedir (İçten ve Bal, 2017: 111). AR tekniğinde temel hedef gerçek dünya görüntülerinde gerekli olan yerlere ilave nesnelere eklenerek, yazı ve üç boyutlu görüntü ile gösterilmesi sağlanmaktadır. Sanal gerçeklikten temel farkı %10-20 oranında sanal bir görüntü eklenmesidir. Sanal gerçeklik ise tamamıyla sanal ortamda hazırlanmış görüntülerdir (Güngör ve Kurt, 2014: 2).



Kaynak: İçten ve Bal, 2017: 112

Şekil 2.1. Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik Karşılaştırması

AR geliştiricisi belirlemiş olduğu resimleri bir hedef üzerinde, cep telefonlarının dahili kameraları aracılığıyla bir program dahilinde bakıldığı zaman, tasarlanan üç boyutlu nesnenin ekranda sanki orada gerçekten o nesne varmış gibi belirmesi etkisini gösteren yeni bir teknolojidir (Tülü ve Yılmaz, 2012: 183). Özellikle genç neslin dikkatini çeken bir uygulama haline gelmiştir. AR programları algıda seçiciliğinde etkisi ve tablet – cep telefonlarında rahatlıkla kullanılabilirdiği için eğitimde aktif kullanım alanı bulmuştur (Tülü ve Yılmaz, 2012: 184). AR ile birlikte eğitim süreci öğrenciden öğrenciye ve öğrenciden

öğretmene doğru bir ilişkinin gelişmesine sebep olmuştur. Gerçek dünya algısı ile gerçek dünya etkileşimi artırılarak öğrenmenin eğlenceli hale gelmesi sağlanabilmektedir (Çetinkaya ve Akçay, 2013: 1031). AR sağladığı gerçekçi ortamlar sayesinde simülasyonlar ve deney ortamları sağlamaktadır. Bu sayede eğitim alanında öğrencilerin deneylere aktif olarak katılımları beklenmektedir (Abdüsselam, 2014: 64). AR gerçeklik sadece bir eğlence metodu değildir. Oyun programcıları AR programlarını daha fazla görsellik katmak için kullanıyor olsalarda birçok alanda aktif bir şekilde kullanılmasının hem teknoloji hemde bilim alanında yer bulabileceği ifade edilmektedir. Özellikle eğitim alanında AR teknolojisi ile donatılmış kitapların eğitimde ve bilimde büyük bir değişime neden olması beklenmektedir (Altınpulluk, 2015: 128). AR ile hazırlanmış birçok kitap, dergi ve benzeri kâğıt üzerinde çıktılar bulunmaktadır. AR uygulamaları sürekli olarak gelişmekte ve özellikle eğitim alanında hafızada tutulması gereken konularda görsel zenginlik katması nedeniyle kullanım alanları bulmaktadır (Arslan ve Elibol, 2015: 1812). Gelecek ile ilgili bilimsel öngörülere sahip olan araştırmacılar artırılmış gerçeklik sayesinde öğrenim alanında büyük ilerlemeler kat edileceği ve öğretmen kavramının aktif öğretici olmak yerine daha çok rehber öğretmenlik niteliği kazanacağını ifade etmektedirler.

2.1.8. Yapay Zeka (AI: Artificial Intelligence)

Yapay Zekâ (AI), görsel olarak nesnelere algılayabilen, konuşmaları ayırt etme özelliğine sahip, karar verebilen ve dilleri tanıyıp çevirebilen kısacası temel olarak insan zekâsı ile gerçekleştirilecek görevleri yerine getirebilen bilgisayar yazılım sistemleridir (Endüstri 4.0b). Yapay zekânın genel kullanım amacı insanlara hizmet etmek ve günlük rutin işlerimizi kolaylaştırmaktır. Bugün bilinen yapay zekâyâ sahip robotların bazıları şu şekildedir; ABD firması Hanson Robotics firmasında geliştirilen Sophia, Sudi Arabistan vatandaşı (Hanson, 2019), Little Sophia, Han, Bina, Alice vs., Danimarkalı Geminoid⁶ (Robot, 2019), Çinli Jia Jia (USTC, 2019), Japon Erica (Geminoid, 2019) ve son olarak Akinsoft Robotics'in geliştirdiği Türk robot Ada ve Akıncı⁷ en çok bilinen modellerdir. Yapay zekâ geliştiricilerin temelde hedefi insanlara yardımcı olacak asistanlar ve zor görevleri üstlenebilecek insan benzeri yapılar oluşturmaktadır. Bu sebepten yapay zekâyı robotlarla birleştirerek yetenek kazandırma çalışmaları yapılmaktadır. Bugün yapay zekâ

⁶ <https://robots.ieee.org/robots/geminoiddk/>

⁷ <https://akinrobotics.com/tr/>

yazılımları Iphone tarafından üretilen Siri, Samsung Assistan Bixby ve yerli yapay zekâ asistan Ceyd-A⁸ en çok bilinen ve kullanılan yapay zekâ programlarıdır.

Yapay zekâ birçok bilim kurgu filmlerinde karşımıza çıkmıştır. “Ben Robot” filminde robotları ele geçirerek insanlık adına iyi bir şey yapacağını zanneden merkezi yapay zekâ sistemi veya kartal göz filmindeki gibi tehdit yoluyla insanları ve internet ile ulaşabildiği bütün sistemleri kontrol eden ve yine insanlık adına dünyayı ele geçirmek isteyen bir başka yapay zekâ insanların aklına ilk gelen yapımlardır. Aslında bugünün bilgisayarları ve programları yalnızca 1 ve 0 olarak kayıt edilmektedir. 1 ve 0’lardan oluşan bir karakter 8 Bit’e, 8 bit ise 1 Byte’a, 1024 Byte=1 KB, 1024 KB=1GB, şeklinde devam ederek bilgisayarın hafızasında kayıtlanmaktadır. Yazılımcıların yapay zekâları geliştirirken yaptıkları sistemler 1 ve 0 olarak bilgisayar hafızasında karakterize edilen komutlar dizilimidir. Gerçekte yapay zekâ hafızasında olmayan hiçbir komutun yanıtını verememektedir. Karmaşık algoritmalar ile oluşturulan yapay zekâ sistemleri 1 ve 0 haricinde yeni bir kodlama sistemi geliştirmediği sürece insanlığa kendiliğinden zarar verebilecek yapıda değildir. Eğer bir yapay zekâ insana zarar verecek komutlar içeriyorsa bu sistemsel bir hatadan ya da yazılımcının hangi amaca hizmet etmek istediği ile alakalıdır. Bu durum insanlığa zarar verecek teknolojik gelişmeler hiç olmayacağını ifade etmez. CIA tarafından geliştirilmek istenen Quantum bilgisayarlar 1 ve 0 kısıtının dışına çıkarak algoritmaya yeni kayıt karakterleri ilave edebilecek 2, 3, 4, 5, 6 gibi parametrelerle çok karmaşık hesaplamaları çok kısa bir sürede gerçekleştirebileceklerdir. Michio Kaku 2011 çalışmasında quantum bilgisayarların CIA tarafından geliştirilmek istendiğini, diğer devletlerin kullandığı yüksek güvenlikli karmaşık metotlarla yapılmış olan güçlü şifreleri bile kısa sürede kırabilme yeteneğine sahip olabileceğini ifade etmektedir. Bu teknolojinin, quantum parçacığının kullanımı esnasında denge sağlanabilmesi için etrafında karayolu da dâhil olmak üzere sarsıntı verici hiçbir müdahalenin olmaması gerektiğini ve denge sağlayıcı, sabitleyici bir sistemin en erken 2050 yılına kadar bugünkü teknolojiyle geliştirilemeyeceğini belirtmektedir (Kaku, 2011). 1 (var) ve 0 (yok) olarak kayıt sistemine sahip olan bir bilgisayarın kontrolden çıkması mümkün gözükmesinde de daha fazla kayıt sistemine sahip olan bir bilgisayarın kendiliğinden algoritmalar geliştiremeyeceği konusunda bir kesinlik yoktur. Ünlü mühendis Elon Musk teknoloji konusunda iyimser olmadığını ve yanlışlıkla şeytani bir şey icat etmekten korktuğunu (Vance, 2018: 23) ifade

⁸ <https://web.ceyd-a.com/>

ederken aslında teknolojik gelişmelerin korkunç şeylere neden olabileceği ihtimalini doğrulamaktadır.

2.1.9. Siber – Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation) tarafından; üretim sürecindeki gözeleme, kontrol ve koordinasyon gibi özelliklerle, iletişim ve hesaplama geliştirebilen karma teknolojilerin yönettiği sistemler olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel teknolojinin, siber teknoloji ile bütünleşmesi sonucu akıllı sistemlerin oluşturulması olarak ifade edilmektedir. Akıllı sistemler ile fiziksel makinelerin bu şekilde bir arada koordineli olarak çalışması siber fizik sistemler terimini ortaya çıkarmıştır. Bu sistemler aynı zamanda nano teknolojinin gelişmesinde sağlamaktadır (EBSO, 2015: 18). Bugün bilişim sistemlerinin oluşturduğu üretim süreçleri geleceğin fabrikalarının karşısında daha basit sistemler olarak kalmaktadır. Siber fiziksel sistemlerle donatılmış fabrikalar teknolojinin ve inovatif dönüşümlerin sağlanmasında daha esnek kullanımlar sağlayacaktır. Kullanılan arayüzler ve yazılımlar sayesinde üretim hattında değişiklik yapılarak, her hangi bir müdahale gerektirmeden ve üretimde bir yavaşlama olmadan yeni ürünler elde edilebilecektir (KPMG, 2015: 2).

2.1.10. Siber Güvenlik

Bütün üretim süreçlerinin dijitalleştiği, her bilginin kaydedildiği, Büyük Veri ve Bulut depolama sistemlerin gündeme geldiği bir dönemde verilerin güvenliğini, sistemlerin güvenilirliğini sağlamak zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Sistemleri bilgi güvenliği açısından siber saldırılara karşı korumak, sistemde kayıtlı olan makineler arasında iletişim ve koordinasyon kesilmeden sağlayabilmek gerekmektedir (TÜSİAD, 2016: 28).

Bilgisayar korsanları oluşturdukları yazılımlar sayesinde üretim sürecine müdahale edebilir, sistemleri kapatabilir ya da yanlış üretime neden olabilir. Ayrıca müşteri bilgilerine ulaşabilir, bilgileri sızdırabilir ve şirket sırlarını elde edebilir. Bu tarz saldırılar sonucunda firmanın güvenilirliği sarsılabilir, firmalar zor durumda kalabilir. Bu sebepten gelecekteki fabrikaların bilgisayar korsanlığı karşısında korunması oldukça önem arz etmektedir (KPMG, 2015). Siber güvenlik alanları oluşturularak firmaların üretim süreçlerini korumak, üretimin sürdürülebilirliğini oluşturmak gerekmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 63).

Rekabetin çok yoğun olduğu bu dönemde Endüstri 4.0'ın geliştirdiği teknolojiler, güvenlik sistemlerinin de gelişimini sağlayarak veri güvenliği için güç oluşturmaktadır. Yetkililerin ulaşabilmesi için sistemlerin internette aktif olması, aynı anda saldırılara karşı güvenliği olması gerekmektedir. Bu sebeple birçok güvenlik yazılımı gelişmekte ve müşterilerine önemli korumalar sağlamaktadır (SIEMENS, 2014: 14).

Sistemlerin gelişip her şeyin dijitalleştiği ortamda kullandığımız cep telefonlarından, bilgisayarlara kadar her tür cihaz özel bilgileri kaydetmektedir. Bu kayıtlar kullandığımız marka ürünlerin merkezi bilgisayarlarında depolanmaktadır. Bazıları talep üzere kişisel verileri mail yoluyla teslim etmektedirler. Bir veri güvenliği açığı, yakın zamanda Amazon firmasında yaşanmıştır. Amazon'un asistanı olan Alexa bir müşterinin datalarını istemesi üzerine başka bir müşterisinin ses kaydı bilgisini yanlışlıkla paylaşmıştır. Bu durum Alexa için ciddi bir tepkiye sebep olmuş, gelişen teknolojiler sebebiyle mahremiyet kaygısını gündeme getirmiştir. Her şeyin dijitalleştiği ortamda, internet kullanıcılarının sanal ortamda bıraktıkları izlerin ve ayrıca cihazların, insanların bilgisi olmadan yaptıkları kayıtların takibinin yapılamaması, hukuksal bir boşluğun ortaya çıkmasına neden olmuřtur⁹. Başka bir örnekte Çek Cumhuriyeti Ulusal bilgi ağı merkezi Huawei firması hakkında rapor yayınlayarak ulusal güvenliği tehdit edebileceği sebebiyle ülkenin kamusal alanlarında bu marka ürünlerin kullanımının sakıncalarını belirtmiştir. Gerekçe ise Çin hükümetinin özel sektördeki firmalara Çin istihbarat servisi ile ortak çalışma zorunluluğu getiriyor olmasıdır. Bu sebepten ABD başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde bu markanın ürünlerinin kamusal alanda kullanımı kısıtlanmıştır (Chip, 2018). Buradan da gelişen teknoloji ile birlikte olası bir dünya savaşının siber saldırılar ile destekleneceği anlaşılmaktadır. Çin başta olmak üzere ülkeler siber ordularını kurmuşlardır. Çin hükümeti 2011 yılında yapmış olduğu bir açıklamada **Mavi Ordu**¹⁰ isminde bir ekip oluşturduklarını ve bu ordunun Çin devletini olası siber saldırılara karşı savunma geliştireceğini belirtmektedir. Diğer devletler 2011 yılında kurulan bu birimden rahatsızlık duymuşlardır. Üstelik ABD'deki Mandiant isimli özel bir siber güvenlik şirketinin 2013 yılında yapmış olduğu açıklamaya göre 2006 yılından sonra 20 farklı sektöre ait 141 özel şirketin verilerinin Hack'lendiğini belirtmektedir. Bu rapora göre Hack'leme işlemenin izleri takip edildiğinde şangay'ın Pudong bölgesindeki 12 katlı bir binaya ulaşıldığını ve bu binanın Çin ordusuna ait

⁹ <https://www.teknolojioku.com/guncel/alexamazonun-basini-derde-soktu-5c1f3bbcc0d1c537e92683e8>

¹⁰ <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/cin-super-gizli-ordusunu-acikladi-17884879>

olduğunu ileri sürmektedir¹¹. Bu tür siber saldırılar sadece bilgi sağlamak amaçlı olmaya bilir. Aynı zamanda ülkeler gelecekte virüs yazılımları aracılığı ile birbirine savaş açabilir. Stuxnet isimli bir trojan¹² nedeniyle 2010 yılında birçok alt yapı tesisi saldırı almıştır. Bu tesisler elektrik santrali gibi büyük enerji sağlayan alanlardır. İran nükleer santraline yapılmış olan bir siber saldırı ülkelerde çok büyük bir endişeye sebep olmuştur. Ralph Langner¹³ stuxnet virüsü üzerinde yapmış olduğu çalışmada yazılımın bir merkezi devlet üzerinden gerçekleştirildiğini ifade etmektedir. Stuxnet yazılımının Siemens'in üretmiş olduğu, nükleer santraller gibi alt yapı sistemlerinde kullanılması için tasarlanmış olan ürünün yazılımı üzerinde, Windows işletim sisteminin açıklarını kullanarak ortaya çıkmış ve çok ayrıntılı yazılmış olması bu virüsün rastgele bir hacker tarafından yazılmadığını ortaya çıkartmıştır. Langner yapmış olduğu analizler doğrultusunda "İnsanoğlunun bildiği en karmaşık kötü niyetli kod parçası olduğu kanıtlanmış olsa da, hiç kimsenin bu yazılımın amacının ne olduğu hakkında hiçbir fikri yoktu. Bunun nedeni, tüm bilişim teknolojileri güvenlik uzmanlarının yanlış yöne bakıyor olmasıydı. Stuxnet daha önceki hiçbir kötü amaçlı yazılım gibi davranmadı. Amacı veri hırsızlığı ya da manipülasyon değildi. İran'ın nükleer programının baş tacı olan Natanz yakıt zenginleştirme tesisinde gaz santrifüjlerinin fiziksel olarak imhasıydı. Stuxnet'in endüstriyel kontrol sistemlerini hedef alabildiğine dair söylentiler ortaya çıktığında, ekibimiz kötü amaçlı yazılımın bir kopyasını indirdi ve üç yıl boyunca süren bir analiz başlattı. Bu analiz süresince, Stuxnet'in belirli, hedeflenen bir siber – fiziksel saldırı olduğunu belirledik, bu hedefin İran nükleer programı olduğunu belirledik (kimsenin önce inanmak istemediği bir şey), bu saldırının veya daha doğru bir şekilde nasıl yapıldığının tam ayrıntılarını analiz etti: "bu iki saldırının çalışması amaçlandı" ifadelerini kullanmıştır. Stuxnet yazılımını hangi devletin ne amaçla yaptığı hususunda çeşitli spekülasyonlar bulunmaktadır. Burada önemli olan iki husus vardır; devletler böyle bir saldırıya hazır değildir ve bunun gibi bir siber saldırının tekrarlanarak başarılı olması durumunda ortaya çıkacak olası sonuçlar çok büyük bir yıkımı göstermektedir. İran bu tehlikeyi çabuk fark ederek vaktinde çözmüştür ve olası bir nükleer yıkımın önüne geçilmiştir.

Yaşanan bu olaylardan sonra birçok ülke siber savunma sistemleri geliştirmek için bu alandaki çalışmalarını arttırmıştır. Türkiye'de 2016 yılında açılmış olan Hacker

¹¹https://www.bbc.com/turkce/haberler/2013/02/130219_china_cyber_espionage.shtml

¹² Trojan: Truva atı olarak da isimlendirilen virüs yazılımlarıdır. Kullanıcının bilgisi olmadan bilgisayar yazılımına kendini kopyalarak arka planda çalışır.

¹³<https://www.langner.com/stuxnet/>

sınavında başarılı olan kişilere bilişim geliştirme ve siber güvenlik alanında devlet dairelerinde görevlendirme yapılmıştır. Bu sayede olası siber saldırılara karşı devletimizde diğer devletler gibi savunma geliştirmeyi hedeflemektedir.

2.1.11. Simülasyon

Simülasyon, çoğunlukla üretim aşamasında yapılacak olan üretimin, sanal ortamda hazırlanmış ve gerçeğe en yakın haliyle programlanmasını sağlayan sistemlerdir. Teknik olarak simülasyon, gerçek dünyada işleyen sürecin veya sistemin yazılımsal ortama aktırımı ile zamanlama açısından taklit edilmesidir. Sistem içinde işleyen nesnelere ile tanımlanmış olan ilişkiler veya süreçlerin modellenmesidir. Simülasyon sistemleri, eskiden mevcut olan bir yöntem olmasına rağmen yaygınlaşmamıştır. Endüstri 4.0 ile birlikte üretim içerisinde daha çok kullanım alanı bulabilecektir ve yaygınlaşacaktır (EBSO, 2015: 20).

Ürünlerin tasarımı aşamasında malzeme gereksinimi ve üretim süreçlerinin belirlenmesi için üç boyutlu simülasyonlardan faydalanılmaktadır. Simülasyonlar sayesinde operatörler üretim sürecine yapılacak olan değişiklikleri öncelikle simüle ederek sanal ortamda test edebileceklerdir. Bu sistemler sayesinde makine kurulum süreçleri hızlanacak, ürün kalitelerinde artış sağlanabilecektir (TÜSİAD, 2016: 26-27).

1962 yılında ilk olarak Morton Heilig tarafından geliştirilen Sensorama isimli bir cihaz ile **Sanal Gerçeklik** ortaya çıkmıştır. Bugün ise Oculus Rift ve Google Glass projeleri ile en son gelişim aşamasına gelmiştir. Sanal gerçekliğin çoğunlukla eğlence sektöründe kullanıldığı bilinmesine karşın bu teknoloji askeri alanda, eğitim, turizm, mimari ve satış pazarlama da dahil olmak üzere hayatın bir çok alanında kullanılabilir. Endüstriyel alanda üretimin her anında tasarım, planlama, bakım-onarım, servis, kalite kontrol ve test aşamalarında simülasyondan yararlanılmaktadır. Simülasyon en çok otomotiv sektöründe kullanım alanı bulmaktadır. Simülasyon sayesinde yakın zamanda müşteriler satın alacakları otomobillerde sürüş deneyimini tecrübe edebileceklerdir (SIEMENS, 2014: 13).

2.1.12. Sistem Entegrasyonu

Endüstri 4.0'ı cazip kılan en büyük özellik her alanda kullanılan sistemlerin internet ortamında bile bir birine entegrasyonunun sağlayabilmesidir. Sistem entegrasyonu kısaca birden çok sistemin tek bir sistem gibi çalışmasıdır. Mühendislikten üretime, tasarımdan hizmet fonksiyonlarına kadar birçok sistemin entegrasyonu ile işletmeler arasında bir bağ

oluşabilecektir. Entegrasyonun verimli bir şekilde çalışabilmesi için alt sistemlerle birlikte entegre edilebilmesi gerekmektedir. Bu sayede daha esnek, verimli ve hızlı üretim gerçekleştirilebilecektir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 157).

Bilişim teknolojileri gelişerek daha çok alanın birleşmesini sağlamaktadır. Dikey ve yatay sitem entegrasyonları sayesinde şirketler veri tabanlarını birleştirerek veri paylaşımında bulunabileceklerdir. Bu sayede birçok birim birbiriyle uyumlu şekilde çalışabilecek entegrasyon ağları sayesinde iletişim ve etkileşim sağlayabileceklerdir. Örneğin “Dassault Systemes” ve “BoostAeroSpace” bulut tabanlı bir iş birliği platformu oluşturmuştur. Avrupa havacılık ve savunma sanayi iş birliği platformu olan entegre sistem sayesinde ürün ve üretim verileri paylaşılarak karmaşık sistemler optimum verimlilikte çalışabilmektedir (TÜSİAD, 2016: 27). Ayrıca gelişen sistem entegrasyonları ile birlikte bu sistemlerin oluşturduğu alanlarda yeni istihdam olanakları ortaya çıkabilecektir (SIEMENS, 2014: 10).

2.1.13. Bitcoin-Blockchain

Bitcoin hesabı, merkezi bir kontrol sistemi olmaksızın ve gerçek bir kişiliğe ihtiyaç duymadan işlem yapılabilen ücretsiz bir sistemdir (Böhme vd., 2015: 214). Bitcoin ağı, her on dakikada bir, bağlı bloklar listesine bir blok eklemek için tasarlanmış dağıtılmış bir ekleme veritabanıdır (Kiss, 2018: 5).

Bitcoin **Blockchain** sisteminden türetilmiş bir kripto para mekanizmasıdır. Bu mekanizmanın mucidi olarak Satoshi Nakamoto kimliği bilinmektedir. Lakin bu ismin bir kişi değilde bir topluluk olduğu varsayımları da mevcuttur. Nakamoto'nun ilk olarak 2007 yılında blockchain kodlarını yazmaya başladığı bilinmektedir. 2008 yılında "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System (Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Para Sistemi)*" isimli bir pdf dosyası yayınlamıştır. Nakamoto bu dosyada finansal hizmet veren merkezlerin güvenilir ve şeffaf olmadığı, işlem maliyetlerinin fazla olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Blockchain sistemini “İhtiyaç duyulan şey, herhangi bir istekli tarafın, güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymadan doğrudan birbirleriyle işlem yapmalarına izin veren, güven yerine şifreleme kanıtına dayanan bir elektronik ödeme sistemidir” (Nakamoto, 2008: 1) şeklinde tanımlamıştır. Blockchain sistemindeki kullanıcılar bir işlem başlattığı zaman **Hash** ismi verilen bir kodlama oluşmaktadır. İşlem başladığı anda sistem ilk hareketi blok olarak kaydetmektedir. Kaydı **Madenci** ismi verilen ve sisteme dahil olan üçüncü kişiler

görebilmektedir. Madenciler açılan bloğu fark ederek oluşan kripto şifreye ulaşabilmektedir. Kripto şifreye ilk ulaşan Madenci şifre ile açılan Hash'ı tamamlayarak işlemi devam ettirmektedir. Bu şekilde blok zincir mekanizması devreye girmektedir. Şifreler sisteme kayıtlı olan web sitelerinde bulunabilecek şekilde oluşmaktadır. Bu mekanizmaya dahil olan Madenciler buldukları şifreler ile sisteme dahil oldukları için ödül olarak bitcoin kazanmaktadır. Blok zincirinin güvenliği, madenci denilen ve serbest katılımcı ağı tarafından çözülen bir kriptografik bulmaca zinciri ile kurulmaktadır. Şifreli bir Hash'i başarıyla çözen her madenci, bir takım işlemleri kaydetme ve Bitcoins'te bir ödül alma hakkına sahiptir. Bu ödül yapısı, madencilerin kaynaklarını sisteme katmalarını teşvik etmekte ve para biriminin merkezileşmesine engel olmaktadır (Eyal ve Sirer, 2018: 95).

Sayısal paralarda önlenemeyen hızlı talep artışı merkez bankalarını da bir arayışa yöneltmiştir. İtalya, Rusya, Hollanda, İran, Estonya ve Malezya gibi ülkelerin merkez bankaları sanal para çıkarmak hususunda çalışmalara başladıklarını ifade etmektedir. Çin merkez bankası ise 2017'de Sayısal Para Birimi konusunda bir araştırma enstitüsü kurarak sanal para konusunda yoğun bir çalışma içerisine girmiştir. Kanada, Norveç, İngiltere, Danimarka ve İsveç gibi ülkelerin merkez bankaları ise bu konuda detaylı olarak hazırlanmış raporlar sunmuştur. Ekvador ve Uruguay merkez bankaları ise banka bünyesinde sanal para oluşturarak pilot uygulamalar denemişlerdir. Yapılan pilot çalışmalardan sonra sanal paralar toplanarak uygulama sonucunda ortaya çıkabilecek aksaklıklar üzerinde çalışmalara yoğunlaşmıştır. Venezuela hükümeti ise değerli madenlerin rezervlerine bağlı olan simgesel boyutta sayısal parayı piyasaya çıkarmayı hedeflediğini belirtmiştir (TCMB, 2018: 85).

Kâr marjı çok yüksek olsa bile sayısal paranın ortaya çıkış ve para aktarımının anonim olarak gizlenebilmesi sebebiyle çeşitli sakıncıları da bulunmaktadır. Blockchain kayıt sistemi kullanıcının gizliliğini sağlayan bir sistem olduğu için uyuşturucu ticareti ve çeşitli suç örgütlerine finans sağlamada kolaylık getirmiştir. Bu konuda ABD'de FBI tarafından uzun süre takibe alınmış bir internet sitesi olan Silk Road uyuşturucu satıcıları ile alıcılarını bir araya getirmiştir. Yeni bir karşılıklı güven ilişkisi oluşmasına ve ticaret ortamının sokak torbacılarından sanal alanlara kaymasına neden olmuştur. Bu durum torbacılar nedeniyle ortaya çıkan anarşinin azalmasına fakat uyuşturucu ticaretinin takibinin zorlaşmasına sebep olmuştur. Diğer yandan Tor gibi tarayıcı programlarını kullanılarak karanlık internet (darkweb) ortamlarına giriş yapıldığında suç teşkil edebilecek davranışlara

(kiralık katil bulmak gibi) kolaylıkla finansal kaynak sağlamaktadır. Tarayıcı olarak Tor kullandığı tespit edilen kişiler CIA tarafından potansiyel suçlu olarak görülmektedir. Karşılıklı para transferlerinin sistemde anonim olarak dolaşması, herhangi bir suç oluşumunda suça katılanları ortaya çıkarmak hususunda adaletin sağlanmasını engelleyebilecek niteliktedir. Sayısal paranın ortaya çıkışı ve cazip olduğu nokta medyada her ne kadar devletlerin vergilendirme sistemlerinden bir kaçış olarak gösterilse de arkasında yatan karanlık gücün varlığı gelecekte hukukun nasıl işleyeceği konusunda bir belirsizlik oluşturmaktadır. Üstelik kayıtdışı ekonomiye getireceği etkiler tespit edilememektedir. Bu durumda ülkelerin merkez bankalarının sayısal para birimi çıkarmaya yönelik olarak yaptıkları çalışmalar, gelecekte merkezi hükümetlerin yasal olarak bitcoinin karanlık yüzünü zımni bir şekilde desteklediğinin de maalesef bir göstergesidir.

Sayısal paranın karanlık tarafına ek olarak anonim olması sebebiyle sahiplik hususunda da riskler taşımaktadır. Herhangi bir siber hırsızlık durumunda paranın izinin sistemde kaybolma ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca Kanada'da yaşanmış bir talihsizlikte ise sayısal paraya sahip bir iş adamının aniden ölümü sebebiyle çevrim dışı tutulan 140 milyon dolarlık sanal paraya ulaşamamıştır¹⁴. Bunun gibi teknik sorunlar ve bu sorunlardan ortaya çıkan hukuki boşluklar henüz net bir çözüme ulaşamamıştır.

2.1.14. Diğer Teknolojik Gelişmeler

Dördüncü sanayi devrimi diğer devrimlerden farklı olarak hayatın her alanına yayılmış teknolojik dönüşümü gerçekleştirmektedir. Bunlardan en çarpıcı olanı tıp alanındaki gelişmelerdir. 3D yazıcıların yardımıyla dokuların ve hatta yeni organların yazılmasının sağlanması, başarılı tedaviler gerçekleştirilmesi bunun en önemli örneklerindendir. İktisadi hayatı ve günlük yaşamı etkileyecek ciddi değişimler önümüzdeki yıllarda karşımıza çıkabilecektir. Bunlardan bir tanesi yakında uçan arabalara sahip olan insanların sokakta bu arabalarla dolaşacak olmalarıdır. İlk uçan arabayı Çinli bir firma üretmiştir ve dünya hükümetler zirvesinde bu araç kullanılmıştır. Birçok ülke uçan araba konusunda çalışmalarına hız vermektedir¹⁵. Yakın zamanda trafik sorununu ortadan kaldırmayı hedefleyen ülkeler, tabii ki ilk olarak yüksek gelir seviyesine sahip kullanıcılara sunulacak olan araçları üretmeye başlamışlardır.

¹⁴ <https://www.habervakti.com/gundem/kripto-para-piyasasini-karistiran-olum-h63461.html>

¹⁵ <https://insanvehayat.com/ucan-arabalar-geliyor/>

Çok fazla gündeme gelmeyen fakat gelecekte karşımıza çıkacak olan bir diğer yenilik ise internete bağlı gözlükler ve kontak lenslerdir. Kaku (2011) çalışmasında kontak lenslerin göze takıldığı anda göz merceğinden görüntüyü göz içine yansıtarak kolaylıkla algılayabileceğimizi ve şeffaf görüntü sağlayan bu lensler ile günlük yaşantımızı da kolaylıkla sürdürebileceğimizi ifade etmektedir. Göz sinirlerinin doğrudan beyine ulaşımı sağladığını, bu sayede belki de beyin ile internet arasındaki bağlantının gözlerden kontak lensler aracılığıyla sağlanabileceğini de ifade etmektedir (Kaku, 2011).

Facebook'un kurucusu Zuckerberg katıldığı bir konferansta facebook için yeni bir teknoloji geliştirdiklerini ve bu teknoloji sayesinde insanların düşünerek oluşturdukları sanal ortamlarda gezinebilecekleri bir platform oluşturacaklarını ifade etmiştir. Bu platformun çalışma sistemi temel olarak insan düşüncesinin kan akışı ve diğer beyin aktiviteleri ile beyinde düşünülen cismin ne olduğunu algılayarak bunu sanal ortama aktarabileceğini ifade etmektedir¹⁶.

2.2. Türkiye'de Endüstri 4.0 Kapsamında Yapılan Çalışmalar

Ar&Ge çalışmaları genel olarak teknolojinin üretimi ve geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu sebeple birçok ülke Ar&Ge harcamalarına GSYİH'dan ciddi bir kaynak ayırmaktadır. Son yıllarda ülkemizde de yenilikçi çalışmalar ve inovatif bilinçlendirme eğitimleri yapılmaktadır. Özel sektör tarafından ciddiyetle takip edilen inovasyon çalışmaları, Endüstri 4.0 için yerli yatırımcıların ilgili olduklarını göstermektedir. Türkiye'de Endüstri 4.0 kapsamında yapılan çalışmalardan Ar&Ge çalışmaları ve bu konudaki detaylar aşağıda belirtilmiştir.

2.2.1. Ar&Ge Çalışmaları

Türkiyedeki Ar&Ge merkezleri TÜBİTAK'ın desteğiyle hızla artmaktadır. Bu merkezlerin artış hızı sanayi devrimlerini yakalayamamış bir ülke için umut vericidir. Her ne kadar Endüstri 4.0'ın yakalanamayacağı düşüncesi hakim olsa da ülkemiz için teknoloji ithalatında azalmaya ve yine bu alanda ihracat artışına olanak sağlayacaktır. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, bilim ve teknoloji genel müdürlüğü tarafından yayınlanmakta olan Ar&Ge merkezleri tablosunu incelediğimiz zaman (Tablo 2.1.); Ocak 2017'de yayınlanmış

¹⁶ Zuckerberg Wants Facebook to Build A Mind-Reading Machine <https://www.wired.com/story/zuckerberg-wants-facebook-to-build-mind-reading-machine/> 12.03.2019

olan rapora göre sadece 360 adet Ar&Ge merkezi bulunmaktayken 2018 Aralık ayına gelindiğinde bu rakamın %300'lük bir artış ile 1082'ye ulaştığı görülmektedir.

Tablo 2.1. Türkiye'deki Ar & Ge Merkezleri

	Ocak 2017	Aralık 2018	Mart 2019
<i>Faaliyette olan Ar&Ge merkezi Sayısı</i>	360	1082	1.152
<i>Toplam Personel Sayısı</i>	31.157	55.923	57.515
<i>Lisans</i>	16.610 (%53)	30.196 (%54)	31.080 (%54)
<i>Yüksek Lisans</i>	6.531 (%22)	9.476 (%17)	9.622 (%16)
<i>Doktora ve Üstü</i>	688 (%2)	942 (%1,6)	949(%1,6)
<i>Proje Sayısı (Tamamlanan + Devam Eden)</i>	14.522	33.588	34.122
<i>Patent Sayısı</i>	5.147	16.348	16.296
<i>Tescil</i>	1.148	4.427	4.415
<i>Başvuru</i>	3.999	11.921	11.881
<i>Ar&Ge Merkezi Olan Yabancı/Yabancı Ortaklı Firma Sayısı</i>	58	149	164

Kaynak: BTGM 2017, 2018, 2019 yıllarında yayınlanmış olan Ar&Ge merkezleri pdf dosyalarından tarafımızca hazırlanmıştır.

Ar&Ge merkezi sayısı 1.152'ye yükselirken toplam çalışan sayısı yaklaşık 2000 kişilik bir artışla 57.515'e ulaşmıştır. Ayrıca aynı raporlarda sektör faaliyetlerine göre en çok Ar&Ge merkezine sahip olan alanlar Tablo 2.2.'de listelenmiştir.

Tablo 2.2. Sektörlere Göre Ar&Ge Merkezleri

Ocak 2017		Aralık 2018		Mart 2019	
Otomotiv yan sanayi	64	Makine ve Teçhizat imalatı	156	Makine ve Teçhizat imalatı	173
Makine ve Teçhizat imalatı	35	Otomotiv Yan Sanayi	108	Otomotiv Yan Sanayi	115
Yazılım	29	Yazılım	101	Yazılım	104
Bilişim, Bilgi ve İletişim,	24	Bilgisayar ve İletişim Teknolojileri	78	Bilgisayar ve İletişim Teknolojileri	84
Savunma Sanayi	21	Elektrik ve Elektronik	70	Elektrik ve Elektronik	75
Tekstil	21	Tekstil	69	Tekstil	70

Kaynak: BTGM 2017, 2018, 2019 yıllarında yayınlanmış olan Ar&Ge merkezleri pdf dosyalarından tarafımızca hazırlanmıştır.

2017'deki verilere göre (Tablo 2.2.) otomotiv sektörü 64 Ar&Ge merkezi ile ilk sırada olmasına rağmen 2 yıl içinde Makine ve Teçhizat imalatı sanayi 2018 yılında 156, 2019'da 173 adet Ar&Ge merkezine ulaşarak ciddi bir artış göstermiştir. Otomotiv yan sanayi 64'den 2018'de 108'e çıkmış yazılım ise %348'lik bir artış ile 101 Ar&Ge merkezine ulaşmıştır. 2018 Aralık ve 2019 Mart ayı verileri dikkate alındığında üç aylık bir süre için bile çok hızlı bir artışın gerçekleştiği görülmektedir. Bilgisayar ve iletişim teknolojileri, Elektrik ve Elektronik ile Tekstil alanındaki Ar&Ge merkezi artışında iki yıllık

bir süreçte hızlı gelişim göstermiştir. Tablolardan, yapılan inovasyon eğitimlerinin olumlu bir gelişme sağladığı anlaşılmaktadır.

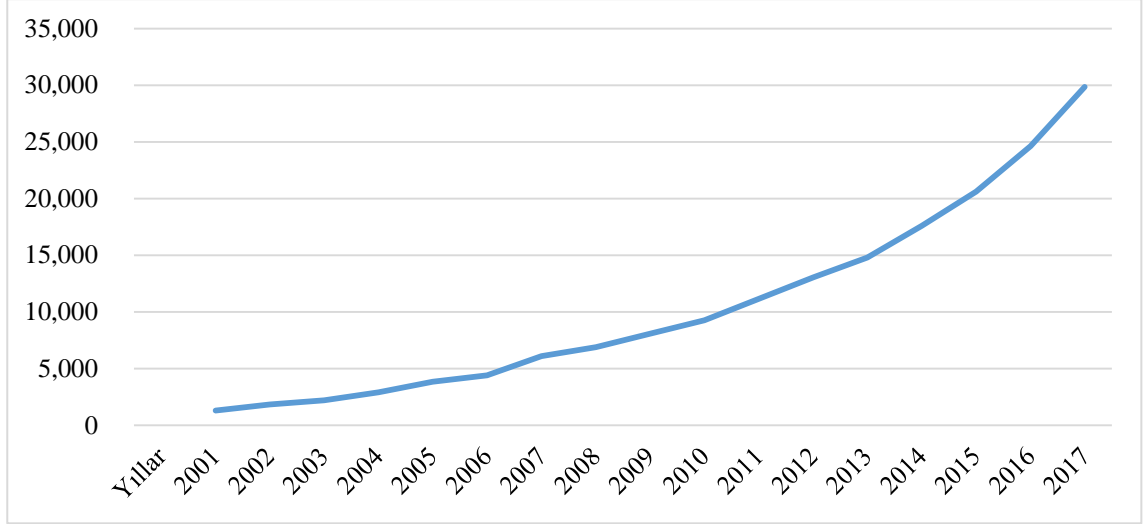
Sadece 2 yıl içinde gerçekleşen artış dördüncü sanayi devrimini yakalama hususunda umut vaatmektedir. Ayrıca illere göre incelediğimizde İstanbul'da 2017 yılında 118 merkez bulunuyorken 2018 yılındaki raporda bu sayı 389 merkeze yükselmiştir. İstanbul' u 2017'de 44 merkez ile Bursa, Ankara 41, Kocaeli 39, İzmir 32 merkezle takip etmektedir. Bu rakamlar 2018 yılındaki raporda artış göstermiştir. 2018 yılı Aralık ayı raporuna göre İstanbul'u 114 Ar&Ge merkezi ile Kocaeli takip etmektedir. Bursa 112, Ankara 98 ve izmir 78'e yükselmiştir. 2019 Mart ayı raporları da üç aylık veri farkı olmasına rağmen hızlı bir artışın yaşandığını belirtmektedir.

Tablo 2.3. Türkiye'deki Tasarım Merkezleri

	Mart 2019
<i>Faaliyette olan Tasarım Merkezi Sayısı</i>	341
<i>Toplam Personel Sayısı</i>	6.883
<i>Lisans</i>	3.966 (%58)
<i>Yüksek Lisans</i>	532 (%8)
<i>Doktora ve Üstü</i>	29 (%1)
<i>Proje Sayısı (Tamamlanan + Devam Eden)</i>	4.883
<i>Patent Sayısı</i>	269
<i>Tescil</i>	143
<i>Başvuru</i>	126
<i>Ar&Ge Merkezi Olan Yabancı/Yabancı Ortaklı Firma Sayısı</i>	24

Kaynak: BTGM 2019 Tasarım Merkezi istatistikleri

Sanayi ve teknoloji bakanlığı Tasarım merkezlerini teknolojik gelişim, inovasyon ve yüksek rekabet gücüne ulaşılması açısından desteklemektedir. Tablo 2.3. Türkiye'deki tasarım merkezlerini göstermektedir. Mevcut tasarım merkezlerinin sayısı 341, çalışan sayısı 6.883 kişiden oluşmaktadır. Ar&Ge merkezlerindeki gibi tasarım merkezlerinin sayısı da son dönemlerde artmaktadır. Tasarım merkezlerinde çalışanların %58'ini lisans mezunları oluştururken %8 yüksek lisans %1 çalışan ise doktora ve üstü seviyesindedir. Tasarım merkezleri sektörler bazında incelendiğinde Tekstil 62, imalat sanayi 45, mühendislik/mimarlık 37, makine ve teçhizat imalatı 32, inşaat 24, mobilya 18, medya ve iletişim 18 firma tasarım merkezi olarak sanayi ve teknoloji bakanlığına kayıtlıdır.



Kaynak: TÜİK

Grafik 2.1. Toplam Ar&Ge Harcamaları

2001 yılında 1.292 milyon TL Ar&Ge harcaması yapılırken 2009 yılında 9,268 milyon TL'ye ulaşmış 2010 yılından sonra ciddi bir artış göstererek 2017 yılına gelindiğinde 29.855 milyon TL Ar&Ge harcaması sağlanmıştır. GSYİH 'daki payına bakıldığı zaman %0,96'lık bir paya sahip olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0 için yarışan ülkelerin GSYİH'dan Ar&Ge harcamalarına ayırmış oldukları pay %3-4 seviyelerine ulaşmaktayken her ne kadar yüksek bir ivme kazanmış olsa da Türkiye açısından hala yeterli yatırım söz konusu değildir. Bu konuda yapılan inovasyon bilinçlendirme konferansları ve verilen eğitimlerin, hem Ar&Ge merkezleri tablosundan hem de toplam harcamalar grafiğine bakılarak, ciddi bir geri dönüş sağladığı söylenebilir.

Tablo 2.4. Ar&Ge Harcamaları (Milyon TL)

	2015	2016	2017
<i>Ar&Ge harcaması / GSYH (%)</i>	0.88	0.94	0.96
<i>Toplam Ar&Ge harcaması</i>	20 615	24 641	29 855
<i>Mali ve mali olmayan şirketler</i>	10 308	13 359	16 981
<i>Genel devlet</i>	2 130	2 338	2 858
<i>Yükseköğretim</i>	8 175	8 944	10 016

Kaynak: TÜİK

Üç yılın verileri incelendiğinde toplam Ar&Ge harcamasının içindeki devlet payının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tablo 2.4.'den şirketlerin inovatif çalışmalara verdiği değer artmakta olduğu anlaşılmaktadır. Şirketlerin yapmakta olduğu 2015 yılındaki 10,308 milyon TL olan Ar&Ge harcamaları, 2017 yılına gelindiğinde 6 milyonluk artış göstererek 16,981 milyon TL'ye ulaşmıştır. Devlet harcamalarında ise %34 lük bir artış ile

2.858 milyon TL olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında Ar&Ge harcamalarının %40'ı yükseköğretim kurumları tarafından gerçekleşmiştir. Yükseköğretim tarafından yapılan Ar&Ge harcamaları 2017'de %23 artış ile 10.016 olarak gerçekleşmiştir. Ar&Ge harcamaları içindeki payı ise gerileyerek %34 seviyesinde kalmıştır. 2017 yılında Ar&Ge harcamaları içinde en yüksek pay %56 ile şirketler tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu durum şirketlerin Endüstri 4.0'ı yakalama konusunda istekli olduklarını göstermektedir.

Tablo 2.5. Ar&Ge Çalışan Sayısı

	2015	2016	2017
Ar-Ge İnsan Kaynağı (Sayı)	224 284	242 213	266 478
<i>Mali ve Mali Olmayan Şirketler</i>	77 551	83 873	101 404
<i>Genel Devlet</i>	14 217	13 372	12 828
<i>Yükseköğretim</i>	132 516	144 968	152 246
Ar-Ge İnsan Kaynağı (Tze)	122 288	136 953	153 552
<i>Mali ve Mali Olmayan Şirketler-</i>	66 667	72 579	87 918
<i>Genel Devlet</i>	12 328	11 799	11 345
<i>Yükseköğretim</i>	43 293	52 576	54 289

Kaynak: TÜİK

Ar&Ge için çalışan insan kaynakları Tablo 2.5.'de verilmiştir. Ar&Ge için çalışan insan sayısı her yıl ciddi bir artış göstermektedir. Şirketlerde çalışan insan gücü 23.853 kişilik bir artış ile 2017 yılında 101.404 kişiye ulaşmıştır. Fakat şirket çalışanlarının toplam çalışan sayısındaki oranı %38'dir. %57 oranında yükseköğretim kurumlarında Ar&Ge alanında çalışan bulunmaktayken %4 oranında ise Genel Devlet çalışanı mevcuttur. Tam zamanlı (Tze) insan kaynağı rakamlarına bakıldığında ise yükseköğretim kurumlarında görev yapan birçok çalışanın yarı zamanlı olduğu görülmektedir. 152.246 yükseköğrenim çalışanın yalnızca %36'sının tam zamanlı çalıştığı görülmektedir. Yine 2017 yılı rakamlarına göre şirketlerde çalışan personelin %87'sinin tam zamanlı olarak çalıştığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2.6. Yenilikçi Girişim Faaliyetleri

	2010-2012	2012-2014	2014-2016
Genel	48.5	51.3	61.5
Sanayi	49.8	54.2	64.5
Madencilik ve taş ocakçılığı	37.7	44.3	52.3
İmalat sanayi	50.4	54.7	65.3
Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı	39.1	40.5	42.0
Su temini, kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faal.	35.5	41.7	51.8
Hizmet	47.0	47.8	57.7
Toptan ticaret, motorlu kara taşıtları ve motosikletler	49.7	50.6	61.1
Ulaştırma ve depolama	40.1	39.1	47.5
Bilgi ve iletişim	67.0	65.2	75.6
Finans ve sigorta faaliyetleri	45.2	48.0	57.9
Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri, teknik test ve analiz faaliyetleri	39.8	45.1	56.1
Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	88.1	75.5	85.3
Reklamcılık ve piyasa araştırması	50.5	55.7	68.6

Not: Bir girişim birden fazla alanda gerçekleşebildiği için rakam toplamları %100'ü vermemektedir.

Kaynak: TÜİK

2010'dan 2016 yılına kadar Tüik tarafından gerçekleştirilmiş olan 3 periyodik anket çalışması sonuçlarına göre (Tablo 2.6.) 2010 – 2012 dönemindeki girişim faaliyetlerinin %48.5 oranında yenilikçi girişimler olduğu görülmektedir. Bu durum 2014 – 2016 dönemine gelindiğinde %13 oranında artış göstermiştir. Yeni girişimlerin Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte daha yenilikçi fikirler ürettiği görülmektedir. Bu girişimlerin % 64.5'i sanayi alanında yapılmaktadır. Hizmet alanında ise %57 oranında gerçekleşmiştir. Hizmet alanında bilimsel faaliyet ve Ar&Ge oranının %85.3, Bilgi ve iletişim alanının %75,6 oranında yüksek bir göstergeye sahip olması ise yine Dördüncü Sanayi Devrimi için şirketlerin yapmış olduğu yenilikçi adımların göstergesidir.

2.2.2. Yenilikçi (İnovatif) Çalışmalar

Türkiye'de geliştirilen teknolojiler bilinenin aksine azımsanmayacak seviyededir. Bu konuda en önemli çalışmayı yazılım sektöründe önemli bir yer kazanmış olan Akınsoft, robot teknolojisini kendi laboratuvarlarında ve kendi imkânlarıyla geliştirerek başarmıştır. Akınsoft firmasının yapmış olduğu bu başarı Türkiye açısından 3. Sanayi devrimini kaçırmış bir ülke olarak hayati önem kazanmaktadır. Akınsoft'un yazılım çalışmalarındaki hizmet sektörüne yönelik tutumu, geliştirilen robotların niteliğini de etkilemiştir. Ada isimli robot genel olarak servis, önbüro, anket ve hostes olarak hizmet alanlarındaki işleri yapabilecek, basit bir düzeyde hazırlanmış ve piyasaya sunulmuştur. Firmalar tarafından hem kiralanabilen hemde satın alınan robotlar aynı zamanda yapay zekâ ile

geliştirilmişlerdir. Akıncı ismini taşıyan diğer bir robot ise Ada'nın aksine daha insansı özelliklere sahip olarak geliştirilmeye devam etmektedir.

Robot alanında çalışmalar yapan bir diğer yerli grup ise Altınay firmasıdır. Robot kollar geliştiren firma Türkiye'de ve Avrupada birçok sanayi alanında robot kol üretimi yaparak ürün üretim süreçlerine ciddi katkılar sağlamaktadır. Dördüncü Sanayi Devrimin'de önemli bir rol oynayan robot kol teknolojisi karanlık fabrikaların en önemli araçlarından biri olacaktır.

Bilişim teknolojileri alanı açısından mikro çip geliştirebiliyor olmak yeni ve yerli olan bilgisayar ve cep telefonu sistemleri geliştirme şansı elde edilmesini sağlayacaktır. Bu alandaki en önemli gelişme mikro çip üreten fabrikanın açılışının yapılmış olmasıdır. İlk üretimin Aselsan sistemleri için geliştirilecek olması savunma sanayimizinde tamamen yerli hale geleceğini göstermektedir.

Yerli dronlardan sonra Gyrocopter üretimide Türkiye'de gerçekleşmiş durumdadır. Kosgeb'in desteği ile yerli **Gyrotürk** yapılarak seri üretime başlanmıştır. Baykar makinanın tasarladığı iha ve sihalardan sonra şimdide su altı insansız taşıtları geliştirilmiştir. Aselsan yaptığı projelerde hem dış hemde öz kaynaklar kullanarak 419 milyon \$ değerinde Ar&Ge harcamaları gerçekleştirmektedir. Baykar ve Aselsan savunma alanında büyük atılımlar gerçekleştirmiştir.

2.2.3. Teknoloji İhracatı ve İthalatı

Sanayi devrimleri açısından ülkeler için önemli olan bir diğer unsur, teknolojinin yüksek katma değerlerle ihracata dönüşebilmesi ve uluslararası rekabette bir konum elde edilebilmesidir. Ülkeler ürettikleri yüksek teknolojili ürün, yazılım, hizmet gibi kalemlerden yüksek katma değer sağlayarak dış piyasada yerlerini almak zorundadır. Üçüncü sanayi devriminide kaçırmış olan ülkemiz açısından teknoloji üretmek ve ihraç etmek Endüstri 4.0'ı yakalayabilmek için önemlidir. Son yıllarda teknoloji alanında birçok atılım gerçekleşmektedir. Yeterli bir seviyeye ulaşmamış olmasına rağmen Ar&Ge'ye hem devlet hemde özel sektörün ilgisinin olduğu Ar&Ge tablolarından anlaşılmaktadır. Yatırımların ülke ekonomisine sağladığı katkının anlaşılabilmesi için yüksek teknoloji ihracat ve ithalat verilerini incelemek gerekmektedir. Tablo 2.7. yüksek teknoloji ürün ve bilgisayar, bilgi iletişim vd. hizmet ihracat ve ithalat değerlerini vermektedir.

Tablo 2.7. Türkiye Teknoloji ve Hizmet İhracat – İthalat İstatistikleri

Yıl	Hizmet İthalatı (Milyar \$)	Hizmet İhracatı (Milyar \$)	Bilgisyr, Bilgi, İlet. vd. Hiz. İth. Hiz. Oranı (%)	Bilgisyr, Bilgi, İlet. vd. Hiz. İhr. Hiz. oranı (%)	Yüksek Teknj. Ürün İhr. (% Mal İhr. Oranı)	Yüksek Teknoloji İhracatı (milyon \$)
2000	8	19	30.8	42.7	4.83	1,078
2001	6	15	13.6	24.7	3.87	990
2002	6	14	11.5	17.6	1.79	536
2003	7	18	11.6	10.8	1.93	763
2004	9	23	11.1	11.8	1.90	1,011
2005	11	28	11.4	9,3	1.47	882
2006	11	26	15	9.7	1.85	1,281
2007	15	30	14.5	8.8	1.89	1,644
2008	17	37	16	9.1	1.62	1,681
2009	16	35	17.8	8.2	1.74	1,360
2010	19	36	17.6	7.7	1.93	1,713
2011	20	41	18.1	8.1	1.84	1,922
2012	19	43	20.1	8	1.83	1,978
2013	23	47	21,1	7.1	1.88	2,177
2014	23	51	18.2	7.6	1.94	2,347
2015	21	46	18.4	7.1	2.16	2,323
2016	21	37	22.2	9.4	2.03	2,183
2017	23	43	21.6	9	1.94	3,052

Kaynak: TÜİK ve Dünya Bankası

Tablo 2.7., 17 yıllık ihracat ve ithalat, bilgisayar, bilgi iletişim hizmetleri ihracatı ve ithalatı, yüksek teknoloji ürünü ihracatı verilerini göstermektedir. İlk iki sütunda Türkiye'nin hizmet ihracat ve ithalat rakamları Milyar \$ olarak verilmiştir. Hizmet ihracatı 2000 yılında 19 Milyar \$'dan 17 yıllık süreçte % 226,31 artış göstererek 43 Milyar \$'a ulaşmıştır. Hizmet ithalatı ise aynı dönemde 8 Milyar \$'dan % 287,5 artış ile 23 Milyar \$ seviyesine yükselmiştir. Hizmet sektöründe turizmin etkisi düşünüldüğünde ithalattaki artışın ihracattan fazla olduğu ve bu durumun teknolojik olarak yeterli hizmet üretilmemesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Teknoloji alanındaki hizmet üretimindeki yetersizlik bilgisayar, bilgi iletişim hizmetleri ihracatı – ithalatı sütunlarındanda anlaşılmaktadır. 2000-2017 yılları arasındaki bilgisayar, bilgi iletişim hizmetleri ithalatının toplam hizmet ithalatı içindeki payı %30,8'den %21,6 seviyesine gerilemiştir. Bilgisayar ve bilgi – iletişim alanındaki bu gerilemenin karşılığında aynı alanda hizmet ihracatının artması gerekirken, bilgisayar, bilgi – iletişim ihracatının toplam hizmet ihracatı içindeki payı %42,7'den %9 oranına gerilemiştir. Toplam hizmet ihracatı 2000-2017 yılları arasında artış göstermiş olsa da bilgisayar ve bilgi iletişim ihracatının payı yıllar boyunca azalış sergilemektedir. Mevcut durumun üzerine bu alanda hizmet ihracatı olarak katma değer üretilmediği anlaşılmaktadır. Yüksek teknoloji ürün ihracatı 2000 yılında 1,078 Milyar \$

seviyesinden %283,12 oranında artış göstererek 3,052 Milyar \$'a yükselmiştir. Yüksek teknoloji ürün ihracatında artış görülmesine rağmen toplam mal ihracatı içindeki payı aynı artışı sergileyememiştir. 2000 – 2017 yılları arasındaki teknoloji ihracatı için önemli bir gösterge olan bilgisayar, bilgi – iletişim ve yüksek teknoloji ürün ihracatlarının verileri ülkemizdeki Ar&Ge harcamalarının kaynaklarının yeterli katma değeri sağlayamadığı, üretim ve hizmet hususunda ekonomik büyüme için gerekli olan gelişimi sergileyemediğini göstermektedir. Ar&Ge harcamaları ve inovasyona son dönemlerde eğilim artmış olsa bile gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmak için yeterli alt yapı ve bilgi düzeyi henüz gerçekleşmemiştir.



3. BÖLÜM

3. ENDÜSTRİ 4.0 VE KAPİTALİZMİN GELECEĞİ

3.1. Endüstri 4.0 ile İlgili Gelecek Tahminleri

Ünlü fizikçi ve Fütürist Michio Kaku *Geleceğin Fiziği* (2018) kitabında 2100 yılındaki bir insanın hayatından bahsederken, yapay zekâya sahip bir akıllı asistan tarafından bütün işlerimizin toplantılarımızın takip edilebileceğini ifade etmektedir. Ayrıca bir insanın bir günlük yaşamını anlatırken Kaku, ev içindeki bütün işlerimizin robotlar ve akıllı ev sistemleri tarafından yapılacağını, sağlık sorunlarımızın alelade bir klozet tarafından, idrar tahlili ile gerçekleştirilen raporlar sonucunda çok kısa bir şekilde tespit edilebileceğini, çok konforlu ve kendi kendini kullanma yeteneğine sahip otonom araçlar ile gidilebileceğini ve bu esnada trafik sıkıntısının olmayacağını, sürtünme etkisinden arındırılmış manyetik bir alanda ilerleyen oldukça az maliyetli uçabilir araçlarla seyahatin gerçekleştirileceğini ifade etmektedir. Bu araçlarla ilerlerken insanların kendine zaman ayırabileceğini ve işlerini yolculuk esnasında sarsıntısız ortamlarda rahatlıkla yapabileceğini öngörmektedir.

Kaku, 2100 yılındaki robotların quantum bilgisayarlar düzeyinde olacağını, bu cihazların insan zekâsına yakın bir seviyeye ulaşabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca robotlar, suretler filmindeki gibi, insanlar tarafından yalnızca kafaya takılan bir başlık aracılığı ile telepatik olarak kullanılabilir. İnsan gücünün üstünde olan bu cihazlar ile birçok devasa büyüklükte işler robotlar tarafından gerçekleştirilebilecek, aynı zamanda bu işler bir odadan çıkmadan rahatlıkla koordine edilebilecektir. Nesnelerin interneti çok gelişmiş bir düzeye ulaştığı için aydaki ve uzaydaki uydularda yapılacak işlemler sinyallerde kısa bir gecikme olsa da dünyadan kontrol edilen robotlar tarafından gerçekleştirilebilecektir. Aynı işlemlerin Mars'ta gerçekleşmesi sinyal gecikmesinin 20 dk'yı bulacağı tahmininden dolayı mümkün görülmemektedir.

Kaku'nun ifadesine göre sağlık sektörü çok ileri bir düzeye çıkabilecektir. Yeni üretilen organlar bir kaza sırasında insan vücudunun yarısı kaybedilse bile yerine fabrikalardan çıktı alınan ürünler halinde yerleştirilebilecektir. Kaslara yakın dokular üretililecek ve kas kayıpları doğal olana yakın bir şekilde giderilebilecektir. Ayrıca kol, bacak kayıplarının yerine insana daha fazla güç sağlayan protezler ile kişinin isteğine göre

telafi edilebilecektir. Kanser hastalığı basit bir nezle gibi tedavi edilebilir olacak, insan vücuduna giren nano robotlar sayesinde kanser hücreleri daha başlangıçta yok edilebilecektir. İnsan yaşamı uzayacak, refah seviyeleri artacaktır. Bugün yaşadığımız dünya ile 2100 yılında yaşadığımız dünya arasında çok büyük bir fark olacaktır.

Kaku'nun belirtmiş olduğu yaşamda insanlar ile temasın minimuma indiği görülmektedir. Komşunuzu ziyaret ederken bile evden çıkmanız gerekmemektedir. Hologramlar sayesinde komşunuzun, arkadaşınızın evi yâda davet edildiğiniz bir alanı evinizden hiç ayrılmadan ziyaret edebilmek mümkün olacaktır. Sosyal yaşamda bile ortaya çıkacak bu değişimler, insan ve insan etkileşiminin çok az düzeyde gerçekleşeceğini göstermektedir.

2100 yılına kadar gerçekleşeceği öngörülen bu teknolojilerin birçoğunun teknik çalışması tamamlanmış ve henüz yaygınlaşmamıştır. Önümüzdeki 10 – 20 yıllık süreçte quantum teknoloji ile füzyon enerji kullanımı haricinde birçok gelişmenin hem sağlık, hem de robot teknolojileri açısından gerçekleşmesi mümkün görünmektedir. Teknolojik değişimler sonucunda birçok yeni terim ortaya çıkacak bazı meslekler iş hayatından silinirken yeni meslekler ortaya çıkabilecektir. Schwab, 2016 yılındaki çalışmasında otomasyon tarafından ikame edilebilecek mesleklerin tele – pazarlamacılar, vergi danışmanlığı, otomobil hasarı ve sigorta ekspertliği, hakemler, spor görevlileri, mahkeme kâtipleri, garsonlar, komisyoncular, tarım işçi araçları ve diğer aracı meslekler, sekreterler, idari asistanlar, hukuk, tıp ve yönetim dışındaki asistanlar ve kuryeler olarak belirtmiştir (Schwab, 2016). Lakin hukuk danışmanlığı konusunda ortaya çıkan bazı yapay zekâ yazılımları hukuk alanında şimdiden bir çalışma alanı bulmuş durumdadır. 2017 yılında İngiltere'de Standford Üniversitesi öğrencisinin geliştirmiş olduğu DoNotPay isimli yapay zekâ uygulaması başlangıçta park cezaları ile ilgili sorunlara cevap bulabilmek için tasarlanmış sonrasında sohbet arayüzü ile geliştirilerek göçmenler için bir yapay zekâ hukuk danışmanı olarak hizmet vermeye başlamıştır¹⁷. Hukuk alanındaki bir başka yapay zekâ çalışması ise yine İngiltere'de UCL ve Sheffield Üniversite'lerindeki bilgisayar mühendisleri tarafından ortak bir çalışma ile AIHM'nin davalarında karar verici durumunda olabilecek bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım dava dosyalarındaki bilgileri kullanarak bir hakim gibi dava sonucuna karar verebilmektedir. Bu yazılım ile yapılan testlerde, 600

¹⁷ <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-39218045>

davadaki her 5 davada 4 dava sonucunu doğru tespit ettiği saptanmıştır¹⁸. Schwab (2016) aynı çalışmasında 10 – 20 yıl içinde ABD istihdam oranında %47'lik bir azalma olabileceğini belirtmektedir. Fakat şimdiden hukuk alanında çalışma bulmuş olan yapay zeka yazılımlarının beklenenden daha çok alanda karşımıza çıkacak olması %47 oranındaki istihdam azalmasındaki beklentinin aslında oldukça iyimser olduğunu göstermektedir (Schwab, 2016: 47).

İlk üç sanayi devriminin istihdamı azaltarak işsizliği arttıracak yorumlarının gerçeği yansıtmadığını bu sebepten Dördüncü Sanayi Devrimin'de de aynı korkuların yersiz olduğu düşüncesi hakim bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır. Birinci Sanayi Devrimi için gerekli olan istihdam tarımdaki iş gücünün sanayi alanına kayması ile sağlanmıştır. İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimleri'nde ortaya çıkan istihdam değişiminin ise sanayi alanından hizmetler sektörüne kaydığı görülmektedir. Bugün birçok gelişmekte olan ve gelişmiş ekonomilerde istihdamın sektörel dağılımının çoğunluğunu hizmetler sektörünün oluşturduğu bilinmektedir. Bugün Dördüncü Sanayi Devrimi en çok hizmetler sektörünü etkileyecek niteliktedir. Garsonluk, sigortacılık, taşımacılık, hukuk ve hatta tıp gibi alanlardaki hizmet veren işgücünün sayısında önümüzdeki yıllarda ciddi bir azalma gerçekleşebilecektir. İstihdamdaki azalma karşısında çıkacak olan yeni iş alanlarının, sanayiden hizmetler sektörüne gerçekleşmiş olan akış gibi birbirini ikame edebileceğinin kesinliği yoktur. Hiçbir sanayi devriminde istihdam oranında %47'lik bir azalma öngörülmemiştir. Ayrıca otonom sistemler, entegre sistemler, robotlar ve yapay zeka ile birbiri arasında ciddi bir etkileşim olabilen bir devrim bugüne kadar gerçekleşmemiştir.

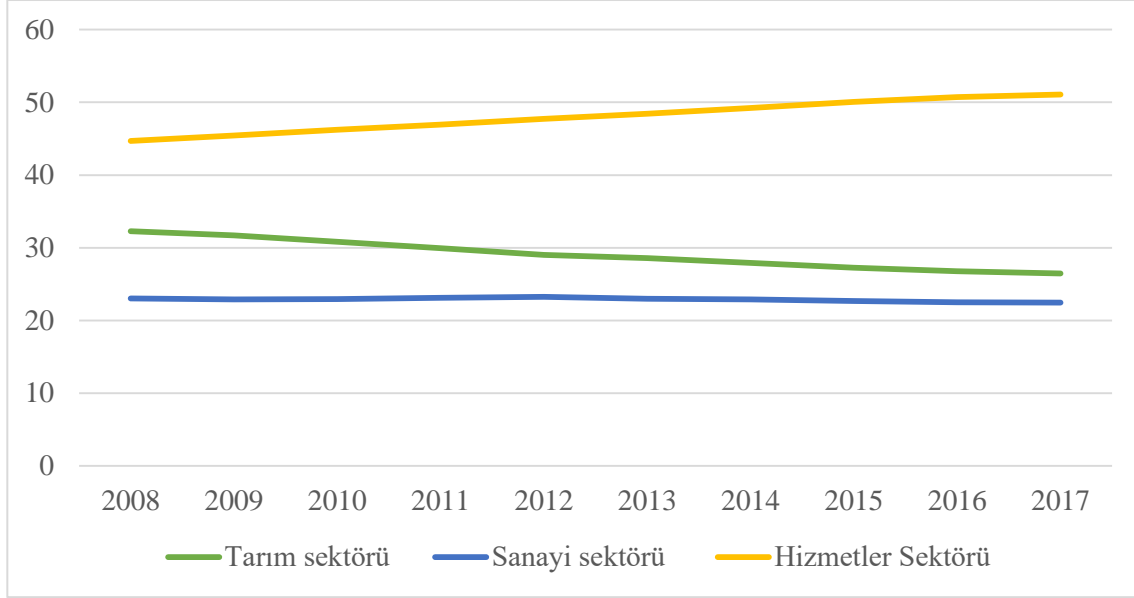
3.1.1. İstihdam

Sanayi devrimlerinin başlaması ile birlikte ilk olarak tarımdan sanayi sektörüne istihdam geçişi sağlanmıştır. Sonrasında gerçekleşen teknolojik dönüşümlerinde etkisiyle sanayi sektöründen hizmetler sektörüne geçiş ile son halini almıştır. Bu durumda dünya istihdamının niteliğini bilmek dördüncü sanayi devriminin getireceği işsizliğin boyutunu anlamak için önemlidir.

Grafik 3.1. verileri incelendiğinde Dünya'daki istihdam oranının büyük çoğunluğunun hizmetler sektöründe çalıştığı görülmektedir. Son 10 yılda sanayi alanında istihdam edilenlerin oranı %23,03 seviyesinden %22,44 seviyesine azaldığı görülmektedir.

¹⁸ <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-37750409>

Trend çok yavaş olsa da azalma seyrindedir. Tarım sektörüne bakıldığı zaman ciddi bir azalma söz konusudur. 2008 yılında %32,28 oranında tarım alanında çalışan mevcut iken bu oran 2017 yılına gelindiğinde %26,47 seviyesine gerilemiştir. Hizmetler sektörü ise artış trendi sergilemektedir.



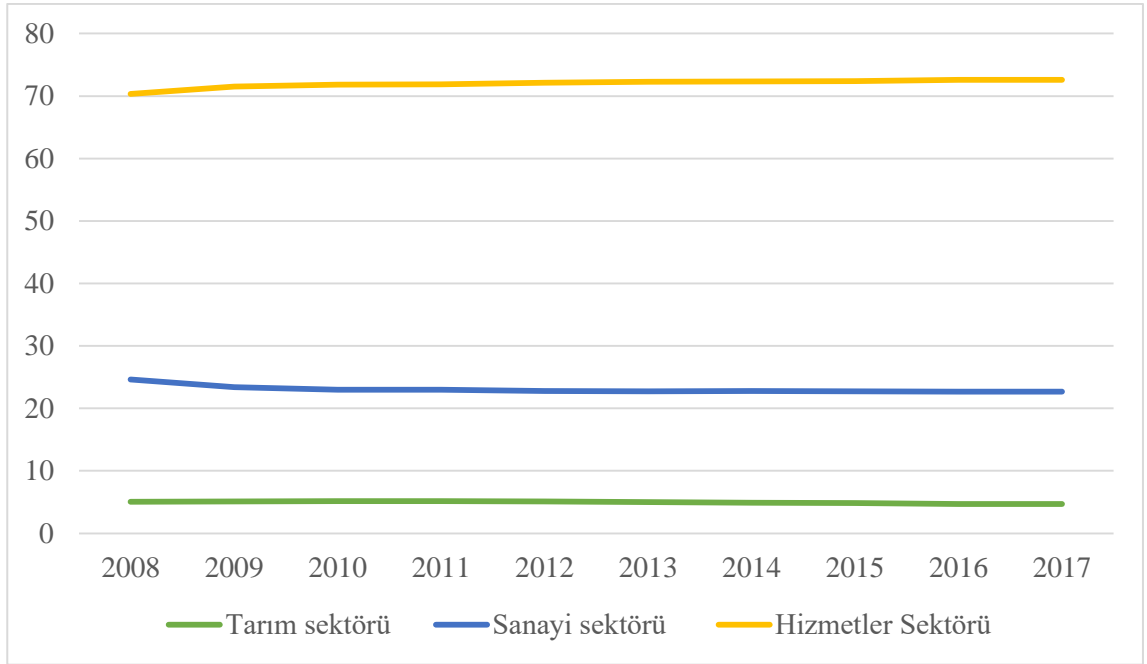
Kaynak: Dünya Bankası, 2019

Grafik 3.1. Dünya İstihdamının Sektörel Dağılımı

Hizmetler sektörü son 10 yılda %44,70 seviyesinden %51,09 seviyesine yükselmiştir ve istihdamdaki en yüksek orana sahiptir. On yıllık süreç dikkate alındığında tarım ve sanayi sektörlerindeki toplam azalışın %6,4 olduğu anlaşılmaktadır (Grafik 3.1.). Tarım ve sanayi sektöründeki istihdam azalışının hizmetler sektöründe %6,39 artışa sebep olduğu grafikten anlaşılabilir. Dünya nüfusu dikkate alındığında %0,01 oranında bir istihdam kaybının oldukça büyük bir miktar teşkil ettiği görülmektedir. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin henüz yaygınlaşmamış olduğunu ve 10 yıl içinde gelişmekte olan ve gelişmiş olan ülkelerde ciddi bir hızda seyredeceği hesaplandığında durumun ciddiyeti ortaya çıkmaktadır.

Grafik 3.2. incelendiğinde OECD ülkelerinin istihdamdaki en büyük payı %70 seviyelerinde hizmetler sektörünün kapsadığı görülmektedir. Hizmetler sektörünün 10 yıllık trendine bakıldığı zaman azda olsa artış seyrindedir. Hizmetler sektörü istihdamı 2008'de %70,32'den 2017 yılına gelindiğinde %72,59 oranına yükselmiştir, diğer sektörlerin ise tarımda daha az ve nispeten sanayi alanında daha fazla bir azalış eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır. Tarım sektöründe istihdam oranı 2008 yılında %5,03'den 2017 yılına

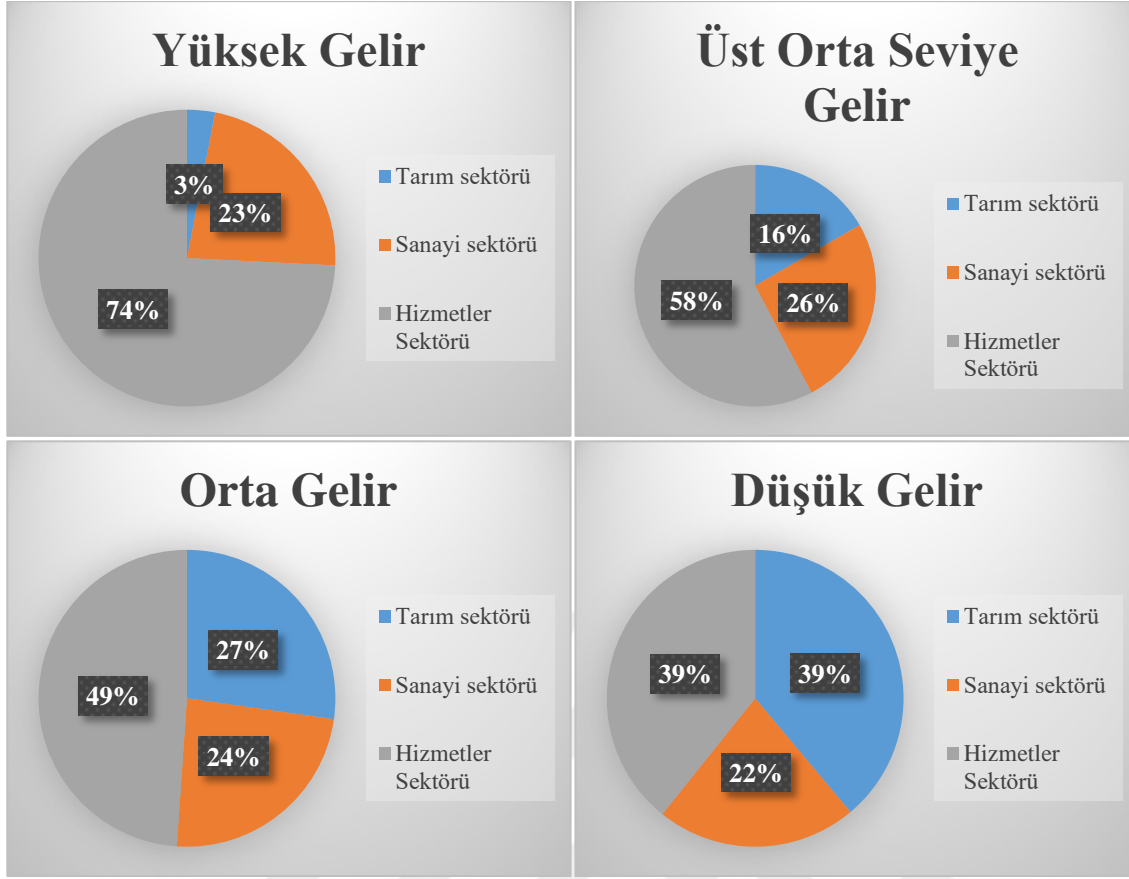
gelindiğinde %4,71 seviyesine gerilemiştir. Sanayi sektöründe ise 10 yıllık süreçte %24,64 seviyesinden %22,69 seviyesine gerilediği görülmektedir. OECD ülkelerinde tarım ve sanayi sektörlerindeki toplam istihdam azalışının tamamının %2,27 oranında bir artış sağlayarak hizmetler sektörüne geçtiği söylenebilir. Tarım ve sanayideki emek tasarrufunun OECD ülkeleri için hizmetler sektöründe iş artışı ile giderildiği anlaşılmaktadır. OECD ülkelerindeki hizmet sektörünün istihdam oranı dikkate alındığında dördüncü sanayi devrimi ile birlikte bu ülkelerde 10 – 20 yıllık bir süreçte ciddi bir işsizlik sorunu ile karşılaşılmasının mümkün olduğu söylenebilir.



Kaynak: Dünya Bankası, 2019

Grafik 3.2. OECD Ülkelerinde İstihdamın Sektörel Dağılımı

Grafik 3.3.'de ülkeler gelir seviyelerine göre istihdam oranları 2017 yılı Dünya Bankası verilerinden alınarak düzenlenmiştir. Birinci grafikte yüksek gelir sahibi olan ülkelerin tarım alanındaki istihdam oranlarının %3 olduğu sanayi sektöründe %23 hizmetler sektöründe çalışanların oranı ise %74 olarak verilmektedir. Üst orta gelire sahip ülkelerde ise tarım alanının payı %16, sanayi %26, hizmetler sektörü ise %58 oranında istihdam edildiği görülmektedir. Orta gelir seviyesinde %27 tarım alanında, %24 sanayi alanında istihdam edilirken %49 ise yine en çok orana sahip olarak hizmetler sektöründe çalışma alanı bulmuştur. Düşük gelir seviyesine sahip olan ülkelerde ise tarım %39 ve hizmetler sektöründe çalışanlar %39 üzere eşit paya sahiptir. Düşük gelirli ülkelerde çalışanların %22'si ise sanayi sektöründe istihdam edilmektedir.



Kaynak: Dünya Bankası, 2019

Grafik 3.3. Gelir Seviyelerine Göre Ülkelerin İstihdam Oranları Grafiği

Kalkınma teorilerindeki en önemli ölçüt tarım istihdamının toplam istihdamdaki payı olarak görülmektedir. Tarım istihdamının toplam istihdam içerisindeki payı azaldıkça ülkeler kalkınmakta ve tarım sektöründen sanayi sektörüne iş gücü geçişi sağlanmaktadır. Ülkeler kalkındıkça tarım sektöründen sanayiye geçen işgücü kalkınmanın da etkisi ile gelişen teknolojilerin üretimde kullanımının artırılması sonucu sanayi sektöründen hizmetler sektörüne doğru kaymaktadır. Hizmetler sektörünün toplam istihdamdan aldığı pay yüksek olan ülkeler gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmıştır. Bu nedenle hizmetler sektörünün istihdamdan aldığı pay ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren önemli bir kriter olmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi'ne ulaşacak olan ülkelerin ilk olarak yüksek gelir seviyesine sahip olan ülkeler olduğu dikkate alınca hizmetler sektörünün istihdamdaki payının yüksek olması bu ülkelerin işsizlik ile karşı karşıya kalması riski kapsamında ilk sırada olduğu ifade edilebilir. Bu durumda bugüne kadar az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere doğru olan göç trafiği, gelişmiş olan ülkelere doğru olan ülkelere doğru yön değiştirebilir.

Yaşanacak olan istihdam dönüşümü için, ortaya çıkan dijital değişimin eşanlı olarak birbirini etkileyen ve güçlendiren sosyo – ekonomik, demografik, mali dört temel faktörü bulunmaktadır.

1) Yüksek düzeyde tekrarlayan düşük vasıflı ve rutin orta vasıflı işlerde azalma. Bu bağlamda yapay zekâ, başlangıçta büro işini, satışını, müşteri hizmetlerini etkileyecektir. Dünya bankası OECD'deki 35 ülke için mevcut olan işlerin %57'sinin risk altında olduğunu tahmin etmektedir. Aynı riskin ABD'deki işlerin %47'sini, Çin'deki işlerin ise %77'sini içerdiğini belirtmektedir.

2) Mevcut işlerde verimlilik artışı ve özelleştirilmiş insan işi için talep artışı;

3) Siber güvenlik ile ilgili risklerdeki olasılığın büyük oranlı artışı;

4) Gelir eşitsizliğinde artış

Dolayısıyla, Dördüncü Sanayi Devrimi olağanüstü inovasyon ve bilgi seviyelerini mümkün kılarken, aynı zamanda genişleyen bir eşitsizlik açığına da katkı sağlamaktadır (Kuzmenko ve Roienko, 2017: 5).

3.1.2. İş birliği Çağı

İstihdam gibi birçok iktisadi alan Dördüncü Sanayi Devrimi'nin etkisinde kalabilecektir. Jeremy Rifkin'in iş birliğine dayalı otonom süreçlerin getirisi olarak ortaya çıkabileceği varsayımlarından biride **üretüketici** terimidir. Üretüketiciler yeni üretim alanını oluşturan 3D yazıcılar sayesinde hem üreterek kendi ihtiyacını karşılayan hemde fazla üretimini sosyal medya ve internet aracılığıyla hızlıca satabilen yeni bir iktisadi yapıyı oluşturmaktadırlar. Bu durum 3D ve 4D yazıcıların gelişmesi ile birlikte yaygınlaşabilir. Bu yazıcıya sahip kişiler sayesinde marjinal maliyetlerin düşeceği gibi insanların tüketim alışkanlıklarında değişebilecektir. Bu yazıcılar sayesinde birçok ürünün satın alınması ihtiyacı, ortadan kalkabilir ve ticarete konu olan ürünlerin niteliği yüksek teknoloji ve sanatsal ürünler olarak değişiklik gösterebilir.

3.1.3. Dört Olası Ekonomik Sistem Yaklaşımı

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gelişimi ile ilgili birçok fütürist öngörü mevcuttur. İyimserlerin herşeyin eşit paylaşımına kapitalist sistemin yıkılışına dair öngörülerini varken

kötümserlerin ise ekonomideki adaletsizliğin sertleşeceği, yüksek işsizlik oranlarına ulaşılacağı gibi teorileri gündemde tartışılmaktadır. Bütün bunlardan farklı olarak Peter Frase 2017 yılında yayınladığı *Dört Gelecek* kitabında gerçekleşebilecek ihtimalleri 4 başlıkta tanımlamaktadır (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Dört Gelecek Varsayımı

	Bolluk	Kıtlık
Eşitlik	Komünizm	Sosyalizm
Hiyerarşi	Rantizm (rantçılık)	Eksterminizm (imhacılık)

Kaynak: Frase, 2017: 26

Frase çalışmasını Fütürist uç yaklaşımlardan farklı olarak sosyal bilimin kuramları içerisinden alınan *Sosyal Bilimsel Kurmaca* olarak tanımlamaktadır. Gelecekte kaynaklardaki kıtlığın yerine teknoloji sayesinde bolluk yaşanacağı veya teknolojinin gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkacak iklim değişikliğinden dolayı kıtlık yaşanacağı temel düşüncesi mevcuttur. Bu durumda kapitalizmin yıkılması durumunda bolluk sürecinde *Komünizm*, kıtlık sırasında ise *Sosyalizm* yaygınlaşacaktır. Hiyerarşinin yani kapitalist bireylerin teknoloji değişimini kontrol ederek siyasi yapıya hakim olduğu durumda ise bolluk ile birlikte *Rantizm*, kıtlık durumunda *Eksterminizm* yaşanması mümkündür (Frase, 2017).

3.1.3.1. Komünizm (Bolluk ve Eşitlik)

Komünizm için teknoloji ile birlikte temel gelirin ortaya çıkması gerekir. Teknolojinin gelişimi ile temel ihtiyaçların karşılanabileceği temel bir gelire sahip olduğu durumda, emeğin değerinde artış olacaktır. İnsanlar temelde emek arzını temel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için düşük değerden piyasaya sunmaktadırlar. Teknoloji ile insanların yapmak istemediği işlerin karşılanabildiği ve **Temel Gelir** (AndreGorz, 1960'dan Akt. Frase, 2017: 41) elde edilmesi durumunda, emek gücü yüksek değerden piyasaya sunulabilecektir. Yüksek değerden emeğin piyasaya sunulması ile işverenler görece daha ucuza mâl olan otomasyona yönelmek durumunda kalacaktır. Temel ihtiyaçların karşılanması ile çalışma süresinin azalması ve toplum refahının sağlanması söz konusu olacaktır. Bu durum bolluğun yaşandığı eşit toplum düzenini sağlamakta önemli bir unsurdur. Tabi ki bu seviyeye birden bire ulaşmak mümkün değildir. Bunun için öncelikle kapitalist sistemde sosyal haklarda ortaya çıkartılacak reformlar ile mümkün olabilir. Daha sonraki süreçlerde 3D yazıcıların sayesinde insanlar birçok ihtiyaçlarını karşılayabilecek ve

bunun için temel gelirlerinden harcama yapmak zorunda bile kalmayacaklardır. Toplum genel olarak ihtiyaçlarını daha az para kullanarak karşılayabilir hale gelecektir (Frase, 2017: 43). Bu durumda her birey Jeremy Rifkin'inin ifade ettiği gibi iş birliği çağını getirecek ve üreticiler sayesinde toplumdaki bütün bireyler hem üretici hem tüketici konumuna geçebilecektir. Böylece bolluk esnasında yaşanan eşitlik doğal olarak komünizmi getirecektir.

3.1.3.2. Rantizm (Rantçılık – Bolluk ve Hiyerarşi)

Rant ekonomisi özel mülkiyet sahipliği ile ortaya çıkmış bir kavramdır. Başlangıçta arsa sahiplerine verilen kiranın bedeli olarak görülse de borsa sisteminin yaygınlaşması ile hisse senedi sahiplerinin elde ettikleri kazançlar, telif ve patent haklarının getirileri rant ekonomisinin kapsamını genişletmiştir. Bolluğun gerçekleştiği fakat eşitliğin söz konusu olmadığı durumda, sermaye sahiplerinin hiyerarşi düzeninde güçlü olduğu ve kapitalizmin ortadan kalkmadığı durumda rantizm yaygınlaşacaktır. Herşeyin otonom olduğu yazılımlar ve robotlarla bütün iş süreçlerinin gerçekleştiği bir dünyada, rant ekonomisini ayakta tutmak için gerekli olan ve yapay zeka yazılımlarının karşıladıklarının dışında kalan, patent haklarını korumak için avukat ihtiyacı, yeni teknolojileri ve var olan yazılımların piyasa değerlerini korumak için gerekli pazarlama gereksinimleri istihdam alanının temelini oluşturacaktır (Frase, 2017: 65).

3.1.3.3. Sosyalizm (Kıtlık ve Eşitlik)

Gelecekte kıtlık durumunun küresel iklim sorununun bir sonucu olarak yaşanacağı varsayılmaktadır. Küresel ısınmanın önlenemediği ve iklime bağlı olarak felaketlerin yaşanacağı düşünülürse toplumun siyasi yapısında da bir kırılma olacağı öngörüsüdür. Küresel felaketler toplumun tamamının yaşanan küresel ısınmanın sonuçlarına karşı sorumlu olduğu ve eşit bir paylaşım ile ortak yaşama savaşı vereceği durumdur. Küresel felaketler sonucu kapitalist zenginlerin belli bir hiyerarşiye sığınmadığı ve toplumla kaynaklarını paylaşmak zorunda olduğu ya da zorunda bırakılacağı tahmin edilmektedir. Frase 2017 çalışmasında “*Sosyalizm; doğayla ilişkisini yeniden inşa etmek için birlikte çalışmak zorunda olan eşitlikçi bir toplum*” olarak tanımlamıştır. Toplumun doğa ile birlikte sürdürülebilir olarak yeniden inşasında, devletlerin ve büyük kuruluşların mühim bir rolü bulunmaktadır. Kaynakları azalmış ve zarar görmüş bir dünyada hep birlikte yaşamak için çok büyük ölçekli çözümlere ihtiyaç vardır (Frase, 2017: 79).

3.1.3.4. Eksterminizm (İmhacılık – Kıtlık ve Hiyerarşi)

Frase 2017 "*Eksterminizm (imhacılık); bir toplumun ekonomi, yönetim şekli ve ideolojisinde farklı derecelerde ifadesini bulan ve onun sonucu ancak insan kalabalıklarının imhası olabilecek bir yöne sevk eden özelliğindedir*" şeklinde tanımlamıştır. Yaşanmakta olan teknolojik değişimler ve silahlar bunun en temel göstergesidir. Gelişmiş ülkelerin robot teknolojiler ile birlikte robot askerler ve yeni teknoloji ile donatılmış silahları üretmeleri uluslararası yıkımlara sebebiyet verebilecek niteliktedir. Ayrıca yüksek sermaye kıtlık durumunda yaşanan doğa sorununun sorumluluğunu üstlenmek istemeyeceklerdir. Mevcut durumda dünya gelirin büyük kısmını elinde tutan %1'lik bir nüfusun bulunması, teknolojinin aynı sermaye sahipleri tarafından geliştirilmesi ve yine onlara hizmet edecek özellikte olması eksterminizmi kaçınılmaz gelecek kılmaktadır. Teknoloji sayesinde egemen grup olan sermaye sahiplerinin emek gücüne ihtiyaçlarının kalmaması sonucunda yoksul toplum ekonomi için bir yük haline gelmiş olacaktır.

Frase'ın yaklaşımına göre kapitalizmde ani değişiklikler yaşanmayacağı gibi her bir durumun farklı bir sıra ile dünya ekonomisine hakim olması da mümkün olabilir. Beklenen iktisadi dönüşüm öncelikle kapitalizmin derinleşmesi şeklinde kendini gösterebilir. Sonraki süreçte hiyerarşinin egemenliğinin sürdürülememesi durumunda sosyalizme geçiş gerçekleşebilir. Başka bir durumda ise kominizmin yaşanması sonrası sosyalizme geçiş olabilir. Teknoloji ile yaşanacak bolluk sürecinin iklim değişiminden dolayı değişerek kıtlıkların ortaya çıkması durumunda dört varsayım (rantizm, kominizm, sosyalizm, eksterminizm) farklı sıralarla ortaya çıkabilir.

4. BÖLÜM

4. TEKNOLOJİ GÖSTERGESİ OLARAK AR&GE HARCAMALARININ EKONOMİDEKİ ETKİLERİ

Ar&Ge sayesinde firmalar önemli bulgular elde ederek ürünlerini daha verimli ve piyasadaki talebe uygun olarak üretebilmektedir. Aynı zamanda görsel açıdan müşterilerinin dikkatlerini çekecek şekilde tasarımlar yaparak piyasada rekabet koşullarına uyum sağlayabilmektedir. Hem tasarım hem de yenilik için kullanılan Ar&Ge harcamaları teknoloji girdisi olarak temel bir veri oluşturmaktadır. Bu sebepten sanayi devrimlerini incelemek aynı zamanda Ar&Ge harcamalarının yönünü takip etmek anlamına gelmektedir.

Bu bölümde ilk etapta Endüstri 4.0 ile ilgili gelecek tahminleri, iktisadi dönüşümler üzerinde durulacaktır. Ayrıca Ar&Ge harcamaları teknoloji açısından temel veri kabul edildiği için panel veri analizi yöntemi kullanılan regresyon modellerinde Ar&Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ürün ihracatı verileri kullanılmıştır.

4.1. İktisat Literatüründe Ar&Ge Harcamaları ve Teknolojik Gelişmenin Ekonomi Üzerine Etkileri

Araştırma ve geliştirme harcamaları ülkelerin teknoloji geliştirme ve üretme çalışmaları ile ilgili önemli bir değişkendir. Teknolojinin gelişmesi ülkelerin birçok ekonomik göstergelerinde doğrudan etki sahibidir. Büyüme teorilerinde teknoloji büyümenin içsel bir değişkeni olarak kabul edilmektedir. Solow 1956'da yapmış olduğu çalışmada ülkelerin gelişmişlik düzeylerindeki farkın kapanmayacağını tespit etmiştir. Bu çalışma teknolojinin dışsal olduğu konusunun sorgulanmasına sebep olmuş ve 1957 yılında yapmış olduğu çalışmada Nicholas Kaldor teknik değişimler sayesinde uyarılan verimlilik büyümesi, artan emek – sermaye oranının birbirinden ayrı bir şekilde ele alınamayacağını, sermaye – emek oranındaki artışın teknik gelişmenin bir aracı olduğunu ifade etmektedir (Kaynak, 2015: 235). Kendrick 1956'da 80 imalat sanayisi ve 33 sanayi sektörü ile 1899-1953 yılları arasındaki çıktı verilerini kullanarak yapmış olduğu çalışmasında teknolojinin ekonomik büyüme ile ilişkili olduğu ve aynı zamanda teknik ilerlemenin büyümede büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Romer 1986 ve Lucas 1988 yayınlarında ise teknolojinin içsel bir olgu olduğunu ülkelerin büyüme farklarının sebebinin de teknolojik değişimler olduğunu ifade etmişlerdir (Özer ve Çiftçi, 2009: 1). Ayrıca Gustav

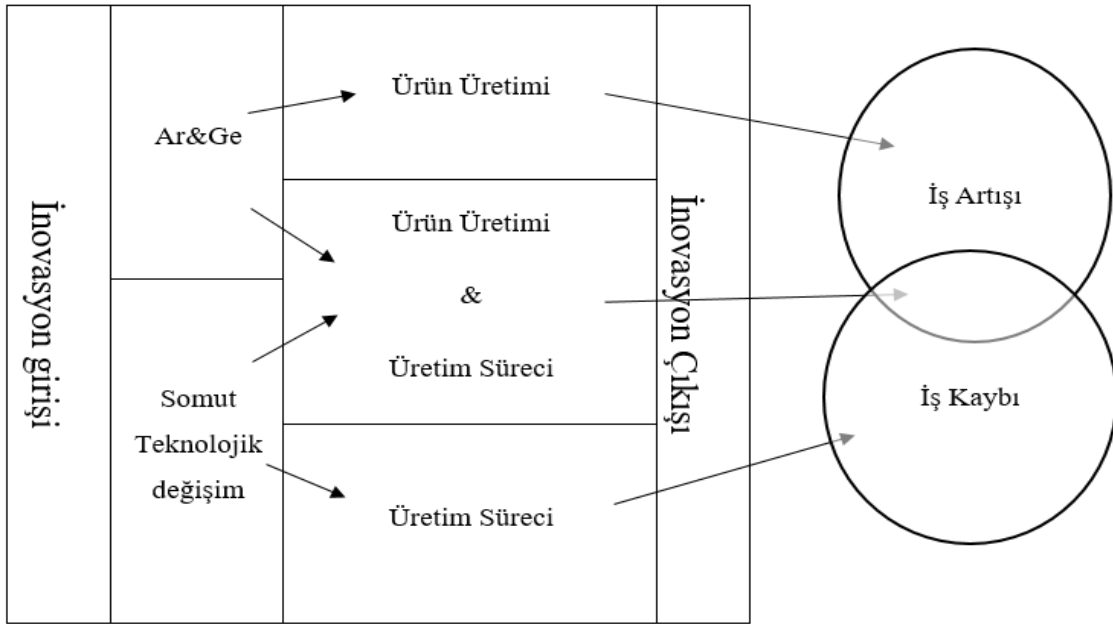
Schmoller'da teknolojinin büyümenin bir içsel olgusu olduğunu destekleyen ifadeler kullanmıştır. Schmoller ekonomi – politik organizasyon teknolojinin etkisinde kaldığını, teknolojinin iki önemli kökeni olan ekonomi – politik köken ve ruhi – manevi köken olarak tanımlamaktadır. Bu kökenler birbiri ile karşılıklı etkileşim halinde olmalarına karşın hiç birinin bir diğerine üstünlüğü olmadığını savunmuştur (Derya, 2015: 212). Bir diğer Alman iktisatçı olan Schumpeter ise teknolojinin getirdiği yaratıcı yıkımın ekonomik gelişmenin önemli bir fonksiyonu olduğunu ifade etmiştir. Schumpeter'e göre teknoloji monopol piyasayı geliştirirken Ar&Ge harcamaları için fon bulabilen monopol piyasa üretim süreçlerini geliştirecek yeni yöntemleride ortaya çıkarabilmektedir. Bu sebepten monopol piyasayı engellemek aynı zamanda yaratıcı yıkıma engel olunarak toplumsal gelişme dinamiğine yanlış müdahale gerçekleştirilmiş olacaktır. Yaratıcı yıkımın yanında yenilik teorisini de geliştirmiş olan Schumpeter üretime doğrudan katkı sağlamayan teknolojik değişimi de yenilik olarak kabul etmemiştir (Küçükalay, 2015: 472). Daron Acemoğlu ve James A. Robinson (2013) çalışmasında yaratıcı yıkım gerçekleştirilemeyen ve geleneksel kurumları baskı altına alarak sömürdüğü toplumların gelişemeyerek nasıl yıkıldıklarını tarihsel süreç bağlamında ele almışlardır.



Şekil 4.1. Ar&Ge Harcamalarının Ekonomiye Etkisi Şeması

Ar&Ge harcamalarının ekonomiye etkisi Şekil 4.1.'de gösterildiği gibi işlemektedir. Ar&Ge harcamaları yeni ürünlerin ortaya çıkışını ve diğer ülkelerden yüksek teknoloji ürünlerin ithalatını sağladığı gibi var olan ürünlerin güncellenmesinde ve piyasaya sürülmesinde etkilidir. Yeni yüksek teknoloji içeren ürünler dış talebe bağlı olarak ihracatı arttırmaktadır. İhracatın artışı ülkeye döviz girişini sağlayarak iktisadi büyümede artışa neden olurken aynı zamanda ülkede istihdam artışına neden olur. Ülkedeki gelir artışı ve yeni ürünlerin piyasada yeni yatırımlarla desteklenerek yeni iş alanlarının açılmasına sebep olacaktır. Teknoloji için kabul edilen genel yargı ekonomide büyümeyi sağlayacağı, istihdamı arttıracığı ve refah düzeyini yükselteceğidir.

Bu konuda teknoloji ile işsizlik ilişkisi sanayi devrimleri yaygınlaştığı dönemden itibaren iktisat düşünürleri arasında tartışma konusu olmuştur. Teknolojinin ekonomiye katkısı konusunda hemen hemen bütün iktisat teorileri olumlu etki öngörürken istihdama katkısı için çeşitli teoriler geliştirilmiştir.



Kaynak: Vivarelli, 2013: 69

Şekil 4.2. İnovasyon Gelişim Süreci

Teknolojinin istihdama etkisini araştıran iktisatçılardan biri olan Marco Vivarelli 2013 çalışmasında firmaların yapmış olduğu Ar&Ge süreçlerini Şekil 4.2'deki gibi şemalaştırarak teknolojinin gelişmesinin 3 farklı sonucu olduğunu belirtmiştir. Teknolojik yenilik olarak girdi verisi Ar&Ge harcamaları ve Somut teknolojik değişim (yeni üretim sürecinin ortaya çıkmasını sağlayacak teknik değişim) olarak belirtmiştir. İnovasyon girişi sonucunda ortaya yeni teknolojik ürünler ve yeni teknoloji üretim sistemleri ortaya çıkarken her ikisinin de aynı anda ortaya çıktığı durumda mevcuttur. Bu durumda Vivarelli 2013 şemasına göre yeni ürünün ortaya çıkışını sağlayan teknolojik gelişme, yeni ürün üretimi ile ilgili hem hammadde temini sağlayacak alt firmaların oluşmasına, hem de ürünün satış, pazarlama ve reklam ihtiyacının karşılanması için ilave istihdam artışına sebep olacaktır. Diğer taraftan somut teknolojik değişimin etkisi ile üretim sürecinde ortaya çıkacak yenilikler doğrudan emek tasarrufu sağlayarak istihdam alanlarının daralmasına neden olacaktır. Ürün geliştirmenin emek yoğun etkisi özellikle klasik iktisatçılar tarafından vurgulanmıştır (Say, 1803: 48 Akt. Vivarelli, 2013: 69). Hatta optimist bakış açısının en ciddi eleştirilerinde dahi bu tür yeniliklerin sebep olabileceği pozitif istihdam etkisi kabul edilmiştir (Marx, 1867'den Akt. Vivarelli, 2013: 69).

Ar&Ge harcamaları, teknolojik ilerleme üzerine kullanılacak başka bir veri bulunmasının güçlüğünden dolayı hipotezleri test etmeyi sağladığı için bu çalışmalarda temel bir alan oluşturmuştur (Özer ve Çiftçi, 2009: 1). Bu nedenle genel regresyon

çalışmasında istihdam ve GINI kat sayısına Ar&Ge harcamaları temel alınarak teknolojinin etkisi olarak yorumlanacaktır.

4.2. Dengesiz Panel Veri Analizi

Panel veri analizi Dengeli ve Dengesiz Panel veri analizi olarak iki şekilde gerçekleştirilebilir. Panel veri analizi yatay kesit ve zaman serilerinin bir havuzda birleştirilmesi ile yapılan regresyon analizlerini ifade etmektedir. Yatay kesitler belli bir zamana ait olan birimlerin yatay serilerini gösterir. Örneğin birden fazla bankanın bir yılda verdiği kredi miktarı, ülkelerin bir yıl içinde gerçekleşen ihracat – ithalat rakamları gibi değişkenlerine ait verilerini içerir. Zaman serisi ise bir birimin belli bir zaman periyodunda ortaya çıkan değişimlerini içermektedir. Örneğin bir ülkenin 10 yıllık ihracat – ithalat rakamları, bir bankanın yıllar içinde vermiş olduğu kredi miktarları zaman serilerini ifade etmektedir (Güriş, 2018: 3). Panel veri analizinin ise diğer iki yöntemden farkı hem yatay hem de dikey kesitlerin bir arada bulunarak havuzlama yöntemi ile birlikte hesaplanabilmesidir (Kutlar, 2017: 11). Ayrıca panel veri, belli bir sayıdaki gözlemin, bir zaman aralığındaki gözlemleri ile bir araya getirilerek hesaplanması olarak tanımlanmaktadır. Örneğin 25 OECD ülkesinin işsizlik oranları, milli gelir seviyesi, istihdam oranları gibi yatay gözlemlerin 1990 – 2005 zaman aralığındaki hareketleri panel veriyi oluşturmaktadır (Tatoğlu, 2018: 2).

Bir panel data regresyon modeli; $Y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_{it}$ denklemi ile ifade edilir. Bu denklemde $i = 1,2,\dots,N$ tane gözlem sayısını (yatay kesit) ve $t = 1,2,\dots,T$ kadar zamanı (zaman serisi) ifade etmektedir. α sabit terimi, β ise $K \times 1$ matrisi ve X_{it} ise i gözleminin K açıklayıcı değişkeni üzerine gözlem değerini ifade etmektedir (Baltagi, 2008: 1; Asteriou ve Hall, 2007: 353).

Panel data analizlerinde N gözlem sayısını (ülkeler, kişiler gibi birimleri) T ise zamanı ifade etmektedir. Panel data analizleri makro panel ve mikro panel olarak ikiye ayrılmaktadır. Makro panel datalarda küçük miktarda N gözlem ile büyük miktarda T zaman periyodu bulunurken $N < T$, mikro panel datalarda ise büyük miktarda N gözlem olmasına rağmen kısa bir T zaman periyoduna $N > T$ sahiptir (Baltagi, 2008: 1).

4.2.1. Literatür

Literatürü incelediğimizde Ar&Ge harcamalarının panel veri analizlerinde teknolojinin temel değişkeni olarak kullanıldığı görülmektedir. Ar&Ge harcamaları teknoloji değişkeni dikkate alınarak üç farklı literatür hazırlanmıştır. Kurulacak olan temel regresyon analizleri için istihdam ve gini katsayısı ile yapılan analizlerin olduğu literatür çalışmasına ilaveten genel ekonomik göstergeler açısından yapılan çalışmalarda üçüncü literatür tablosunda yer verilmiştir.

Tablo 4.1. İstihdam – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması

Çalışmanın Yazarı ve Yılı	Örneklem ve Değişkenler	Yöntem ve Sonuç
Dam, M.M. (2016)	28 OECD ülkesi 1991-2014 yıllarına ait istihdam ve Ar&Ge harcama verileri	Ar&Ge harcamaları ile Patent sayılarının işsizlik üzerine etkisi Panel veri analizi kullanılarak test edilmiştir ve Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik bir artışın işsizlik oranında %10 ve patent sayılarındaki %1'lik bir artışın ise işsizlikte %3 oranında bir azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.
Vivarelli, M. (2013)	Teorik inceleme	Ürün inovasyonu ve üretim süreci inovasyonunun birbiriyle ilişkili olduğunu ve ürün inovasyonlarının teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Süreç inovasyonları sebebiyle ortaya çıkacak iş gücünün yeniden ekonomi içerisine otomatik olarak tazmininin sağlanması için politikalar üretilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.
Vivarelli, M. (2015)	Literatür taraması	Hem teorik hem de ampirik olan literatür, imalat işlerinin kaybında ve büyük bir işsizlik yaratılmasında rol oynayabilecek temel teknolojik itici güçler dikkate alınarak incelenmiştir. Teknoloji ürünlerinin gelişimi ve üretim süreci geliştirme çalışmalarının istihdamı etkilediği görülmüştür. Ürün inovasyonu ile sonuçlanan teknik dönüşüm emek dostu iken süreç inovasyonunun iş yıkımlarına sebep olduğu gözlenmiştir. Gerçekten de, teknolojinin istihdam üzerindeki etkisine ilişkin teorik literatürün çoğu, süreç yenilikçiliğinin teknolojik işsizlik etkilerinin tümü olmasa da en fazla telafi edebilecek çeşitli piyasa tazminat mekanizmalarına odaklanmıştır.
Bogliacino, F., Piva, M., ve Vivarelli, M. (2012)	1990-2008 yılları arasında 677 avrupa şirketi, iş gücü, satışlar, ücretler, Ar&Ge harcamaları, yatırım verileri	19 yıllık dönemde Avrupa'daki 677 şirketin verileri kullanılarak GMM yöntemi panel veri analizi ile regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan incelemede Ar&Ge harcamalarının istihdam üzerinde %2,3 oranında çok büyük olmayan bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sektörel olarak yapılan incelemede Ar&Ge harcamalarının istihdam üzerindeki artırıcı etkisinin ürün inovasyonu yapılan sektörlerde (hizmet ve yüksek teknoloji ürünleri üretimi) gerçekleştiği vurgulanmıştır.
Ebersberger, B. (2004).	1994 yılı ve sonrasındaki 1894 şirketin anket verileri	Devlet tarafından Ar&Ge harcamaları açısından sübvansiyon desteği almış 2750 projeye sahip şirketler ile sübvansiyon almamış şirketlerin anket verileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda kamu sübvansiyonlarının şirketlerin yenilikçi çıktılar elde etmesinde olumlu etkisi olduğunu ayrıca, finansman ile şirketlerin sonraki işgücü talebi arasında ampirik bir bağlantı bulunduğunu ve inovasyon için kamu sübvansiyonlarının, şirketlerin istihdam artışını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. İstihdam – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması (Devamı)

Çalışmanın Yazarı ve Yılı	Örnekleme ve Değişkenler	Yöntem ve Sonuç
Feldmann, H. (2013).	21 endüstri ülkesi, 1985-2009 Ar&Ge harcamaları, Patent sayıları, işsizlik verileri	Ar&Ge harcamaları ve Patent sayıları temel alınarak yapılan regresyon analizinde inovasyonların işsizlik üzerine etkisi dinamik panel GMM yöntemi ile incelenmiştir. Regresyon analizleri hızlı teknolojik değişimin işsizliği artırdığını fakat 3 yıl sonra olumsuz etkinin kaybolduğunu göstermiştir. Çalışmada teknolojik değişimin olumsuz etkisinin geçici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Lachenmaier, S., ve Rottmann, H. (2011).	Almanya firmaları ile 1982-2002 yıllarında yapılan anket verileri	Dinamik panel GMM sistem tahmini kullanılarak ürün yeniliğinin istihdam üzerinde pozitif etkisi bulunmuştur. Bu aynı zamanda yenilik girdisi ve çıktısı için geçerlidir. Yeniliklerin istihdam üzerindeki etkisi bir gecikmeli tahmin edilmiştir. Süreç yenilikleri ürün yeniliklerine göre daha yüksek etkiye sahip bulunmuştur.
Crespi, G., ve Zuniga, P. (2012).	Latin Amerika ülkeleri, inovatif firmalara yapılmış anket mikro data verileri	Latin Amerika ülkelerini içeren mikro veriler ile inovasyon ve verimlilik arasında ilişki kurulmuştur. Bilgi yatırımı, inovasyon çıktıları ve firmalar tarafından verimlilik arasındaki ilişkileri tanımlanmış ve CDM yöntemi ile tahmin edilmiştir. İnovasyonun verimliliği artırıcı olumlu etkileri tespit edilmiştir ve ihracatta yeniliğin firmaların finansmana ulaşımı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.
Bogliacino, F. (2014).	2000-2008 yıllarında firmaların Ar&Ge harcamaları. İstihdam, sermaye yatırımları verileri	2000-2008 yılları arasında AB ve AB dışı firmaların verileri ile yapılan Dengesiz Panel analizi sonuçları ile istihdam ve yenilikçi yaklaşımların etkileri incelenmiştir. Firmaların pazar payındaki artışında Ar&Ge'nin istihdam esnekliğini arttıracakı belirtilmiştir. Hızlı bir yenilikçi üretimin gerçekleştiği sektörde verimliliği artırırken istihdamda daha az yetenek gerektiren işlere doğru değişim gerçekleşmesine sebep olabilir. İnovasyonun istihdam ve kaynakların yeniden dağılımına neden olduğu, refah düzeyini dengeleyici politikaların uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., ve Peters, B. (2014).	1998-2000 yılları Fransa, Almanya, İngiltere ve İspanya'daki 20.000 seçilmiş firmanın inovasyon anket verileri	Yapılmış olan ampirik çalışmada firmaların yenilikçi faaliyetlerinin istihdam üzerine etkisi analiz edilmiştir. Yenilik hareketleri sonucu ortaya çıkan istihdam azalışının yeni ürünlerin ortaya çıkardığı istihdam artışının 3'te birinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Yenilikçi yatırımların istihdam ve iktisadi büyüme açısından önemli etkisi bulunduğu belirtilmiştir.
Dachs, B., ve Peters, B. (2014).	16 AB ülkesi, 2002-2004 yılları inovasyon anket verileri	Ürün ve üretim süreci inovasyonu olarak iki aşamalı ampirik analiz sonuçları incelenmiştir. Yabancı firmaların verimlilik artışı nedeniyle yerli firmalara göre üretim süreci inovasyonu sonucunda daha fazla istihdam kaybına uğradıkları tespit edilmiştir. Veri kısıtının kısa vadeli etkilerinin tespit edilebildiği çalışmada ürün yeniliğinde ise yerli firmaların istihdam artışının yabancı firmalara göre daha fazla gerçekleştiği ifade edilmektedir.

Tablo 4.2. GINI – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması

Çalışmanın Yazarı ve Yılı	Örnekleme ve Değişkenler	Yöntem ve Sonuç
Cafri, R. (2018)	28 Oecd Ülkesi Theil Endeksi, 1997-2010 yılları, Kişibaşı Gelir, Sanayi ve Tarım İş Gücü, İşsizlik, Patent ve Teknoloji İthalatı Verileri	28 OECD ülkesi için 1997-2010 yılları arasındaki seriler kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Teknolojik gelişimin artması ile birlikte gelir dağılımındaki adaletsizliğin artmakta olduğu tespit edilmiştir. Teknolojinin yayılması ile birlikte vasıflı (beceri yanlı) işgücü ile vasıfsız (beceri yanlı olmayan) işgücünün ücretlerdeki farklılaşmanın artması ile uçurum oluştuğunu ifade etmiştir.
Machin, S., & Van Reenen, J. (1998).	7 OECD ülkesi, üretim dışı ücret dağılımı, üretim dışı istihdam dağılımı, ücret farklılıkları, istihdamın eğitim oranı, Ar&Ge yoğunluğu verileri	7 OECD ülkesi (Danimarka, Fransa, Almanya, Japonya, İsviçre, Birleşik Krallık, ABD) verileri kullanılarak panel çalışma yapılmıştır. Ücret eşitsizliğinde daha büyük artışlar yaşayan ve daha hızlı yetenek geliştirebilen ülkelerde Ar&Ge yoğunluğunun daha düşük olduğunu, ücret eşitsizliğinin sabit olduğu ve beceri geliştirmede daha yavaş olan ülkelerde Ar&Ge ölçülerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
Jaumotte, F., Lall, S., & Papageorgiou, C. (2013).	51 Ülke, 1981 – 2003 yılları küresel ticaret ve finans, teknoloji ve kontrol değişkenleri verileri	51 ülke verileri kullanılarak dengesiz panel veri analizi yapılmıştır. ticaretteki artışın gelir eşitsizliğini azalttığını, doğrudan yabancı yatırımların ise gelir eşitsizliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Artan küreselleşmenin gelir eşitsizliğini arttıran zayıf bir etkiye ulaşılmıştır. Teknolojinin gelir dağılımı üzerinde eşitsizliği arttırıcı etkileri regresyon sonuçları ile elde edilmiştir. Bütün ülkelerde gelir artmış olsada yüksek eğitim ve beceriye sahip kişiler ile vasıfsız iş gücü ücretleri orantısız artış sergilemiştir.
Conceição, P., & Galbraith, J. K. (2000)	12 OECD ülkesi, 1970-1990 yılları, GINI ve Theil endeksi	12 OECD ülkesinin 1970-1990 yılları arasında GINI katsayılarının 5'er dönemlik 4 period oluşturularak ortalama değerleri incelenmiştir. Teknolojinin gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Asteriou, D., Dimelis, S., & Moudatsou, A. (2014)	27 AB Ülkesi, 1995-2009 yılları, GINI, Ar&Ge, ICT, yüksek teknoloji ihracatı, GDP, istihdam verileri	27 AB ülkesi 1995-2009 yılları verileri GINI bağımlı değişken alınarak panel data GMM yöntemi ile analiz edilmiştir. Merkez ülkelerde yüksek teknoloji ihracatı ile Ar&Ge harcamalarının gelir dağılımındaki adaletsizliği azalttığını fakat yüksek teknoloji üreten ülkelerde Ar&Ge harcamalarının gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Perugini, C., & Pompei, F. (2009).	14 AB ülkesi, 1995-2001 yılları, GINI, SBTC ¹⁹ , HRSTO ²⁰ , inovasyon, Ar&Ge, GDP, istihdam verileri	14 AB ülkesinin 1995-2001 yılları verileri panel veri analizi ile GINI bağımlı değişken olarak analiz edilmiştir. Teknoloji ve becerinin bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Beceriye bağlı 8 sektörden 5 tanesinde gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Belirli bir seviyeye kadar gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırıcı etki sağlarken bir seviyeden sonra adaletsizliği azaltıcı etkisi olduğu (Kuznetz ters U eğrisinde olduğu gibi) tespit edilmiştir.
Autor, D. H., Katz, L. F., & Krueger, A. B. (1998).	1940-1996 yılları, ABD'deki endüstriler, gelir dağılımı, Ar&Ge verileri	1940-1996 yılları arasındaki veriler analiz edilmiştir. Teknoloji ile gelir dağılımı arasında ilişki tespit edilmiştir. Beceri yanlı teknolojik değişimin gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

¹⁹ Skill-Biased Technological Change: Yeteneğe Bağlı Teknolojik Değişim.

²⁰ Human Resources in Science and Technology by Occupation: Bilim ve Teknoloji İnsan Kaynağı, Mesleğe Göre.

Tablo 4.3. Genel Ekonomi – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması

Çalışmanın Yazarı ve Yılı	Örneklem ve Değişkenler	Yöntem ve Sonuç
Özer, M. ve Çiftçi, N. (2009a)	19 OECD ülkeleri 1993-2005 yılları Ar&Ge, mal ihr., bilgi ve iletişim tekn. ihr. ve yüksek teknoloji ürünleri ihr.	Ar&Ge harcamalarının dış ticaret açısından ilişkisi Panel veri analizi ile test edilmiştir. Mal ihracatı, bilgi teknolojileri ihracatı ve yüksek teknoloji malları ihracatı ile kurulmuş olan ayrı ayrı regresyon modelleri sonucunda Ar&Ge harcamalarının her 3 ihracatıda pozitif ve aynı zamanda yüksek katsayı ile etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Özer, M., ve Çiftçi, N. (2009b).	21 OECD ülkesi, 1993-2005 yılları, GSYİH, Ar&Ge Harcamaları, Ar&Ge çalışan sayısı ve patent sayıları	OECD ülkelerinin ekonomik büyüme verileri ile Ar&Ge harcamaları, Araştırmacı sayısı ve patent sayıları verileri panel veri analizi yapılarak incelenmiştir. Ar&Ge harcamaları, patent sayıları ve Araştırmacı sayısı ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ve yüksek oranlı bir etki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Taş, H. Y. (2018)	Dördüncü Sanayi Devrimi'nin kavramları	Dördüncü Sanayi Devrimi'ni kavramlarının ne olduğunu açıklayarak bir analiz yapmıştır. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin getirdiği faydalar ve ortaya çıkabilecek aksaklıklar ele alınmıştır. Teknolojiyi geliştirmenin önemli olduğu ve ülkemiz açısından gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu F. (2012)	21 OECD ülkesinin 1990-2010 yılları arasındaki kişi başına düşen Ar&Ge harcamaları ve kişi başına düşen GSYİH verileri	Ar&Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Panel veri analizi ile karşılaştırılmıştır. Ar&Ge ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki belirlenmiş yapılan analizlerde kişi başına düşen Ar&Ge harcamalarının gelir esnekliğinin genel olarak 0.77 olduğu tespit edilmiştir. Türkiye için esneklik katsayısının 0.64 olduğu tespit edilmiştir.
Korkmaz, S. (2010)	1990-2008 yıllarında Türkiye'deki Ar&Ge ve GSYİH verileri	Türkiye'deki Ar&Ge harcamaları ile GSYİH arasındaki ilişki Johansen eş bütünleşme analizi kullanılarak incelenmiştir. İki değişken arasında eş bütünleşme olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen etki tepki sonuçlarına göre Ar&Ge harcamaları ekonomik büyümeyi kısa dönemde etkilemektedir.
Göçer, İ. (2013)	1996-2012 yıllarında 11 Asya ülkesi dış ticaret ve Ar&Ge harcamaları, bilgi teknolojileri ihracatı ve GSYİH verileri	Ar&Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ihracatı ve bilgi iletişim teknolojilerinin ihracatı arasındaki ilişki incelenmiştir. Kurulan regresyon denklemleri sonucunda Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik bir artışın yüksek teknoloji ihracatını %6,51 arttırdığını ve bilgi iletişim teknolojileri ihracatında da %0,6 oranında bir artış meydana geldiğini tespit etmiştir. Ar&Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, dış ticaret dengesi, toplam mal ve hizmet ihracatına olan etkisinin pozitif olduğu tespit edilmiştir. Ar&Ge harcamalarındaki %1 oranındaki artışın etkisinin ekonomik büyümeye %0,43 artış olarak yansıdığı bulgularına ulaşılmıştır.
Özcan, B. ve Arı, A. (2014)	1990-2011 yılları arasında 15 OECD Ülkesinin Kişi başına GSYİH, Ar&Ge Harcamaları, Toplam istihdam, dış ticaret dengesi, Brüt sabit sermaye yatırımları verileri	15 OECD ülkesi verileri kullanılarak yapılan Panel veri analizi FMOLS tahminleri sonucunda 7 ülke üzerinde Ar&Ge harcamaları ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken diğer ülkelerde negatif bir etkiye sebep olduğu 4 ülkede negatif, 4 ülke üzerinde ise istatistiki olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. İstihdam verileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelendiğinde 7 ülkedeki istihdam artışı ekonomik büyümeyi olumlu etkilerken 3 ülkenin istihdam verileri ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği 5 ülke verilerine göre ise istihdamın ekonomik büyüme üzerinde etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Genel Ekonomi – Ar&Ge İlişkisi Literatür Taraması (Devamı)

Çalışmanın Yazarı ve Yılı	Örneklem ve Değişkenler	Yöntem ve Sonuç
Gülmez, A. ve Akpolat, A. G. (2014).	Türkiye ve 15 AB ülkesinin Ar&Ge harcamaları, Patent sayıları, kişi başına GSYİH, 2000-2010 yılları verileri	Dinamik panel veri analizi GMM modeli ile 15 AB ülkesinin ve Türkiye'nin verileri incelenmiştir. Ar&Ge harcamalarındaki %10 seviyesindeki bir artışın GSYİH'da %3,27 oranında bir artışa sebep olduğu, Patent sayılarındaki %10'luk bir artışın ise GSYİH üzerinde %0,77 seviyesinde bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.
Genç, A. ve Atasoy, A. (2010)	34 ülkenin 1997-2008 yılları Ar&Ge harcamaları ve ekonomik büyüme verileri	Panel veri analizi yöntemlerinden GMM modeli ile Wald testi sonuçları nedensellik ilişkisi açısından incelenmiştir. Ar&Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi mevcutken ekonomik büyümeden Ar&Ge harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Çalışma sonucunda Ar&Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedenselliğin tek yönlü olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Literatür çalışmalarında istihdam ile Ar&Ge ilişkisinin dikkate alındığı Tablo 4.1. incelendiğinde teknolojinin istihdam üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir. Lakin bu çalışmalar genellikle OECD ülkeleri yada endüstri merkezi ülkeler dikkate alınarak yapılan analizlerden oluşmaktadır. Dünya ülkelerini dikkate alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Teknolojinin gini katsayısı ile ilişkisinin incelendiği Tablo 4.2.'de ise teknolojinin gelir dağılımını olumsuz etkilediğini ve gelirin paylaşımındaki adaletsizliği arttırdığı görülmektedir. Teknolojinin ekonomiye etkisini inceleyen çalışmaların dış ticaret ve ekonomik büyüme üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Tablo 4.3.).

Literatür çalışmalarının bazıları dengesiz panel çalışması içerse de çoğunluğunda dengeli panel çalışmaları ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler veri kısıtı sebebiyle genellikle gelişmiş ülkelerdeki işsizlik oranları ile Ar&Ge harcamaları arasındaki ilişki dikkate alınarak yapılmıştır. Fakat gelişmiş ülkelerin ekonomi sistemlerindeki aksaklıklar ile gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin ekonomilerinde gerçekleşen etkilerin aynı olması mümkün değildir.

Çalışmada ele alınabilen en çok gözlem değeri kullanılmıştır. Teknolojinin etkisinin bütün ülkeler istihdam oranlarını ve gini katsayılarını nasıl etkilediğinin analizini yapabilmek için dengesiz panel veri analizi yöntemi tercih edilmiştir. Dengesiz panel verilerini dengeli hale getirebilecek yöntemler mevcuttur. Güriş ve Kızıllarslan (2017) çalışmasında dengesiz panel çalışmasını dengeli hale getiren Beklenti Maksimizasyonu

(EM) Algoritması²¹ yöntemiyle dengeli ve dengesiz panel regresyonlarını karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda regresyon katsayılarının her iki yöntemde de kullanılmasının anlamlı olduğunu bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin katsayıları arasında fark oluşmasına karşın ilişkinin ve etkinin yönünü belirlemede aynı sonuçları verdiğini tespit etmiştir (Güriş ve Kızılarıslan, 2017). Çalışmamızda veri eksikliklerini giderme yöntemlerini kullanmak uygun görülmediği için dengesiz panel analizi ile teknolojik değişimin istihdam ve gelir dağılımı üzerindeki etkisini gerçeğe en yakın olarak tespit etmek amaçlanmıştır.

4.2.2. Yöntem ve Veri Seti

Panel veri analizi çalışmalarında birçok regresyon modeli mevcuttur. Veri setine uygun olabilecek yöntemin belirlenmesi bu sebepten önemlidir. Dengesiz veri setlerinde dengeli panel analizleri için yapılan yöntemlerin hepsi kullanılabilir.

4.2.2.1. Yöntem

Panel veri analizlerinde hata terimleri diğer ekonometrik modellerde olduğu gibi regresyon katsayılarının yorumlanabilirliği açısından önem arz etmektedir. Panel çalışmalarında hem zaman serisine ait sapmalar hem de yatay kesit analizlerine ait sapmalar dikkate alınmaktadır. Ayrıca panel verilere ait hata payları çalışmanın sağlıklı sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Panel regresyon analizlerinde hata terimlerinin $E(X_{it} \mu_i)=0$ ve $E(X_{it} \lambda_i)=0$ (μ_i birim etkiler, λ_i zaman etkisi) varsayımı altında kurulmaktadır. Birim etkilerin ve zaman etkilerin varlığı durumunda kullanılan özel panel regresyon modelleride mevcuttur. Genelleştirilmiş En Küçük Kareler yöntemi standart hataların varlığı durumunda kullanılan modellerdendir. GEKK yöntemi aynı zamanda $N>T$ durumunun gerçekleştiği mikro panel datalarında kullanılabilen bir panel veri tahmincisidir. GEKK yöntemi heteroskedastisite ve otokorelasyonun varlığı durumunda kullanılabilir. Varyans bileşenleri kullanılarak Genelleştirilmiş En Küçük Kareler tahmincisi dengesiz panel veri analizi için uygulanan denklem aşağıdaki gibidir (Baltagi, 2014: 189; Tatoğlu, 2013: 11; Wooldridge, 2015: 492)

$$\hat{\delta}_{GEKK}=(Z'\Omega^{-1}Z)^{-1}Z'\Omega^{-1}Y \quad (1)$$

²¹ Beklenti Maksimizasyonu (EM) Algoritması: Eksik verilere ait serilerin ortalama vektörü ve kovaryans matrislerinden yararlanılarak kurulan regresyonlar ile eksik verileri tahmin etme yöntemidir. Bu yöntem ile veri setindeki eksik verilerin değerleri tahmin edilerek veri seti dengeli hale getirilir.

Dengesiz panel veri modellerinde varyans – kovaryans matrisi (Ω) GEKK için elde edilebilmesi gerekmektedir.

$\Omega = I_n \Sigma$; $\Sigma = \sigma_\varepsilon^2 I_T + \sigma_\mu^2 j_T j_T'$ şeklinde olan denklem T zaman dönemi her bir birim için farklılık göstereceğinden matrislerin diyagonal blokları farklı büyüklükte olacaktır. Bu sebepten matris uygun bir düzenleme ile $\Omega = \text{diag}[(T_i \sigma_\mu^2 + \sigma_\varepsilon^2) \overline{j_{Ti}} + \sigma_\varepsilon^2 E_{Ti}]$ şeklinde elde edilmektedir (Güriş, 2018: 424). Ayrıca *dengesiz panelin tahmininin dengeli panelden tek farkının, dengesiz panel durumunda ağırlıkların her bir birim için mümkün olan zaman serisi boyutunun uzunluğu olduğu söylenebilir* (Tatoğlu, 2013: 13).

4.2.2.2. Veri Seti

Tablo 3.3'deki değişkenler sırasıyla EMP toplam istihdamı, EMPAGR toplam istihdamdaki tarım istihdamının payını, EMPIND toplam istihdamdaki endüstri alanındaki istihdam oranını, EMPSER ise toplam istihdamdaki hizmetler sektörünün oranını vermektedir. Diğer değişkenler ise GDP ülkelerin milli gelirlerini, LFORCE işgücünün nüfusa oranını, POPULATION toplam nüfusu, RD Ar&Ge harcamalarını, HTE yüksek teknoloji ürünlerinin ihracatını, GINI ise ülkelerin gelir dağılımındaki adalet ölçüsünü belirlemek için saptanmış olan katsayıyı ifade etmektedir. Bütün veriler Dünya Bankası'ndan alınarak derlenmiştir.

Tablo 4.4. verileri denkleme dahil edilen veri setinin özetini göstermektedir. İstihdam oranları olarak nüfusun istihdama katılım oranları kullanılmıştır. Tabloya göre istihdam oranları ortalaması tüm ülkeler için %55 iken en küçük istihdam oranı %30 en yüksek istihdam oranına sahip ülkenin ise %87 olduğu görülmektedir. İstihdamın sektörlere göre dağılımında ise 0.011 ile en düşük payı alan sektör tarım iken, sektörlere göre dağılım da en yüksek paya sahip olan ülkenin %87,7 ile yine tarım istihdamındaki pay olduğu görülmektedir. 3. Bölümün ilk kısmında değinildiği gibi bu durum az gelişmiş ülkeler ile gelişmiş ülkeler arasındaki gelişmişlik seviye farkında bir göstergesi niteliğindedir. Ar&Ge harcamaları verileri ise 81 ülke genelinde GSYİH'dan ayrılan payın %1,14 olduğu en az pay ayıran ülkenin %0,014, en çok harcama yapan ülkenin ise %4,42 oranında payı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4. Betimsel İstatistikler

Değişkenler (variable)	Ortalama(Mean)	Std. Sapma (Std. Dev.)	En küçük (Min.)	En büyük (Max)
EMP	55.66506	9.35728	30.601	87.817
EMPAGR	18.36587	19.02672	0.011	87.703
EMPIND	23.27017	7.526397	3.146	47.595
EMP SER	58.36415	16.32533	9.024	87.591
GDP	6.14e+11	1.83e+12	4.87e+08	1.94e+13
LFORCE	60.56912	8.542954	40.751	89.052
POPULATION	5.99e+07	1.92e+08	274047	1.39e+09
RD	1.146505	9883172	0.01498	4.42859
HTE	1.86e+10	5.07e+10	0	5.60e+11
GINI	37.72788	9.13456	23.7	59.6

Ülkeler sırasıyla; Cezayir, Arjantin, Avustralya, Avusturya, Belçika, Bosna-Hersek, Brezilya, Bulgaristan, Burkina Faso, Kanada, Şili, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, Hırvatistan, Güney Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, Mısır, El Salvador, Estonya, Etiyopya, Finlandiya, Fransa, Gabon, Gambiya, Gürcistan, Almanya, Yunanistan, Guatemala, Honduras, Hong Kong-Çin, Macaristan, İzlanda, Hindistan, İran, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Kazakistan, Güney Kore, Kuveyt, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Madagaskar, Mali, Malta, Meksika, Moldova, Karadağ, Fas, Mozambik, Hollanda, Yeni Zelanda, Nikaragua, Norveç, Umman, Pakistan, Panama, Paraguay, Filipinler, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Sırbistan, Singapur, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Tayland, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Krallık, ABD, Uruguay, Özbekistan verileri dünya bankasından alınarak derlenmiştir. Gelişmişlik seviyeleri UNDP (2016) raporuna göre ayrılmıştır. Ülkelerin dönemlere göre bazı verileri kriz, iç savaş vb. sebeplerle bulunmadığı gözlenmiştir. Birçok ülke bu sebepten veri setine dahil edilememiştir. Dahil edilen ülkeler veri seti Ar&Ge harcamaları verileri dikkate alınarak elde edilebilen en çok veriye göre kullanılmıştır. Ar&Ge harcamaları verileri ile GINI katsayısı verilerinin IMF ve Dünya Bankası gibi merkezlere bütün ülkelerin bildirmemesinden dolayı veri ulaşımında kısıtlar bulunmaktadır. Bu sebeple Ar&Ge verileri dikkate alınarak ulaşılabilen maksimum veriye ulaşılmaya çalışılmış ve veri seti Ar&Ge değişkeni verilerinin izin verdiği ölçüde en çok ülke dahil edilerek oluşturulmuştur.

Literatür kullanımı dikkate alındığında regresyon denkleminde bağımlı değişken olarak istihdam, bağımsız değişkenlerde ise kontrol değişkenleri olarak GDP, LFORCE, POPULATION değişkenleri modele eklenmiştir. Teknoloji göstergesi olarak RD (Ar&Ge) ve HTE (Yüksek teknoloji ihracatı) değişkenleri kullanılmıştır. Teknolojinin gelir dağılımındaki adalete etkisini belirlemek içinde aynı denklem kurularak bağımlı değişken

olarak GINI katsayısı verileri ile işlem yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan regresyon modelleri aşağıdaki gibidir;

$$\text{Model 1: EMP}=\alpha + \beta_1\log\text{GDP} + \beta_2\text{LFORCE} + \beta_3\log\text{POP} + \beta_4\text{RD} + \beta_5\log\text{HTE} + e \quad (2)$$

$$\text{Model 2: EMPAGR}=\alpha + \beta_1\log\text{GDP} + \beta_2\text{LFORCE} + \beta_3\log\text{POP} + \beta_4\text{RD} + \beta_5\log\text{HTE} + e \quad (3)$$

$$\text{Model 3: EMPIND}=\alpha + \beta_1\log\text{GDP} + \beta_2\text{LFORCE} + \beta_3\log\text{POP} + \beta_4\text{RD} + \beta_5\log\text{HTE} + e \quad (4)$$

$$\text{Model 4: EMPSER}=\alpha + \beta_1\log\text{GDP} + \beta_2\text{LFORCE} + \beta_3\log\text{POP} + \beta_4\text{RD} + \beta_5\log\text{HTE} + e \quad (5)$$

$$\text{Model 5: GINI}=\alpha + \beta_1\log\text{GDP} + \beta_2\text{LFORCE} + \beta_3\log\text{POP} + \beta_4\text{RD} + \beta_5\log\text{HTE} + e \quad (6)$$

EMP, EMPAGR, EMPIND, EMPSER, GINI, LFORCE, RD verileri oran olarak kullanıldığı için GDP, POP, HTE verilerinin logaritmaları alınarak veriler arasındaki birim farklılıkları ortadan kaldırılmıştır.

Model denklemleri dengesiz panel kurulumunu sağlayan STATA v.14 programı kullanılarak yapılmıştır. Stata programı diğer programlara göre veri dengesizliklerinde programın algoritmalarının sağladığı avantaj ile boş alanları dikkate almayarak hesaplama yapabilmektedir. Denklem içerisinde kullanılan değişkenler, kısıtlamalar dikkate alınarak hesaplama anında eksik veri satırı hesaba dahil edilmeden sonuçlar elde edilebilmektedir. Algoritma esnekliği sayesinde Stata programı yatay kesit ve panel çalışmalarında daha avantajlı hale gelmektedir.

4.2.3. Hausman Test

Panel regresyon analizlerinde kurulacak olan regresyon modeli için karar verilmeden önce hata terimlerinin rassal olup olmadığını anlamak önemlidir. Regresyon modelinde hata terimlerinde bulunan bileşenlerin bağımsız değişkenler ile ilişkisi bulunuyorsa sabit etkili tahmin yöntem sonuçları tutarlı olurken, tesadüfi etkiler tahmincileri aynı şekilde tutarlı olmayacaktır. Eğer tesadüfi etkiler modelindeki hata terimleri bileşenlerinin bağımsız değişken ile ilişkisi bulunmuyorsa sabit ve tesadüfi etkili yöntemlerin tahmincileri tutarlı olmasına rağmen tesadüfi etkiler yöntemlerindeki hesaplamalar asimptotik olarak etkin olacak ve tesadüfi etkilerin dikkate alınarak tahmini daha uygun olacaktır (Güriş, 2018: 39).

Hausman (1978) testi panel veri setindeki hata terimlerinin bileşenlerinin bağımsız değişkenler ile ilişkisinin rassal ya da sabit olduğunun test edilebilmesi için kullanılan

yöntemdir. Bunun için öncelikle sabit etkili ve rassal etkili modellerle regresyon tahmini yapılarak hata terimleri hesaplanarak ilişki incelenir.

$$H_0: E(X'\mu_i)=0 \quad H_1: E(X'\mu_i)\neq 0$$

H_0 hipotezi bağımsız değişkenler ve hata terimleri arasında ilişkinin olmadığını varsaymaktadır. H_1 hipotezi ise bazı değişkenlerin hata terimlerinin ilişkili olduğunu varsaymaktadır. H_0 hipotezinin reddedilememesi durumunda rassal etkili GEKK tahmincilerinin sonuçları tutarlı olacaktır.

Tablo 4.5. Hausman Testi Bütün Ülke Grupları İle Birlikte

Chi2(4)	Prob>chi2
0.09	0.9991

Genel olarak tüm ülke grupları ile kurulan regresyon modelleri ile yapılan test istatistikleri sonucunda (Tablo 4.5.) H_0 hipotezi reddedilememektedir. Bağımsız değişkenlerin hata terimleri ile ilişkisinin olmadığı kabul edilmiştir. Bu durumda GEKK tahmincisi sonuçları tutarlı olacaktır.

Tablo 4.6. Hausman Testi Gelişmiş Ülkeler

Chi2(4)	Prob>chi2
1470.45	0.0000

Verilerin gelişmiş ülkeler bazında kısıtlanarak yapılan regresyon modellemesine göre yapılan Hausman Testi sonuçları Tablo 4.6.'da verilmiştir. Bu tabloya göre H_0 hipotezi red edilmekte bağımsız değişkenlerin bazılarının hata terimleriyle ilişkili olduğu varsayımı kabul edilmektedir.

Tablo 4.7. Hausman Testi Gelişmekte Olan Ülkeler

Chi2(4)	Prob>chi2
6.96	0.2234

Hausman Testini (Tablo 4.7.) gelişmekte olan ülke grupları için uyguladığımız da ise yine H_0 hipotezinin reddedilemediği ve bağımsız değişkenlerin hata terimleriyle ilişkili olmadığı kabul edilmektedir.

Hausman Testi sonuçlarına göre tesadüfi etkiler varsayımları karşılanmaktadır ve GEKK tahmincileri elde edilen sonuçların yansız ve tutarlı olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle kullanılacak olan GEKK tahmincisi kullanılarak regresyon modelleri kurulacaktır.

Ayrıca regresyon modelimiz (N) birim sayısı büyük (T) zaman serisi küçük olan mikro panel özelliğine sahiptir. Bu sebepten Birim Kök, Heteroskedastisite, Otokorelasyon ve Birimler Arası Korelasyon testleri yapılmadan doğrudan regresyon analizi gerçekleştirilmiştir.

4.2.4. GEKK Yöntemi Regresyon Analizleri

Toplam istihdam, tarım istihdamı, sanayi istihdamı ve hizmetler sektörü istihdamı ve gini katsayısı analizleri Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GEKK) yöntemi kullanılarak yapılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2.4.1. İstihdam bağımlı değişkeni üzerine etkiler

Regresyon tablosu (Tablo 4.8.) rassal etkiler yöntemleri ile yapılan testleri içermektedir. FE, sabit birim etkilere mücade eden grup içi tahminci parametrelerini vermektedir. Pesaran ve Smith (1995) bu tahmin metodunda parametre tahmincilerinin sapmalı olduğunu ifade etmişlerdir. İkinci sütunda ise tesadüfi etkiler için genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi RE, yine GEKK yöntemi gruplar arası etkileri dikkate alan tahmin yöntemi BE, en çok olabilirlik tahmincisi olarak MLE yöntemi ile yapılan test sonuçlarını göstermektedir. ROBUST Heteroskedastisite ve Otokorelasyon sorunlarının varlığı durumunda, SCC (Driscoll and Kraay (1998)) ise Otokorelasyon, Heteroskedastisite ve birimler arası korelasyon sorunları durumunda hata düzeltme modelleri olarak kullanılmıştır (Tatoğlu, 2013: 21).

Tablo 4.8. EMP Bağımlı Değişken Alınarak Kurulan Dengesiz Panel Regresyon Analizleri

Değ.	FE	RE	BE	MLE	ROBUST	SCC
<i>Cons</i>	17.9033	-20.2965***	-15.7781**	-20.3123***	-20.2965***	-20.2965***
<i>logGDP</i>	1.0830***	0.8790***	0.2730	0.8764***	0.8790***	0.8790***
<i>LFORCE</i>	1.0651***	1.0595***	1.0623***	1.0598***	1.0595***	1.0595***
<i>logPOP.</i>	-3.4407***	-0.7971***	-0.2285	-0.7898***	-0.7971***	-0.7971*
<i>RD</i>	-1.1278***	-1.0304***	-0.2005	-1.0259***	-1.0304**	-1.0304***
<i>logHTE</i>	0.1644**	0.1742**	0.1995	0.1744**	0.1742	0.1742*
<i>R² within</i>	0.6011	0.5967	0.5801		0.5966	
<i>R² between</i>	0.7331	0.9219	0.9267		0.9219	
<i>R² overall</i>	0.6952	0.9101	0.9168		0.9101	
<i>Sigma_u</i>	5.0818	2.5635		2.5208	2.5635	2.5635
<i>Sigma_e</i>	1.3979	1.3979		1.4032	1.3979	1.3979
<i>Rho</i>	0.9296	0.7708		0.7634	0.7708	0.7708
<i>R²</i>						0.9101
<i>F/Prob</i>						0.000
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	1194	1194	1194	1194	1194
<i>Gözlem grubu</i>	81	81	81	81	81	81

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir.

Tablo 4.8. verileri Model 1 regresyon denkleminin kurulduğu 6 farklı rassal etkiler tahmin yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Tablo 4.8. incelendiğinde RE, ROBUST (hata düzeltme modeli) ve SCC modellerinde değişken katsayılarının, R^2 , sigma, rho değerlerinin aynı olduğu görülmektedir. Yalnızca nüfus ve yüksek teknoloji ihracatı verilerinin SCC yönteminde olasılık değerlerinin %1 anlamlılık düzeyinden %5 anlamlılık düzeyine düştüğü görülmektedir. Hausman testine göre grup içi tahmincilerinin verileri tutarlı olamayacağından Tablo 4.8. verileri de dikkate alınarak regresyon analizinde RE Rassal Etkiler Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (RE-GEKK) yöntemi kullanılarak devam edilmesine karar verilmiştir.

Tablo 4.9. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK

Bağımsız Değ.	Genel	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	-20.2965*** (-6.29)	-17.0438*** (-5.08)	-29.8693*** (-6.10)	7.7724 (0.25)
<i>logGDP</i>	0.8790*** (7.12)	0.8868*** (4.76)	0.9069*** (5.93)	-2.6054 (-0.83)
<i>LFORCE</i>	1.0595*** (49.72)	1.0611*** (33.50)	1.0806*** (37.49)	0.8507*** (5.46)
<i>logPOP.</i>	-0.7971*** (-4.13)	-1.0783*** (-5.04)	-0.3771 (-1.31)	3.6535 (1.08)
<i>RD</i>	-1.0304*** (-5.81)	-0.6765*** (-3.45)	-1.3421** (-3.14)	-18.6687** (-2.76)
<i>logHTE</i>	0.1742** (2.93)	0.1795* (1.77)	0.2268*** (3.40)	0.0433 (0.06)
R^2_{within}	0.5967	0.4881	0.7474	0.3427
$R^2_{between}$	0.9219	0.9451	0.9437	0.8529
$R^2_{overall}$	0.9101	0.8881	0.9343	0.7952
<i>Sigma_u</i>	2.5635	1.5487	2.3995	0
<i>Sigma_e</i>	1.3979	1.5086	1.1556	0.6149
<i>Rho</i>	0.7708	0.5131	0.8117	0
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	752	404	38
<i>Gözlem grubu</i>	81	44	31	6

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.9. verileri Genel sütunu 81 ülkenin tamamını, G1 sütunu gelişmiş ülkeler UNDP kriterlerine göre 44 ülke verilerini, G2 sütununda gelişmekte olan ülkeler ve G3 sütununda ise az gelişmiş 6 ülke kısıtlaması ile kurulan Model 1 denklem sonuçlarını vermektedir. Tablo 4.9. verilerinde toplam istihdam ile bağımsız değişkenlerin katsayılarının ilişkileri literatürdeki teorilerle uygun olduğu görülmektedir. GDP ile istihdam ilişkisinin denkleme katılan ülkelerin tamamında pozitif, G1 ve G2 ülkeleri için pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Az gelişmiş ülkeler (G3) için ise elde edilen negatif değer %10 anlamlılık seviyesinde kalmadığından büyümenin istihdam üzerinde bir

etkisinin bulunmadığı söylenebilir. Bu durumda genel olarak ekonomik büyümenin istihdamı arttırıcı bir etkisinin olduğunu, gelişmiş ülkeler için %1'lik bir büyümenin %0,88, gelişmekte olan ülkeler için ise yaklaşık olarak %0,91'lik bir istihdam artışı sağladığı görülmektedir. Az gelişmiş ülkelerde büyümenin istihdam üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bunun sebebi ekonomideki aksaklıklar, nüfus artış hızının yüksek olması, istihdam üretme konusunda en verimli olan sektörlerin (inşaat ve hizmetler sektörleri) istihdama katılımı karşılayabilecek yeterlilikte iş alanları oluşturamaması, teknolojik gelişmeler sonucunda emek verimliliğinin artışı gibi etkenlerden dolayı büyümenin yeterli istihdam oluşturamaması gibi nedenlerdir (Kara ve Duruel, 2005: 369).

Tablo 4.9. verileri incelendiğinde yine nüfus değişkeninin istihdam ile ilişkisinin negatif, işgücünün istihdam ile ilişkisinin genel olarak pozitif olduğu görülmektedir. Ar&Ge harcamalarının genel olarak istihdama etkisinin negatif olduğu görülmektedir. Ar&Ge harcamaları katsayılarının tüm ülkeler ve gelişmiş ülkeler için %1 seviyesinde anlamlı, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için ise %5 seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ar&Ge harcamalarındaki %1 oranında bir değişim sonucu gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için katsayıların sırasıyla %0,67, %1,34 ve %18,66 oranında istihdam azalışına neden olduğu tespit edilmiştir.

Gelişmiş ülkeler ile ilgili olarak yapılmış olan literatür çalışmalarının aksine RD sonuçları dikkate alındığında teknolojinin istihdamı azaltıcı bir etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunun sebebi olarak da örneklem sayısının büyüklüğü gösterilebilir. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin katsayılarının yüksek olması teknolojik değişim süreçlerinde ortaya çıkan istihdam hareketliliğini canlı tutabilecek iş alanlarının ihtiyaca cevap veremediğini ortaya çıkarmıştır. Yüksek teknoloji ürünleri ihracatının katsayıları tüm ülkeler için %5 seviyesinde anlamlı, gelişmiş ülkelerde (G1 sütunu) %10, gelişmekte olan ülkelerde (G2 sütunu) %1 seviyesinde anlamlıdır. Az gelişmiş ülkeler (G3 sütunu) için ise %10 seviyesinde anlamlılık içermediği için G3 ülkelerinde yüksek teknoloji ürünleri ihracatının istihdam üzerinde bir etkisinin bulunmadığı söylenebilir. Bunun sebebi ise az gelişmiş ülkelerin teknoloji üretimini yaygınlaştıramaması ve teknoloji bilgi birikiminin yeterli seviyede olmamasıdır. Ar&Ge harcamalarının aksine yüksek teknoloji ihracatı değişkeninde HTE ortaya çıkan %1'lik bir değişimin istihdamı genel olarak %0,17 arttırdığı gözlenmektedir. İstihdamı arttırıcı etkisi gelişmiş ülkelerde yaklaşık %0,18 ve gelişmekte olan ülkelerde %0,22 olarak gerçekleşmiştir. Vivarelli'nin çalışmasındakine benzer şekilde

Şekil 4.2. tablosuna uygun olarak ortaya çıkan teknolojik ürün üretiminin (HTE) istihdamı artırıcı etkisi olduğu regresyon sonuçları ile de doğrulanmaktadır. Ürün üretiminin istihdamı arttırmasının yanında teknolojik değişim ile üretim sürecinde ortaya çıkan emek tasarrufu ile istihdamın azaldığı Tablo 4.9. verileriyle daha net anlaşılmaktadır.

Toplam istihdamdaki negatif etkiyi daha iyi anlayabilmek için sektörel olarak ayrı ayrı dikkate aldığımız Model 2 Model 3 ve Model 4 ile kurulan regresyon sonuçları ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından önemlidir.

Tablo 4.10. EMPAGR Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK

<i>Değ.</i>	Genel	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	10.3408 (1.29)	-8.1100 (-1.26)	35.7727*** (2.64)	68.6700 (1.28)
<i>logGDP</i>	-5.1978*** (-25.28)	-3.0746*** (-20.60)	-6.2383*** (-19.76)	-14.8497*** (-2.76)
<i>LFORCE</i>	0.6196*** (15.50)	0.2952*** (10.13)	0.3882*** (5.97)	0.6949*** (2.61)
<i>logPOP.</i>	6.4511*** (12.62)	5.6450*** (13.04)	6.9718*** (8.45)	16.2828** (2.82)
<i>RD</i>	-0.8497** (-2.76)	-0.2661 (-1.56)	-5.5563*** (-6.28)	15.3689 (1.33)
<i>logHTE</i>	-0.1337 (1.29)	-0.6175*** (-7.24)	0.4189*** (3.03)	0.6168 (0.48)
<i>R²within</i>	0.5481	0.6626	0.6971	0.4722
<i>R²between</i>	0.8061	0.1364	0.5619	0.8923
<i>R²overall</i>	0.7378	0.1651	0.5385	0.6665
<i>Sigma_u</i>	7.3072	4.8132	7.0125	0
<i>Sigma_e</i>	2.1505	1.0598	2.2260	5.5427
<i>Rho</i>	0.9203	0.9538	0.9085	0
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	752	404	38
<i>Gözlem grubu</i>	81	44	31	6
<i>Wald chi2(5)</i>	1593.40	1353.17	861.32	63.95
<i>Prob> chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.10. verileri Model 2 denklemine uygun olarak hesaplanmıştır. Regresyon modeli tarım sektörünün toplam istihdamdaki payı (EMPAGR) bağımlı değişken olarak alınmıştır. Toplam istihdamdan farklı olarak büyüme (GDP) ile tarımda istihdam oranı ilişkisi %1 seviyesinde anlamlı ve negatif sonuçlar vermiştir. Katsayıların ise yine gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkeler ve az gelişmiş ülkelere göre daha az bir etkiye sahip olduğu ve gelişmekte olan ülkelere etkisinin iki kat daha fazla olduğu görülmektedir. Ülke ekonomilerindeki büyüme tarım istihdamını azaltmaktadır. Gelirdeki artış tarımdaki iş gücünü azaltmaktadır. Tarımdaki iş gücünün azalmasının iki sebebi bulunmaktadır. Tarımdaki gizli işsizliğin yeni açılan istihdam alanlarına kayması ve artan ücretler sebebiyle

tarımda iş gücüne talebin azalmasıdır. Gelirin artması ile birlikte tarım işletmelerindeki çalışanların maliyetleri arttığından dolayı iş gücüne olan talebin daralması söz konusudur. İş gücü (LFORCE) ve nüfus (POP) katsayıları incelendiğinde ise tarım istihdamı ile ilişkisi pozitif ve anlamlı sonuçlar göstermektedir. Tarım istihdamı ile işgücü ve nüfusun ilişkisi büyümede olduğu gibi gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde yüksek olduğu halde gelişmiş ülkelerde nispeten daha az olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerin tarımda yüksek teknoloji kullanımına bağlı olarak yüksek verimlilikler elde edilmesi sebebiyle daha az pozitif etkisi olduğu söylenebilir.

Ar&Ge harcamalarının etkisinin tarım istihdamına etkisinin negatif olduğu görülmektedir (Tablo 4.10.). Ar&Ge harcamalarında genel olarak %5 seviyesinde, gelişmekte olan ülkelerde ise %1 seviyesinde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Gelişmiş ve az gelişmiş ülkelerde ise anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Genel olarak %1'lik bir artışın %0,84 ve gelişmekte olan ülkelerde %5,55 azalışa neden olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde Ar&Ge harcamaları ile istihdam arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmaması tarımdaki istihdamın gelişmişlik düzeyine bağlı olarak toplam istihdamdaki payının çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Üçüncü bölümde daha önce bahsedilen (Grafik 3.3.) istihdam grafiklerinde yüksek gelir seviyesinde olan ülkelerde %3, üst orta gelir seviyesinde olan ülkelerde ise %16 tarım istihdamı mevcuttur. Bu sebepten Ar&Ge harcamalarının gelişmiş ülkelerdeki tarım istihdamına anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Az gelişmiş ülkelerde ise teknoloji alanında henüz bir gelişmişlik bulunmamasından dolayı anlamlı bir etki tespit edilmemiştir. Yüksek teknoloji ürün ihracatında tüm ülkeler açısından anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Teknoloji üretimindeki artışın sanayi istihdamında anlamlı bir etkisinin olması beklenmektedir. Tarım alanında teknoloji ürünü üretimi bulunmadığı için genel olarak anlamlı bir sonucun elde edilmemesi beklenen bir sonuçtur. Aynı şekilde az gelişmiş ülkeler için teknoloji ürün ihracatının anlamlı bir ilişkisi bulunmamaktadır. Öte yandan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için %1 seviyesinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Gelişmiş olan ülkelerde yüksek teknoloji ürünü ihracatının etkisi negatif iken gelişmekte olan ülkelerde pozitif bir etki oluşturduğu gözlenmektedir. Gelişmiş ülkelerde tarım alanında teknolojinin etkisi beklentiler ile doğrusal sonuçlar vermiştir. Fakat gelişmekte olan ülkelerde teknoloji üretim süreçleri açısından tarım istihdamında beklenen yönde negatif etki göstermesine rağmen ürün üretimi aşamasında beklenenin aksine

bulgular pozitif bir etkinin olduğunu göstermiştir. Tarım sektöründe teknoloji sayesinde verimlilik artışı kırsal alanlarda iş çeşitliliğinin yaşanmasına ve tarımsal alanlarda yatırımların artmasına neden olurken aynı zamanda iş gücünün başka bir sektöre kaymasına neden olmaktadır (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2018: 455). Gelişmiş ülkelerde tarım alanında teknoloji kullanımı ve istihdam belli bir seviye ulaşmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde yeni yatırım alanlarının oluşmaya devam etmesi sebebiyle ilişkinin pozitif yönlü çıktığı söylenebilir. Bu durumda yüksek teknoloji ihracatındaki %1’lik bir artış, gelişmekte olan ülkelerde %0,41 oranında bir artışa sebep olmaktadır.

Tablo 4.11. EMPIND Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK

Değ.	Genel	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	48.6550*** (7.75)	60.9779*** (8.45)	3.530613 (0.36)	1.4277 (0.06)
<i>logGDP</i>	-0.7282*** (-3.77)	-2.8559*** (-10.57)	0.6335*** (2.92)	2.9682 (1.22)
<i>LFORCE</i>	-0.2995*** (-8.30)	-0.1510*** (-2.96)	-0.0607 (-1.34)	-0.3843*** (-3.19)
<i>logPOP.</i>	0.0860 (0.22)	1.6746*** (3.58)	0.3538 (0.59)	-2.0700 (-0.79)
<i>RD</i>	-2.5945*** (-9.09)	-2.6953*** (-8.87)	-0.2678 (-0.44)	-8.8288* (-1.69)
<i>logHTE</i>	0.6121*** (6.53)	1.1362*** (7.42)	0.0827 (0.87)	0.4009 (0.69)
<i>R²within</i>	0.1571	0.3051	0.0710	0.3458
<i>R²between</i>	0.1501	0.2109	0.0592	0.8683
<i>R²overall</i>	0.1363	0.2420	0.0660	0.4927
<i>Sigma_u</i>	5.4525	4.2986	5.2875	0
<i>Sigma_e</i>	2.1060	1.9780	1.5456	3.2469
<i>Rho</i>	0.8702	0.8253	0.9213	0
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	752	404	38
<i>Gözlem grubu</i>	81	44	31	6
<i>Wald chi2(5)</i>	218.52	314.32	29.84	31.08
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.11. Model 3 denkleminde uygun olarak sanayi sektörü istihdamı (EMPIND) bağımlı değişken alınarak genel ve üç farklı alt grup ülke için tahmin edilmiştir. Sanayi istihdamı ile büyüme arasındaki ilişkinde negatif olduğu, gelişmiş ülkelerde negatif ve anlamlı, gelişmekte olan ülkelerde pozitif ve anlamlı bir ilişki varken, az gelişmiş ülkelerde ise sanayi sektörü için anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. İşgücü ile sanayi istihdamı arasındaki etkinin genel olarak negatif olduğu görülmektedir. İşgücündeki %1’lik bir artışın tüm ülkeler dikkate alındığında %0,29 ve gelişmiş ülkelerde (G1) %0,15 sanayi istihdamını azaltıcı etkiye sahipken gelişmekte olan (G2) ülkelerde anlamlı bir sonuç elde

edilemediğinden etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Az gelişmiş (G3) ülkelerinde sanayi istihdamı ile iş gücü arasındaki ilişkinin anlamlı ve negatif olduğu %0,38'lik bir istihdam azalışına neden olduğu tespit edilmiştir. Nüfus artışı ise yalnızca gelişmiş ülkelerde anlamlı ve pozitif sonuçlar vermiştir. Genel sütunu dikkate alındığında nüfus artışının sanayi sektörü istihdamını etkilemediği, gelişmiş ülkeler için ise %1'lik bir nüfus artışı durumunda %1,69 oranında sanayi istihdamını arttırdığı, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ise anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenilebilir. Diğer taraftan sanayi sektöründeki istihdam ile Ar&Ge harcamalarının ilişkisinin anlamlı ve negatif olması, yüksek teknoloji ürün ihracatının etkisinin anlamlı ve pozitif olması literatür verileri ile uyumlu sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik bir değişim, sanayi istihdamında %2,59 oranında bir azalışa neden olmaktadır.

Yüksek teknoloji ürün ihracatında (Tablo 4.11.) %1 oranında bir artışın olması sanayi istihdamında %0,61'lik bir artışa sebep olmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki Ar&Ge ve yüksek teknoloji ürünleri ihracatı ilişkileri de tüm ülkeler için elde edilen bulgularla benzer sonuçlar vermiştir. Ar&Ge harcamaları ve sanayi istihdamı ilişkisi negatif ve anlamlı, yüksek teknoloji ürünleri ihracatı ise pozitif ve anlamlıdır. %1 seviyesindeki Ar&Ge harcaması artışı gelişmiş ülkelerdeki sanayi istihdamında %2,69 azalışa sebep olurken %1 oranında yüksek teknoloji ürünleri ihracatındaki bir artış ise yaklaşık %1,14 seviyesinde artış ile sonuçlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise Ar&Ge ve yüksek teknoloji ürünlerinin istihdam üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Gelişmiş ülkeler için Vivarelli (2013) çalışmasındaki Şekil 4.2. şemasında görüldüğü gibi aynı anda süreç inovasyonu ile ürün inovasyonunun gerçekleşmesinde, ortaya çıkacak iş artışı ile iş yığımının eş anlamlı ortaya çıktığında istihdamı etkilemediği durumu örneği olarak gösterilebilir. Az gelişmiş ülkelerde ise tarım istihdamının aksine sanayi istihdamında Ar&Ge harcamalarının %10 seviyesinde anlamlı ve negatif bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ar&Ge harcamalarında ortaya çıkacak %1'lik bir değişimin yaklaşık olarak %8,83 oranında sanayi istihdamını azalttığı görülmektedir. Az gelişmiş ülkeler açısından oldukça yüksek bir orandır. Az gelişmiş ülkeler, teknoloji üretiminde yeterli bir seviyeye ulaşamadığından dolayı sanayi istihdamı ile yüksek teknoloji ürünleri ihracatı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 4.12. verileri Model 4 denklemi dikkate alınarak uygulanan regresyon sonuçlarını göstermektedir. Bağımlı değişken olarak hizmet sektörü istihdam (EMPSEK)

oranları dikkate alınarak kurulan denklemler dikkate alındığında büyümenin hizmetler sektörü istihdamı ile pozitif ve anlamlı bir ilişkisinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Genel sütununda bütün ülkeler dikkate alınarak kurulan sonuçlara göre ekonomilerde ortaya çıkacak olan %1'lik bir büyüme yaklaşık olarak %6,00 oranında hizmet istihdamını arttırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde (G1) yaklaşık olarak %5,82, gelişmekte olan ülkelerde (G2) %5,58, az gelişmiş ülkelerde (G3) ise %1,88 oranında artışa neden olmaktadır.

Tablo 4.12. EMPSER Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri GEKK

Değ.	Genel	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	43.6802*** (5.58)	24.9903** (2.53)	57.7421*** (4.27)	29.9064 (0.84)
<i>logGDP</i>	5.9967*** (27.40)	5.8183*** (18.29)	5.5832*** (18.54)	11.8812*** (3.29)
<i>LFORCE</i>	-0.3299*** (-7.88)	-0.1249** (-2.05)	-0.3334*** (-5.32)	-0.3106* (-1.74)
<i>logPOP.</i>	-6.8398*** (-13.83)	-5.8887*** (-9.07)	-7.0954*** (-8.57)	-14.2129*** (-3.67)
<i>RD</i>	3.6170*** (11.09)	3.0779*** (8.52)	5.7971*** (6.87)	-6.5398 (-0.85)
<i>logHTE</i>	-0.4333*** (-4.07)	-0.4834*** (-2.67)	-0.5040*** (-3.83)	-1.0176 (-1.18)
<i>R² within</i>	0.5681	0.5213	0.6730	0.5290
<i>R² between</i>	0.7603	0.4027	0.2832	0.8840
<i>R² overall</i>	0.7018	0.4336	0.3412	0.6938
<i>Sigma_u</i>	7.0544	6.5229	7.3227	0
<i>Sigma_e</i>	2.3574	2.3730	2.1829	2.6545
<i>Rho</i>	0.8995	0.8831	0.9184	0
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	752	404	38
<i>Gözlem grubu</i>	81	44	31	6
<i>Wald chi2(5)</i>	1708.05	793.05	754.16	72.50
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.12. iş gücü (LFORCE) katsayıları genel sütununda ve gelişmekte olan ülkeler (G2) sütunlarında %1 seviyesinde anlamlı, gelişmiş ülkeler (G1) sütununda %5 seviyesinde, az gelişmiş ülkelerde ise %10 seviyesinde anlamlı ve negatif etkilerin bulunduğunu göstermektedir. İşgücünde ortaya çıkacak %1 oranındaki bir artış hizmet sektörü istihdamında tüm ülkeler dikkate alındığında %0,33, gelişmiş ülkeler için %0,12, gelişmekte olan ülkelere %0,33, az gelişmiş ülkelere ise %0,31 oranında azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Nüfus (POP) ve hizmetler sektörü istihdamı katsayıları genel, G1, G2 ve G3 ülkeleri açısından %1 seviyesinde anlamlı ve negatif sonuçlar vermektedir. Nüfusda ortaya çıkacak olan %1 oranında bir artış durumunda, hizmetler sektöründe genel

olarak %6,83, gelişmişlik seviyelerine göre ise sırasıyla G1 ülkelerinde %5,89, G2 ülkelerinde yaklaşık olarak %7,10, G3 ülkelerinde ise %14,21 azalışa neden olmaktadır.

Sanayi ve tarım sektörü istihdam tablolarının aksine Tablo 4.12. verileri hizmetler sektöründeki istihdam ile büyüme ve Ar&Ge harcamaları arasında pozitif bir ilişki olduğunu, yüksek teknoloji ürün ihracatının hizmetler sektörü istihdamına etkisinin negatif olduğunu göstermektedir. Büyüme teorilerine uygun olarak istihdamın tarımdan sanayiye, kalkınma aşamasında sanayi istihdamından sonraki süreçte sanayiden hizmetler sektörüne iş gücü kayması meydana geldiği dikkate alındığında, istihdam alanında ortaya çıkan emek fazlasının hizmetler sektöründe iş alanı bulduğu regresyon sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Regresyon sonuçları tüm ülkeler, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için Ar&Ge ve HTE sonuçlarının %1 seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan az gelişmiş ülkelerde anlamlı sonuçlar tespit edilememiştir. Az gelişmiş ülkeler açısından hizmetler sektörü istihdamında Ar&Ge harcamalarının ve yüksek teknoloji ürün ihracatının bir etkisinin bulunmadığı söylenilebilir. Gelişmiş ülkelerde Ar&Ge harcamalarında ortaya çıkan %1'lik bir değişim hizmetler sektörü istihdamında %3,07, gelişmekte olan ülkelerde %5,79 artışa neden olmaktadır.

Teknolojinin diğer sektörlerdeki negatif istihdam etkisinin, kalkınma teorileriyle uyumlu olarak iş gücü hareketliliğinin hizmetler sektörüne doğru kaydığını göstermektedir. Bu nedenle Tablo 4.12. verilerine göre diğer sektörlerden farklı olarak yüksek teknoloji ihracatı hizmetler sektörü istihdamını olumsuz etkilemektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimi kavramı 2011 yılında ortaya çıkmıştır. 2011 yılı ve sonrasında Avrupa ve gelişmiş ülkelerin bir çoğu Endüstri 4.0 konusunda çalışacak komisyonlar oluşturmuş ve inovatif çalışmaları destekleyici politikalar gerçekleştirmiştir. Bu sebepten regresyon modellerinden Model 1 üzerinde tarih aralığı dikkate alınarak iki ayrı veri seti oluşturulmuş ve bu setler üzerinden yeniden regresyon analizi yapılarak 2011 sonrası teknolojik değişimin etkisi gözlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.13. verilerinde 81 ülke dikkate alınarak 1998-2010 yılları arasında yani Endüstri 4.0 öncesi ve 2011-2017 yılları arasında Endüstri 4.0 sonrası olarak iki ayrı dönemde toplam istihdam üzerinde teknolojinin etkisi tespit edilmek istenmiştir. Tablo 19 verilerinde tarih ayrımı sebebiyle 1998-2017 yıllarında 81 ülke ile elde edilen gözlem sayısının 1998-2010 yılları arasında 79 ülke, 2011-2017 yılları arasında ise 68 ülke grubuna

düştüğü görülmektedir. Bunun sebebi bazı ülkelerin 2010 öncesinde Ar&Ge harcamaları bilgilerini paylaşmamış olması, 2011-2017 yılları arasındaki grup farklılığının ise yaşanan siyasi olaylar ve iç savaşlar gibi sebepler nedeniyle veri paylaşımının çok düzensiz olmasıdır. Özellikle 2011-2017 dönemine ait verilerdeki eksikliklerden dolayı hesaplamaların sapmalı olmaması için bazı ülkeler gruptan çıkartılmıştır. Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası tabloları Model 1 denklemi dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 4.13. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi ve Sonrası

Değ.	1998-2017	1998-2010 4.0'dan önce	2011-2017 4.0'dan sonra
<i>Cons</i>	-20.2965*** (-6.29)	-22.3493*** (-6.62)	-25.2532*** (-5.34)
<i>logGDP</i>	0.8790*** (7.12)	1.0785*** (7.76)	0.3497 (1.24)
<i>LFORCE</i>	1.0595*** (49.72)	1.0485*** (45.52)	1.1765*** (35.06)
<i>logPOP.</i>	-0.7971*** (-4.13)	-0.8714*** (-4.38)	-0.1186 (-0.40)
<i>RD</i>	-1.0304*** (-5.81)	-0.8184*** (-3.66)	-0.6616** (-2.47)
<i>logHTE</i>	0.1742*** (2.83)	0.1150* (1.65)	0.1598* (1.77)
<i>R²within</i>	0.5967	0.6318	0.6201
<i>R²between</i>	0.9219	0.9241	0.9206
<i>R²overall</i>	0.9101	0.9217	0.9039
<i>Sigma_u</i>	2.5635	2.5748	2.5029
<i>Sigma_e</i>	1.3979	1.1567	0.7562
<i>Rho</i>	0.7708	0.8321	0.9163
<i>Gözlem sayısı</i>	1194	810	369
<i>Gözlem grubu</i>	81	79	68
<i>Wald chi2(5)</i>	2571.43	2173.03	1245.42
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Büyüme (GDP) ve toplam istihdam (EMP) arasında 1998-2017 ve 1998-2010 yıllarında %1 seviyesinde anlamlı ve pozitif ilişki bulunmuştur. 2011-2017 yıllarında ise büyüme ile toplam istihdam arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı görülmektedir. Genel olarak 1998-2017 döneminde büyümede ortaya çıkacak olan %1 oranında bir artışın istihdam üzerinde yaklaşık %0,88 oranında bir artışa sebep olduğu, 1998-2010 yıllarında ise yaklaşık olarak %1,08 oranında artış sergilediği görülmektedir. İşgücü (LFORCE) ve istihdam arasında her üç dönem için %1 seviyesinde anlamlı ve pozitif sonuçlar elde edilmiştir. İşgücünde ortaya çıkacak olan %1'lik bir artış için 1998-2017 döneminde %1,06, 1998-2010 yıllarında %1,05 ve 2011-2017 yılları arasında ise %1,18 oranında bir artışa

sebebe olmuştur. Nüfus (POP) ile istihdam arasındaki ilişki %1 seviyesinde negatif ve anlamlı sonuçlar göstermektedir. Nüfusta ortaya çıkacak olan %1'lik bir artışta 1998-2017 yılları arasında %0,80, 1998-2010 yıllarında %0,87, 2011-2017 yıllarında ise %0,11 oranında azalışa neden olduğu görülmektedir. Nüfus ve istihdam arasındaki ilişkinin son yıllarda zayıfladığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4.13. incelendiğinde 1998-2017 yılları arasında Ar&Ge harcamaları (RD) ve yüksek teknoloji ürünler ihracatı katsayılarının %1 seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0 öncesi Ar&Ge harcamaları %1 düzeyinde anlamlı iken sonrası için %5 seviyesinde anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. (HTE) yüksek teknoloji ürün ihracatında ise Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası için %10 seviyesinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. 1998-2017 yılları dikkate alındığında %1 oranındaki bir değişimde istihdamda %1,03 azalış gözlenmekte iken Endüstri 4.0 öncesinde %0,87, Endüstri 4.0 sonrasında %0,66 azalış tespit edilmiştir. Yüksek teknoloji ürün ihracatı verilerinde ise toplam istihdam üzerinde 1998-2017 döneminde %0,17 pozitif katkı gözlenirken Endüstri 4.0 öncesi %0,11, sonrasında ise %0,15'lik pozitif bir katkının olduğu görülmektedir. Bu durumda süreç inovasyonunun negatif etkisinin Endüstri 4.0 sonrasında azaldığı, yüksek teknoloji ürün üretiminin pozitif etkisinin ise artış gösterdiği söylenebilir.

Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası ayrımının ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre incelemek için kurulan regresyon sonuçları Tablo 4.14 ve 4.15. verilerinde görülmektedir. Regresyon denklemi Model 1 dikkate alınarak kurulmuştur. Toplam istihdam bağımlı değişken olarak kullanılan regresyon sonuçları 1998-2010 yılları kısıtı ile Tablo 4.14.'de verilmiştir. Büyüme (GDP) ve istihdam ilişkisi gelişmiş (G1) ve gelişmekte olan (G2) ülkelerde %1 seviyesinde anlamlı ve pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Az gelişmiş ülkeler (G3) açısından ise anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Büyümede ortaya çıkacak olan %1 seviyesindeki bir artışın gelişmiş ülkelerde %1,11, gelişmekte olan ülkelerde ise %1,23 oranında istihdam artışına neden olduğu, az gelişmiş olan ülkelerde ise anlamlı bir etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. İşgücünün (LFORCE) istihdama etkisi ise gelişmiş ülkelerde negatif ve %1 seviyesinde anlamlı, gelişmekte olan ülkeler ve az gelişmiş ülkelerde ise %1 seviyesinde anlamlı ve pozitif ilişki tespit edilmiştir. İşgücünde ortaya çıkacak olan %1 oranındaki bir artış gelişmiş ülkeler istihdamında %1,07 oranında bir azalışa neden olmaktadırken gelişmekte olan ülkelerde %1,12, az gelişmiş ülkelerde ise 0,76 oranında artış sağladığı görülmektedir. Gelişmiş ülkeler ve az gelişmiş ülkeler açısından

Ar&Ge harcamaları %5 seviyesinde anlamlı etkilerin bulunduğunu göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise Ar&Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatının istihdam üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı gözlenmektedir. Ayrıca gelişmiş ve az gelişmiş ülkeler için yüksek teknoloji ürün ihracatının katsayılarının anlamlı olmadığı, 1998-2010 yıllarında istihdamı arttırıcı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 4.14. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi 1998-2010

Değ.	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	-16.6888*** (-5.08)	-34.0462*** (-6.12)	34.3254 (0.95)
<i>logGDP</i>	1.1140*** (6.08)	1.2343*** (5.81)	-4.1024 (-1.24)
<i>LFORCE</i>	-1.0297*** (32.46)	1.1217*** (31.42)	0.7666*** (4.78)
<i>logPOP.</i>	-1.3081*** (-6.42)	-0.6443* (-1.96)	4.0112 (1.17)
RD	-0.5667** (-2.56)	-0.4890 (-0.81)	-19.3787** (-2.54)
<i>logHTE</i>	0.1527 (1.50)	0.1120 (1.12)	0.6022 (0.69)
<i>R²within</i>	0.5561	0.7379	0.1034
<i>R²between</i>	0.9537	0.9350	0.8803
<i>R²overall</i>	0.9176	0.9329	0.7939
<i>Sigma_u</i>	1.4740	2.4473	0
<i>Sigma_e</i>	1.2002	1.0617	0.4943
<i>Rho</i>	0.6013	0.8416	0
<i>Gözlem sayısı</i>	507	272	31
<i>Gözlem grubu</i>	44	29	6
<i>Wald chi2(5)</i>	1330.32	47.16	96.28
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Ar&Ge harcamalarında %1 oranında ortaya çıkan bir artışın etkisi toplam istihdam üzerinde %0,56 ve az gelişmiş ülkelerde %19,37 azalışa neden olmaktadır. Aynı dönemde yüksek teknoloji ürünler ihracatı bütün ülkeler açısından anlamlı bir etkiye sahip değildir. HTE bağımsız değişkeninde Tablo 4.13.'deki Endüstri 4.0 öncesi için bulunan istihdam üzerindeki pozitif etkiye rağmen aynı dönemde gelişmişlik seviyelerine göre incelendiğinde anlamlı bir etki bulunamamıştır. Teknoloji ürün ihracatı genel olarak dünya ülkeleri istihdam düzeyinde pozitif etkiye sebep olsada ülke grupları açısından anlamlı bir artışın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum teknoloji açısından gelişmiş ülkelerde bile teknoloji üretme ve geliştirme açısından farklılıklar bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 4.15. ise Endüstri 4.0 sonrası dönem olan 2011-2017 yılları için kurulan Model 1 denklemi EMP bağımlı değişken regresyon sonuçlarını göstermektedir. Endüstri 4.0 sonrası için az gelişmiş ülkelerde yeterli veri bulunmamasından dolayı regresyon sonuçları elde edilememiştir.

Tablo 4.15. EMP Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Sonrası 2011-2017

Değ.	G1	G2
<i>Cons</i>	-36.9446*** (-5.72)	-11.8584 (-1.57)
<i>logGDP</i>	0.5376 (1.08)	-0.2966 (-0.70)
<i>LFORCE</i>	1.2943*** (21.51)	1.1191*** (25.37)
<i>logPOP.</i>	-0.8670* (-1.66)	0.3763 (0.71)
<i>RD</i>	-1.0152*** (-3.25)	1.2707 (1.63)
<i>logHTE</i>	0.7029*** (3.81)	0.0377 (0.44)
<i>R²within</i>	0.5938	0.7851
<i>R²between</i>	0.8767	0.9280
<i>R²overall</i>	0.8484	0.9305
<i>Sigma_u</i>	2.3774	2.8636
<i>Sigma_e</i>	0.7887	0.5654
<i>Rho</i>	0.9009	0.9575
<i>Gözlem sayısı</i>	240	126
<i>Gözlem grubu</i>	42	25
<i>Wald chi2(5)</i>	549.97	662.72
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Elde edilen bulgularda ise büyüme (GDP) katsayılarının anlamlılık seviyesi gelişmiş (G1) ve gelişmekte olan (G2) ülkeler açısından %10 düzeyinin dışında kalmıştır. 2011 sonrasındaki süreçte her iki ülke grubu açısından büyümenin istihdam üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı söylenebilir. İşgücü (LFORCE) katsayıları ise %1 seviyesinde anlamlılık göstermektedir. Bu durumda 2011-2017 yılları arasındaki süreçte işgücünde ortaya çıkan %1'lik bir değişimde toplam istihdamı gelişmiş ülkelerde %1,29 ve gelişmekte olan ülkelerde %1,11 oranında arttırmaktadır.

Tablo 4.15.'e göre Endüstri 4.0'dan sonraki süreçte teknoloji göstergeleri incelendiğinde gelişmiş ülkeler açısından Ar&Ge ve yüksek teknoloji ürün ihracatı katsayılarının %1 seviyesinde anlamlı bir etki içerdiğini, gelişmekte olan ülkeler açısından değerlendirildiğinde ise anlamlı bir etkinin bulunmadığı görülmektedir. Endüstri 4.0 sonrası

verilerinde gelişmiş ülkelerde Ar&Ge harcamalarındaki %1 oranındaki artış sonucunda istihdamdaki azalış etkisinin %0,56'dan %1,01 oranına yükseldiği görülmektedir. Yüksek teknoloji ürün ihracatında ise önceki süreçte anlamlı bir etkinin bulunmamasına rağmen sonraki süreçte anlamlı ve % 0,70 seviyesinde pozitif bir etkinin olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkeler için Ar&Ge harcamalarının istihdamı azaltıcı etkisi ile yüksek teknoloji ürün ihracatının istihdamı arttırıcı etkisi arasında %0,31 oranında bir açık bulunduğu ve istihdam açısından yinede ciddi bir kayıp olduğu görülmektedir. Diğer taraftan ise anlamlı bir değişimin bulunmuş olması gelişmiş ülkelerin Endüstri 4.0 için yaptıkları atılımların istihdam açısından olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir. Süreç inovasyonu ile gerçekleşen istihdam daralmasının ürün üretimi sayesinde ortaya çıkan istihdam artışı ile kapatılabildiği fakat tam olarak istihdam azalışını karşılayamadığı görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise anlamlı bir etkinin bulunmaması Dördüncü Sanayi Devriminin etkisinin belirsizliğinin bu ülke grupları için devam ettiği söylenebilir.

4.2.4.2. GINI katsayısı bağımlı değişkeni üzerine etkiler

Gini katsayısı gelirin nüfusa göre dağılımını gösteren Lorenz eğrisi dikkate alınarak hesaplanan bir sayıdır. Lorenz eğrisi gelir ile nüfus arasında mutlak eşitlik doğrusu olarak tanımlanan 45⁰ açığa sahip olan doğruya uzaklığı ölçüsünde gelir dağılımında adaletin belirlendiği bir kriterdir. Gini katsayısı ise 45⁰'lık mutlak eşitlik doğrusu ile Lorenz eğrisinin arasında kalan alanın toplam alana olan oranı hesaplanarak bulunur (Çalışkan, 2010: 99). Gini katsayısı değeri 0 ile 1 arasında değişmektedir ve katsayı 1'ye yaklaştıkça gelir dağılımındaki adaletsizliğin arttığını ifade etmektedir. Teoriye göre büyüme ve refah seviyesindeki artış gini katsayısında azalışa ve gelir dağılımında adalete neden olmaktadır. Teknolojinin gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ilişkisini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Cafri (2018) çalışmasında gelir dağılımındaki adaletsizlik ile teknoloji göstergeleri arasındaki ilişkiyi Panel veri analizi yöntemi ile incelemiş ve teknolojinin yayılması ile gelir dağılımında adaletsizliğin arttığı teorisini doğrulayan sonuçlar elde etmiştir. 28 OECD ülke ve 1997-2010 yılları verileri ile yapılmış olan çalışmada teknoloji göstergelerinde ortaya çıkan artış ile gelir dağılımı adaletsizliğindeki artışın pozitif yönlü olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Dördüncü sanayi devrimi ile ortaya çıkan beklenti literatürle teknolojinin, teknoloji üretebilenler ile üretemeyenler arasındaki kaynakların yeniden dağılımı sebebiyle gelir dağılımındaki adaletsizliği arttıracığı yönündedir. Bu durumda kurmuş olduğumuz Model 5 denklemine göre regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

Beklenti teknolojik gelişmenin Gini katsayısı ile pozitif ilişkili olması yani Ar&Ge harcamalarında ortaya çıkacak olan artışın Gini katsayısında pozitif bir artışa neden olmasıdır. Bu durumda Gini katsayı değeri artmış olacak ve toplumdaki gelir dağılımında adaletsizliğin artışı söz konusu olacaktır.

Literatür (Tablo 4.2.) incelendiğinde yapılan çalışmaların genellikle GINI katsayısı bağımlı değişken alınarak kurulan regresyon sonuçlarını içerdiği görülmektedir. Ayrıca istihdamın beceri yanlı iş gücüne yani teknolojinin yetenekli işgücü talebi ile şekillendiğini ve gelir dağılımının eşitsizliğini arttırdığı anlaşılmaktadır. Genel olarak literatür beceri yanlı işgücü talebinin artışı ile gelir dağılımındaki adaletsizliğin sebebi teknoloji olarak kabul edilmiştir. Beceri yanlı olmayan (yeteneğe bağlı olmayan) işgücüne olan talebin makinaların kullanılması ile azalması sonucunda yüksek ve düşük becerili iş gücü arasında farklılığın kutuplaşmayı arttırmasına sebep olmuştur. Otomasyon kullanımının düşük becerili işgücü için ücretler ile birlikte gelir dağılımındaki payını azalmasına sebep olduğu bunun sonucunda da gelir dağılımındaki adaletsizliğin arttığını sağladığı bulgusuna ulaşılmıştır (Cafri, 2018: 191).

Tablo 4.16. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK

Değ.	Genel	G1	G2	G3
<i>Cons</i>	44.0069*** (5.63)	11.0802 (1.50)	86.1257*** (6.04)	39.8499 (0.85)
<i>logGDP</i>	-2.2663*** (-10.14)	-0.4757 (-1.42)	-3.4740*** (-11.04)	9.4392* (1.87)
<i>LFORCE</i>	0.2635*** (5.75)	0.2244*** (3.42)	0.3184*** (4.64)	0.7588*** (3.10)
<i>logPOP.</i>	2.5058*** (5.11)	2.2760*** (4.65)	1.4510 (1.60)	-16.2478*** (-2.74)
<i>RD</i>	0.3003 (0.84)	-0.2568 (-0.77)	3.4118*** (2.80)	31.8028** (2.52)
<i>logHTE</i>	-0.3218*** (-3.04)	-0.6832*** (-3.07)	0.0912 (-0.70)	-0.5601 (-0.53)
<i>R²within</i>	0.2494	0.0403	0.4948	0.5691
<i>R²between</i>	0.2500	0.4042	0.0777	0.9925
<i>R²overall</i>	0.3186	0.4171	0.0284	0.8274
<i>Sigma_u</i>	6.3998	3.9183	6.9648	0
<i>Sigma_e</i>	1.6966	1.4952	1.7779	3.2723
<i>Rho</i>	0.9343	0.8729	0.9388	0
<i>Gözlem sayısı</i>	651	406	235	10
<i>Gözlem grubu</i>	70	39	27	4
<i>Wald chi2(5)</i>	212.77	38.53	192.42	19.18
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.16. GINI katsayısının bağımlı değişken olarak kullanıldığı Model 5 denkleminin tüm ülkeler (Genel), gelişmiş ülkeler (G1), gelişmekte olan ülkeler (G2) ve az gelişmiş ülkeler (G3) olarak ayrı ayrı kurulan regresyon sonuçlarını göstermektedir. GDP değişkeni ile GINI katsayısı üzerinde oluşturduğu etkilerin katsayı değerleri dikkate alındığında Genel olarak ve gelişmekte olan ülkeler açısından %1, az gelişmiş ülkeler için %10 seviyesinde anlamlı bir etkinin bulunduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkeler için ise gelirdeki artış ile GINI katsayısı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. GDP'deki %1'lik bir artışın genel olarak 70 ülke ekonomileri açısından yaklaşık %2,27 oranında GINI üzerinde azalışa neden olduğu görülmektedir. Bu durum temel teoriyle uyumludur. Gelirdeki artış tüm ülkeler dikkate alındığında GINI katsayısında azalışa ve dolayısıyla gelir dağılımında adil bir dağılıma sebep olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gelirdeki artış ile GINI katsayısı arasında anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Gelişmiş ülkelerde gelirdeki artış ile GINI arasında bir ilişkinin bulunmadığı söylenebilir. Gelişmiş ülkelerde gelirin artması gelir dağılımında adaletin sağlanması için yeterli olmamaktadır. Verisetinde bulunan 39 gelişmiş ülkenin GINI katsayısı ortalaması alındığında 32,74 olarak tespit edilmiştir. Gelişmiş ülkelerdeki gelir dağılımında nispeten adaletli yapının bulunduğu ve gelir ile GINI katsayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamasının nedenlerinden biri olduğu söylenebilir. Gelişmiş ülkeler açısından değerlendirildiğinde gelirdeki %1'lik bir artışın GINI katsayısında %3,47 oranında bir azalmaya sebep olduğu görülmektedir. Az gelişmiş ülkelerde ise gelir ile GINI katsayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. %1'lik bir gelir artışı az gelişmiş ülkelerin GINI katsayılarında yaklaşık olarak %9,44 oranında bir artışa neden olmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde gelir arttıkça gelir dağılımında adaletsizliğinde arttığı tespit edilmiştir.

GINI ve işgücü (LFORCE) arasındaki ilişki incelendiğinde dört regresyon modelinde %1 seviyesinde anlamlı ve pozitif bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. İş gücünde ortaya çıkan %1 oranında bir artışın gelir dağılımındaki adaletsizliği tüm ülkeler açısından (Genel sütunu) %0,26 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde (G1) işgücünde ortaya çıkacak %1'lik bir artışın 0,22, gelişmekte olan ülkelerde (G2) yaklaşık olarak %0,32, az gelişmiş ülkelerde (G3) ise %0,76 oranında gelir dağılımında eşitsizliğin artışına neden olmaktadır. Nüfusun (POP) artışı ile GINI arasındaki ilişki ise yine pozitif yönlüdür ve gelişmekte olan ülkeler haricinde ülke grupları açısından katsayılar %1 seviyesinde anlamlılık göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise gelir dağılımındaki adaletsizlik ile GINI arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Nüfusta ortaya çıkan %1'lik bir artış gelir dağılımındaki adaletsizliği genel sütununda tüm ülkeler açısından

%2,51, gelişmiş ülkelerde ise %2,28 oranında arttırmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde nüfusun bir etkisi bulunmazken az gelişmiş ülkelerde ise %16,25 oranında azalışa neden olmaktadır. Bu durum az gelişmiş ülkelerde nüfusun artışının gelir dağılımında adaletsizliği azalttığını göstermektedir.

Tablo 4.16. verilerinde teknolojinin GINI üzerindeki etkisini incelediğimizde (RD) Ar&Ge harcamalarının veri setindeki tüm ülkeler açısından anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı görülmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki etkinin de anlamlı bir seviyede olmadığı, gelişmekte olan ülkelerde %1 seviyesinde anlamlı iken az gelişmiş ülkelerde %5 düzeyinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Gelişmiş ülkeler açısından Ar&Ge ile GINI katsayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde Ar&Ge harcamalarında ortaya çıkan %1 oranında bir artışın %3,41, az gelişmiş ülkelerde ise %31,80 GINI katsayısı artışına sebep olmaktadır. Bu durum teknoloji gelişimi ile birlikte gelir dağılımında adaletsizliğin gelişmiş ülkelerin aksine gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde artmakta olduğunu göstermektedir. Yüksek teknoloji ihracatı katsayılarının %1 seviyesinde genel olarak ve gelişmiş ülkeler açısından anlamlı olduğu, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından ise anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı görülmektedir. Genel olarak yüksek teknoloji ürün ihracatında gerçekleşen %1'lik bir artış GINI katsayısında %0,32 azalışa neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gerçekleşen %1'lik bir artış ile %0,68 oranında bir azalışın gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumda istihdamda olduğu gibi GINI katsayısında teknolojik değişim sırasında oluşan üretim süreci inovasyonu ile özellikle gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler açısından gelir dağılımındaki adaletsizliğin arttığı, öte yandan yeni ürünlerin üretimini sağlayan inovasyon ile özellikle gelişmiş ülkeler açısından gelir dağılımındaki adaletsizliğin azaldığı sonucuna ulaşılabilir.

Tablo 4.17. verileri bağımlı değişken olarak yine GINI katsayısı ile kullanılan, Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası tarihlerini kapsayan dönemler açısından kurulan regresyon sonuçlarını vermektedir. 1998-2017 ve 1998-2010 dönemleri açısından GINI ve gelir (GDP) arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğu gelir arttıkça gelir dağılımındaki adaletsizliğin azaldığı görülmektedir. Fakat 2011-2017 yıllarında ise gelirdeki artış ile gelir dağılımındaki adaletsizlik arasındaki ilişkiyi belirleyen katsayının %10 düzeyinin dışında kaldığını ve anlamlı bir ilişkinin bulunamadığını göstermektedir. Gelirde ortaya çıkan %1 oranındaki bir artışın 1998-2017 dönemi için %2,27, 1998-2010 döneminde ise %1,17 oranında GINI katsayısında azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda 1998-2017 dönemi içinde

tüm ülkeler açısından gelir dağılımındaki adaletsizliği azaltıcı etkinin çoğunlukla 1998-2010 yılları arasında gerçekleştiği Endüstri 4.0 sonrası (2011-2017) süreçte ise aynı etkiyi gösteremediği söylenebilir.

GINI ve işgücü (LFORCE) arasındaki ilişki dikkate alındığında regresyon bulgularının her üç periyot için anlamlı ve pozitif yönlü sonuçlar elde edildiği görülmektedir. İş gücündeki %1’lik bir artış durumunda gelir dağılımındaki adaletsizlik 20 yıllık dönemde %0,26, 1998-2010 yılları arasında %0,15, 2011-2017 döneminde ise %0,21 oranında artışa neden olduğu görülmektedir. Nüfus (POP) katsayıları dikkate alındığında her dönem için anlamlı ve pozitif bulgular tespit edilmiştir. Nüfusun %1 seviyesindeki artışı ile GINI katsayısında 1998-2017 döneminde %2,51, 1998-2010’da %2,31, 2011-2017 yılları arasında ise %1,56 oranında artışa neden olmuştur.

Tablo 4.17. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi ve Sonrası

Değ.	1998-2017	1998-2010 4.0’dan önce	2011-2017 4.0’dan sonra
<i>Cons</i>	44.0069*** (5.63)	34.0127*** (3.72)	9.3455 (0.88)
<i>logGDP</i>	-2.2663*** (-10.14)	-1.1667*** (-3.54)	-0.2844 (-0.50)
<i>LFORCE</i>	0.2635*** (5.75)	0.1592** (2.52)	0.2072** (2.55)
<i>logPOP.</i>	2.5058*** (5.11)	2.3126*** (4.06)	1.5607** (2.28)
RD	0.3003 (0.84)	-0.9976* (-1.73)	-0.9638* (-1.88)
<i>logHTE</i>	-0.3218*** (-3.04)	-0.6575*** (-3.35)	-0.1366 (-0.97)
<i>R² within</i>	0.2494	0.1262	0.0001
<i>R² between</i>	0.2500	0.3482	0.3605
<i>R² overall</i>	0.3186	0.4329	0.3803
<i>Sigma_u</i>	6.3998	6.8322	5.9847
<i>Sigma_e</i>	1.6966	1.6287	0.9363
<i>Rho</i>	0.9343	0.9462	0.9761
<i>Gözlem sayısı</i>	651	408	238
<i>Gözlem grubu</i>	70	68	58
<i>Wald chi2(5)</i>	212.77	83.87	18.98
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000	0.0019

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

1998-2017 döneminde GINI katsayısının Ar&Ge harcamaları ile ilişkisini gösteren katsayının anlamlı bir seviyede olmadığı, yüksek teknoloji ürün ihracatı ile %1 seviyesinde anlamlı ve negatif bir ilişki içerdiği görülmektedir. 1998-2010 ve 2011-2017 döneminde Ar&Ge harcamaları ile GINI katsayısı arasında %10 seviyesinde anlamlı ve negatif bir

ilişkinin bulunduğu görülmektedir. Ar&Ge harcamalarında ortaya çıkan %1'lik bir artış sonucunda Endüstri 4.0'dan önce GINI katsayısında %0,99 azalışa neden olurken sonrasında %0,96 oranında bir azalışa neden olduğu görülmektedir. Yüksek teknoloji ürün ihracatı katsayıları ise 1998-2017 ve 1998-2010 yılları arasında %1 seviyesinde anlamlı ve negatif ilişki bulunmuştur. 2011-2017 yılları arasındaki negatif ilişkinin ise anlamlı bir seviyede bulunmadığı tespit edilmiştir. 1998-2017 yıllarında HTE'deki %1'lik bir değişimin GINI katsayısında %0,32 oranında bir azalışa neden olduğu, Endüstri 4.0'dan öncesinde yaklaşık olarak %0,66 seviyesinde bir azalma sağlarken Endüstri 4.0'dan sonra anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Tablo 4.17. verilerinden genel olarak teknoloji ile GINI katsayısı arasında negatif yönlü bir ilişkinin bulunduğu literatürden farklı olarak tespit edilmiştir. Fakat teknolojinin gelir dağılımındaki adaletsizliği azaltıcı etkisinin Endüstri 4.0'dan öncesinde daha etkili olduğunu sonrasında ise aynı etkiyi sağlayamadığı görülmektedir.

Tablo 4.18. ve 4.19. verileri Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası için ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre kurulan Model 5 regresyon sonuçlarını göstermektedir. Az gelişmiş ülkelerin verilerindeki noksanlıktan dolayı regresyon sonuçları alınamamıştır.

Tablo 4.18. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Öncesi 1998-2010

Değ.	G1	G2
<i>Cons</i>	3.4093 (0.39)	75.4510*** (4.33)
<i>logGDP</i>	0.2701 (0.64)	-2.6485*** (-5.23)
<i>LFORCE</i>	0.2178** (2.33)	0.2021** (2.14)
<i>logPOP.</i>	1.9544*** (3.50)	1.7870 (1.55)
<i>RD</i>	-1.9207*** (-3.64)	3.6500** (2.01)
<i>logHTE</i>	-0.8447*** (-2.96)	-0.5200* (-1.84)
<i>R² within</i>	0.0595	0.3810
<i>R² between</i>	0.3907	0.0386
<i>R² overall</i>	0.4647	0.0144
<i>Sigma_u</i>	4.2239	7.2818
<i>Sigma_e</i>	1.4416	1.6265
<i>Rho</i>	0.8957	0.9525
<i>Gözlem sayısı</i>	248	151
<i>Gözlem grubu</i>	39	25
<i>Wald chi2(5)</i>	36.35	69.97
<i>Prob > chi2</i>	0.0000	0.0000

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10, **: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Gelir (GDP) ve GINI arasındaki ilişkiyi gösteren katsayılara göre gelişmiş (G1) ülke sonuçları %10 anlamlılık seviyesinin dışında kalmaktadır. Gelişmekte olan (G2) ülkelerde ise %1 seviyesinde anlamlı ve negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Gelirin %1 oranında artışı ile gelişmekte olan ülkelerde GINI katsayısı %2,64 oranında azalış gerçekleştirmekte, gelişmiş ülkelerde ise anlamlı bir etkiye sebep olmamaktadır. İşgücü (LFORCE) katsayıları ise %5 seviyesinde anlamlı sonuçlar göstermektedir. İşgücündeki %1’lik bir artış gelişmiş ülkelerde 1998-2010 dönemi dikkate alındığında 0,22, gelişmekte olan ülkelerde ise 0,20 oranında bir artış göstermektedir. İşgücündeki artış 1998-2010 yıllarında gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde gelir dağılımı adaletsizliğini arttırmıştır. Nüfus ile GINI katsayısı arasındaki ilişkide ise gelişmiş ülkeler açısından %1 seviyesinde anlamlı bulgular elde edilmiş durumdayken gelişmekte olan ülkelerde olasılık değerleri %10 seviyesinin dışında kalmıştır. Nüfusun %1 oranındaki artışı ile GINI katsayısında gelişmiş ülkelerde %1,95 artışa neden olmaktadır gelişmiş ülkelerde gelir dağılımında anlamlı bir etkiye neden olmadığı söylenebilir.

Endüstri 4.0 öncesi (Tablo 4.18.) dikkate alındığında gelişmiş ülkelerde Ar&Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ürün üretimi ile GINI katsayısı arasında %1 seviyesinde anlamlı bir ilişkinin bulunduğu ve negatif yönlü olduğu görülmektedir. Gelişmekte olan ülkeler açısından incelendiğinde ise Ar&Ge harcamalar ile %5 ve yüksek teknoloji ürün ihracatının GINI ile ilişkisinin ise %10 seviyesinde anlamlı olduğu, Ar&Ge ile pozitif, yüksek teknoloji ihracatı ile negatif bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir.

Tablo 4.18.’e göre gelişmiş ülkeler Ar&Ge harcamalarında oluşan %1’lik bir artışın GINI katsayısında %1,92, yüksek teknoloji ihracatında ortaya çıkan %1’lik bir artışın ise %0,84 seviyesinde azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise Ar&Ge’de ortaya çıkan %1’lik bir artışın %3,65 GINI katsayısını arttırdığı, yüksek teknoloji ürün ihracatındaki %1’lik bir artışın ise %0,52 seviyesinde bir azalışa neden olduğu görülmektedir. Tablo 4.18. sonuçlarına göre Dördüncü Sanayi Devrimi’nden önceki süreçte teknolojiye gelişmeler gelişmiş ülkeler açısından gelir dağılımında adaleti artırıcı yönde etkilere sebep olmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için ise süreç inovasyonu gelir dağılımında adaletsizliğe sebep olurken teknoloji sayesinde yeni ürünlerin ortaya çıkması ile birlikte gelir dağılımındaki adaletsizliği azaltıcı yönde etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.19. GINI Bağımlı Değişken, Dengesiz Panel Regresyon Analizleri, GEKK, Endüstri 4.0 Sonrası 2011-2017

Değ.	G1	G2
<i>Cons</i>	19.3686* (1.91)	7.9215 (0.37)
<i>logGDP</i>	0.2569 (0.34)	2.0124* (1.80)
<i>LFORCE</i>	-0.0099 (-0.10)	0.2353* (1.73)
<i>logPOP.</i>	2.2589*** (2.81)	-1.9319 (-1.30)
<i>RD</i>	0.1971 (0.41)	-1.9463 (-0.88)
<i>logHTE</i>	-1.3064*** (-3.64)	0.0211 (0.12)
<i>R²within</i>	0.0291	0.0286
<i>R²between</i>	0.4520	0.3259
<i>R²overall</i>	0.4429	0.3017
<i>Sigma_u</i>	3.8924	7.7751
<i>Sigma_e</i>	0.8048	1.1584
<i>Rho</i>	0.9590	0.9783
<i>Gözlem sayısı</i>	156	82
<i>Gözlem grubu</i>	36	22
<i>Wald chi2(5)</i>	26.59	7.78
<i>Prob > chi2</i>	0.0001	0.1689

Not: Anlamlılık seviyesi *: %10,**: %5, ***: %1 olarak ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler (Z) katsayısını içermektedir.

Tablo 4.19.'da GINI bağımlı değişken olarak Endüstri 4.0'dan sonraki süreçte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından hesaplanan regresyon sonuçları verilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler regresyon modelinde Wald testi kriter değerinin olasılık sonuçları %10 seviyesinin dışında %16 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Regresyon sonuçlarını yorumlamak Wald testi %10 kriter değerini aştığından dolayı anlamlı bulunmamıştır.

Endüstri 4.0 sonrası Tablo 4.19. verileri gelişmiş ülkeler açısından değerlendirildiğinde GINI katsayısı ile gelir (GDP) ve işgücü (LFORCE) arasındaki ilişki %10 anlamlılık düzeyinin dışında kalmıştır. Gelir ve İşgücünde ortaya çıkacak olan %1'lik bir değişim 1998-2010 döneminde de olduğu gibi gelişmiş ülkelerde anlamlı bir etkiye neden olmamaktadır. Her iki dönemde de gelişmiş ülkelerde anlamlı bir ilişkinin bulunmamasının sebebi gelişmiş ülke ekonomilerindeki mevcut durumda gelir dağılımında nispeten adaletli dağılım bulunmasından kaynaklandığı söylenilebilir. Nüfus ve GINI arasındaki ilişki dikkate alındığında ise %1 seviyesinde anlamlı pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. 1998-2010 döneminde olduğu gibi 2011-2017 döneminde de nüfusun artması gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırmaktadır. Nüfus %1 oranında arttığında GINI katsayısı %2,26 oranında artış göstermektedir.

Gelişmiş ülkeler için Endüstri 4.0 sonrası için Ar&Ge harcamalarında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Yüksek teknoloji ürün üretiminde ise %1’de anlamlı ve negatif bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler açısından değerlendirildiğinde ise Wald testi sonuçlarının anlamlılık seviyesi %16 düzeyindedir.

Tablo 4.19.’a göre gelişmiş ülkelerde yüksek teknoloji ürün ihracatında ortaya çıkan %1’lik bir artış sebebiyle GINI katsayısında yaklaşık olarak %1,31 seviyesinde bir azalış gerçekleşmektedir. Ar&Ge harcamalarının ise GINI katsayısı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde Endüstri 4.0 öncesinde yüksek teknoloji ürün ihracatında ortaya çıkan %1’lik değişimde GINI katsayısını %0,84 oranında azalttığı görülmektedir. Endüstri 4.0 sonrasında ise %1,31 seviyesinde bir azalış gerçekleşmiştir. Endüstri 4.0 sonrasında gelişmiş ülkeler açısından ürün üretimini sağlayan teknolojik değişimin gelir dağılımında adaleti sağlayıcı bir etkisinin bulunduğu söylenebilir. Fakat Ar&Ge harcamaları ile gerçekleşen üretim süreci inovasyonu için aynı etki söz konusu değildir. Endüstri 4.0 sonrası süreç inovasyonu sebebiyle gelişmiş ülkeler açısından GINI katsayısındaki azalış etkisinin aynı olmadığı ve anlamlı bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde GINI katsayısı açısından teknolojinin etkisinin olumlu olduğu görülsede Endüstri 4.0 sonrasında aynı olumlu etkinin sağlanamadığı görülmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Barreau (1990) çalışmasında gerçek bir teknik ilerlemenin mutlaka kendini dayatacağını ve bu ilerlemeyi benimsemeye geciken toplumların ciddi bir adaptasyon sorunu yaşayacağını ifade ederken bugünün Dördüncü Sanayi Devrimi'ni yaşayan toplumların muazzam bir şekilde genişleyen teknolojik gelişmelerin önünde durmasının aslında mümkün olmadığını anlatmaktadır. Bu sebeple Dördüncü Sanayi Devrimin'de yarışan ülkeler teknolojik dönüşümde lider olmak konusunda ciddi bir çaba sarfetmektedirler.

İlk iki sanayi devrimi süreç olarak iki asırdan fazla sürede Üçüncü Sanayi Devrimi bilişim teknolojilerinin gelişmesi ve bilginin daha hızlı yayılmasını sağlayarak daha kısa sürede yaygınlaşmıştır. Bütün bu süreçlerin ardından gelen Endüstri 4.0 aslında bugün farkedilemeyen çok büyük bir dönüşüm dalgasıdır. İkinci bölümde bahsedilen kavramlar dikkate alındığında, ilk üç sanayi devrimi tarım ve sanayi alanında büyük rol oynamış olsada, Dördüncü Sanayi Devrimi sadece tarım ve sanayi sektörlerini etkilemekle kalmayacağı aynı zamanda hizmetler sektöründe de ciddi dönüşümlere neden olacağı görülmektedir. Endüstri 4.0 ile ilgili istihdam teorileri genellikle insanların hukuk, tıp ve sanat gibi insanın mutlaka bulunacağı alanları etkilemeyeceğini öngörmektedir. Fakat hergün yeni bir inovasyon ürünü karşımıza çıkararak bu teoriyi çürütmektedir. Yapay zekâ haber spikerleri yaygınlaştığında birçok haber kanalı bu teknolojiyi kullanacaktır. Aynı zamanda yapay zekâ sağlık danışmanları, hukuk danışmanları, yapay zekâlı robot polisler ve yapay zekâ asistanlar elbette yaygınlaşarak ciddi bir işsizlik artışına neden olacaktır. Ayrıca 3D yazıcılar ile araba, ev, basit el aletleri vb. şeylerin yapılmış olması üretim süreçlerinin daha bireysel ve esnek üretime neden olacağını göstermektedir. Özellikle uçak yapımı ve bina inşaatı gibi projelerin olması, 3D yazıcıların kullanımı ile birlikte istihdam alanında ciddi etkilerinin olacağını göstermektedir. Ulaşım alanında ise sürücüsüz toplu taşıma araçları, sürücüsüz uçan arabalar gündeme gelmektedir. İstanbul'da bile sürücüsüz toplu taşıma sistemine geçilmesi bir proje ile tasarlanmıştır ve 2019'da halka hizmet vermeye başlaması planlanmaktadır. Dördüncü Sanayi Devrimi için birkaç örnek verilmiş olmasına rağmen ortaya çıkacak olan iş gücü fazlasının oldukça büyük olduğu tahmin edilebilir. Üstelik bu süreç çok uzak bir gelecekte yaşanmayacak 5-10 yıl gibi kısa bir süre içinde gerçekleşebilecektir. Diğer taraftan nesnelere interneti, büyük veri, bulut bilişim, otonom robotlar, akıllı fabrikalar, artırılmış gerçeklik gibi diğer hayatı kolaylaştırıcı özelliklerin

etkileri daha korkutucu düzeydedir. Akıllı fabrikaların amacı iş gücünü sıfıra indirerek tamamen robotlarla yönetilen karanlık fabrikaların oluşmasını sağlamaktır. Bu fabrikalarda çalışacak olan iş gücü tamamen teknik donanıma sahip kişiler olacaktır. Diğer taraftan arttırılmış gerçeklik eğitim alanında öğretim sürecini daha eğlenceli ve görsel hale getirerek eğitimciyi bir danışman statüsüne geçirmektedir. Elbette yeni teknolojiler, yeni iş alanlarının açılmasına sebep olacak ve Endüstri 4.0'da olumlu etkilerin gelişmesine neden olabilecektir. Tabiki gelecek için tasavvur edilemeyen, açılacak iş alanlarının kaybedilen iş alanlarının tazminini sağlaması hususudur.

Ar&Ge harcamalarındaki değişimler Türkiye özelinde incelendiğinde umut vaadedici olduğu düşünülebilir. Ar&Ge merkezlerinin sayısındaki ciddi artış Türkiye'deki firmaların bu konudaki iyimser tavrını ve Endüstri 4.0 değişimini yakalayabilmek için ciddi bir çaba sarfedildiğini göstermektedir. Özellikle Ar&Ge merkezlerindeki artışın makine ve teçhizat, otomotiv, yazılım, bilgisayar ve iletişim teknolojileri, elektrik ve elektronik alanlarında yaygınlaşmış olması ikinci bölümde bahsedilen teknoloji sistemlerinden Türkiye'de geliştirilebilmesi açısından önemli bir göstergedir.

Dördüncü bölümde regresyon sonuçları zaman ayırımı dikkate alınmadan incelendiğinde literatüre uygun olarak sonuçlar verdiği görülmektedir. İstihdam bağımlı değişken regresyon sonuçlarında görüldüğü gibi gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde Ar&Ge harcamaları toplam istihdamı negatif etkiliyor olmasına rağmen, yüksek teknoloji ürün ihracatının pozitif bir etkiye sebep olması, Vivarelli'nin (2013) çalışmasında ifade ettiği gibi yeni ürün çıktısını sağlayan teknolojik değişimin istihdamı arttırması söz konusu iken üretim sürecinde ortaya çıkan değişimin istihdamı azaltıcı etkisi olduğu regresyon sonuçları ile doğrulanmıştır.

İstihdam değişkeninin sektörel olarak ayrılmış olduğu tablolarda ise yine kalkınma teorileriyle paralellik gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Sanayi ve tarım sektörlerindeki istihdamın Ar&Ge harcamaları ile ilişkisinin az gelişmiş ülkeler açısından bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiş olsa da negatif sonuçlar verdiği hizmetler sektöründe ise pozitif bir etkiye sebep olduğu görülmüştür. Regresyon sonuçları sayesinde tarım ve sanayi alanında gerçekleşen emek verimliliğinden dolayı sanayi ve tarım alanından hizmetler sektörüne doğru iş gücü hareketliliğinin yaşandığı net olarak ortaya çıkmıştır. Yüksek teknoloji ürünleri ihracatı verileri ile istihdam arasındaki ilişki, sektörel açıdan incelendiğinde ise hizmetler sektörü genelinde istihdamı azaltıcı, sanayi sektöründe

istihdamı arttırıcı bir etkiye neden olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Ar&Ge harcamalarının istihdamı azaltıcı etkilerinin göstergesi olan yüksek oranlı katsayılar ile yüksek teknoloji ürünleri ihracatının arttırıcı etki sağlayan düşük oranlı katsayılar arasındaki farkların, teknolojinin istihdamı azaltan etkilerinin istihdamı arttırıcı etkilerinden daha yüksek seviyelerde olduğu, bu durumda da yüksek işsizlik oranlarının ortaya çıkabileceği görülmektedir. Aradaki farkın istihdam arttırıcı politikalar tarafından dağıtılamadığı durumda yüksek işsizlik oranlarıyla karşılaşılacağı tespit edilmiştir. “Teknolojik işsizlik” radikal teknolojik değişikliklerin yaşandığı dönemlerde ortaya çıkmaktadır (Vivarelli, 2013: 66). Teknolojik işsizlik ile karşılaşılması yüksek bir ihtimal içermektedir. Bu sebepten hükümetlerin bu konuda ortaya çıkacak iş gücü fazlasını tolere edecek istihdam politikaları geliştirmesi oldukça önemlidir.

Gini katsayısının bağımlı değişken olarak kullanıldığı regresyon analizi tablolarındaki sonuçları incelediğimizde genel olarak gini katsayısı ile teknolojik değişimler arasında negatif ilişkinin bulunduğu görülmektedir. 20 yıllık süreçte Ar&Ge harcamaları ile Gini katsayısı arasındaki pozitif ilişkiye rağmen Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası regresyon sonuçlarındaki ilişkinin yönü negatif çıkmıştır. Bu durumda kısa dönemde Gini katsayısının teknolojik değişim ile ilişkisi negatif ve gelir dağılımında adaletsizliği azaltıcı bir etkiye sahip olsada uzun dönemde gelir dağılımındaki adaletsizliği arttırıcı etkiye neden olduğu yargısına ulaşılabilir. Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası dönemlerin dikkate alındığı tablolar ise Endüstri 4.0’den sonra istihdam ve gini üzerindeki etkilerin farklı olduğunu göstermektedir.

Hükümetler Endüstri 4.0 başlangıcından itibaren yalnızca inovatif çalışmalara yönelmiştir. Ortaya çıkacak yüksek işsizlik ihtimali birçok iyimser fütüristler tarafından göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada ortaya çıkabilecek olan istihdam daralmalarının küçümsenmeyecek kadar yüksek oranlı olacağı regresyon sonuçları ve istihdam analizleri ile anlaşılmıştır. Bugüne kadar yaşanmış olan teknolojik dönüşümler sebebiyle ortaya çıkan işgücü fazlası uygulanan politikalar ve hizmetler sektöründe mevcut olan iş gücü talebi ile karşılanmıştır. Fakat Dördüncü Sanayi Devrimi hizmetler sektöründe ciddi bir işgücü fazlasının ortaya çıkmasına sebep olacak seviyededir. Hükümetler gündeme gelecek olan büyük ölçekli teknolojik işsizliği karşılaya bilecek bir politikaya sahip değillerdir. Bu sebepten öncelikle bu konuda çalışacak komisyonlar oluşturulmalı ve teknolojiyi geliştirirken aynı zamanda iş gücü talebi oluşturacak alanlar açılması sağlanmalıdır. Endüstri 4.0 süreci nedeniyle ortaya çıkabilecek olan istihdam sorununun önlenmesi için

uygun politikaların üretilmesi ve yeni yatırım politikaları oluşturulması ülkemiz açısından zorunludur.



6. KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M. S. (2014). Teachers' and students' views on using augmented reality environments in physics education: 11th grade magnetism topic example. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59-74.
- Acemoğlu, D., ve Robinson, J. A. (2013). *Ulusların düşüşü: güç, zenginlik ve yoksulluğun kökenleri*. Doğan Kitap, 8. Baskı, İstanbul, 2015.
- Akbulut, U. (2011); Sanayi Devrimleri Dünya Gidişini Değiştirdi, <http://www.uralakbulut.com.tr/>, son erişim tarihi: 16.06.16.
- Akgül, M. K., (2014). “Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu [3D] Yazıcılar”. *Anahtar Dergisi*, S.308.
- Altınpulluk, H. (2015). Arttırılmış gerçekliği anlamak: kavramlar ve uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 123-131.
- Altınpulluk, H., ve Kesim, M. (2015). Geçmişten günümüze arttırılmış gerçeklik uygulamalarında gerçekleşen paradigma değişimleri. *Akademik Bilişim Kongresi*, 4-6.
- Armutlu, H., ve Akçay, M. (2013). Bulut bilişimin bireysel kullanımı için örnek bir uygulama. *Akademik Bilişim Konferansı-2013*, 23-25.
- Arslan, A.,ve Elibol, M. (2015). Eğitsel arttırılmış gerçeklik uygulamalarının incelenmesi: Android işletim sistemi örneği. *International Journal of Human Sciences*, 12(2), 1792-1817.
- Asteriou, D. ja Hall, SG 2007. *Applied Econometrics-A Modern Approach using EViews and Microfit*. Revised Edition.
- Asteriou, D., Dimelis, S., & Moudatsou, A. (2014). Globalization and income inequality: A panel data econometric approach for the EU27 countries. *Economic modelling*, 36, 592-599.
- Autor, D. H., Katz, L. F., & Krueger, A. B. (1998). Computing inequality: have computers changed the labor market?. *The Quarterly journal of economics*, 113(4), 1169-1213.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons. Fifth Edition, 2014.
- Barreau H. (1990). *Epistemoloji*. (Fransa Üniversitesi orijinal baskısı 1990) Çev. Yergüz İ. Dost Kitabevi, Ankara, 2010.
- Bayramoğlu Z. ve Bozdemir, M. (2018). Tarımda Teknoloji Kullanımının İşgücü Verimliliğine ve İstihdama Etkisi. *International Economic Reserach And Financial Markets Congress*, 12-14 Nisan 2018, Nevşehir, 453-470.

- Bocutoğlu E. 2012. *İktisadi Düşünceler Tarihi*. Murathan yayınevi.
- Bogliacino, F. (2014). Innovation and employment: A firm level analysis with European R&D Scoreboard data. *Economia*, 15(2), 141-154.
- Bogliacino, F., Piva, M., ve Vivarelli, M. (2012). R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata. *Economics Letters*, 116(1), 56-59.
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., ve Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213-38.
- BTGM, (2019). Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü Ar&Ge Merkezleri <https://btgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=5d5aac7b-1a4f-47c4-816e-6041c004fe3f>
- BTGM, (2019) Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü Tasarım Merkezleri <https://btgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=4f0df7bc-389b-4d13-954a-67cd15a73f5c> 16.04.2019
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi (ASSAM - UHAD) ASSAM International Refereed Journal* 7, 2017.
- Cafri, R. (2018). Teknolojik Yayılmanın Gelir Eşitsizliği Üzerine Etkisi: Seçilmiş Oecd Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama. *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies, Vol 4, Issue:8, 2018*, 189-199.
- Chip, (2018). https://www.chip.com.tr/haber/bir-huawei-kullanmayin-uyarisi-daha_79731.html#at_pco=cf-d-1.0
- Conceição, P., & Galbraith, J. K. (2000). Technology and inequality: Empirical evidence from a selection of OECD countries. In Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 7-pp). IEEE.
- Conte, A.,& Vivarelli, M. (2005). One Or Many Knowledge Production Functions? Mapping Innovative Activity Using Microdata. *Discussion Paper Series IZA DP No.1878* Dec. 2005
- Copeland, B. J. (Ed.). (2004). *The essential turing*. Clarendon Press, Oxford.
- Crespi, G., ve Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World development*, 40(2), 273-290.
- Çalışkan, Ş. (2010). Türkiye’de gelir eşitsizliği ve yoksulluk. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (59), 89-132.
- Çelikleş, M. S., Sonlu, G., Özgel, S., ve Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *Mühendis ve Makina*, (662), 56.
- Çetinkaya, H. H., ve Akçay, M. (2013). Eğitim ortamlarında artırılmış gerçeklik uygulamaları. *Akademik Bilişim Kongresi, Antalya, 11, 2015*.

- Dachs, B., ve Peters, B. (2014). Innovation, employment growth, and foreign ownership of firms: A European perspective. *Research Policy*, 43(1), 214-232.
- Derya, H. (2015). *Alman Tarihçi Okulu; Klasik Okula Tepkileri*. Gazi Kitapevi, Ankara.
- Dünya Bankası, (2019). <https://databank.worldbank.org/data/source/world-development-indicators#>
- Ebersberger, B. (2004). Labor demand effect of public R&D funding. 2004, *VIT Working papers* 9.
- EBSO. (2015).“Sanayi 4.0”. *Ege Bölgesi Sanayiciler Odası, Araştırma Müdürlüğü*
- EKOIQ. (2014).“Endüstri 4.0; “Akıllı” Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi”, *EKOIQ Dergisinin Özel Eki*
- Elitaş, C., ve Özdemir, S. (2014). Bulut bilişim ve muhasebede kullanımı.
- Endüstri 4.0, (2019a) <https://www.endustri40.com/akilli-fabrikalara-ilk-adim-smartfactorykl/> 15.01.2019
- Endüstri 4.0, (2019b). [https://www.endustri40.com/yapay-zeka-ulke-yonetebilir-mi/\(17.01.2019\)](https://www.endustri40.com/yapay-zeka-ulke-yonetebilir-mi/(17.01.2019))
- Eyal, I., ve Sirer, E. G. (2018). Majority is not enough: Bitcoin mining is vulnerable. *Communications of the ACM*, 61(7), 95-102.
- Feldmann, H. (2013). Technological unemployment in industrial countries. *Journal of Evolutionary Economics*, 23(5), 1099-1126.
- Frase, P. (2017). *Dört gelecek: Kapitalizmden sonra hayat*. Koç Üniversitesi Yayınları 129, Çev. Pilgir, A.E., İstanbul, Temmuz 2017.
- Geminoid, (2019). <http://www.geminoid.jp/en/robots.html> 17.01.2019
- Genç, A , Atasoy, A . (2010). Ar&Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5 (2), Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/beyder/issue/3477/47304>
- Göçer, İ. (2013). Ar&Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, 165(2), 215-240.
- Görçün, Ö. F. 2016. *Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0*. Beta Basım Yayım Dağıtım, 1. Baskı, İstanbul, 2016.
- Gözü, Ö. ve Aydın, S. H. (2009). *Temel Bilgisayar Kullanımı*. Derin, H. N. ve Erdal F. (Editörler), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Aralık 2009.

- Gülmez, A., ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Ar&Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163(1), 335-353.
- Gülmez, A., & Akpolat, A. G. (2014). Ar&Ge, İnovasyon ve Ekonomik Büyüme: Türkiye ve AB Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-18
- Günay, D. 2002. Sanayi ve Sanayi Tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Güngör, C., ve Kurt, M. (2014). Mobil cihazlarda görsel artırılmış gerçeklik algısının 3 boyutlu kırmızı-camgöbeği gözlükler ile artırılması. *In 22nd IEEE Signal Processing and Communications Applications Conference (SUI 2014)* (pp. 1706-1709).
- Güran, T. 2014. *İktisat Tarihi*. Der yayınları, İstanbul 2014
- Güriş, S. (Ed.), (2018). *Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi*. Der Yayınları. 1. Baskı İstanbul, 2018.
- Güriş, S., ve Kızılarlan, Ş. (2017). Dengesiz Panel Veri Modeli İle Em Algoritması Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Öneri Dergisi*, 12(47), 15-30.
- Hanson, (2019). <https://www.hansonrobotics.com/hanson-robots/>
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., ve Peters, B. (2014). Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries. *International Journal of Industrial Organization*, 35, 29-43.
- Henkoğlu, T., ve Külcü, Ö. (2013). Bilgi erişim platformu olarak bulut bilişim: Riskler ve hukuksal koşullar üzerine bir inceleme. *Bilgi Dünyası*, 14(1), 62-86.
- İçten, T., ve Bal, G. (2017). Arttırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 111-136.
- İşevi, A. S., ve Çelme, B. 2005. Bilgi çağında yeni hazine: Entelektüel sermayeyle rekabeti yakalamak. *Bilgi Dünyası*, 6(2), 251-267.
- Jaumotte, F., Lall, S., & Papageorgiou, C. (2013). Rising income inequality: technology, or trade and financial globalization?. *IMF Economic Review*, 61(2), 271-309.
- John Walker, S. (2014). Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think. *International Journal of Advertising*, 33:1, 181-183, DOI: 10.2501/IJA-33-1-181-183. <https://doi.org/10.2501/IJA-33-1-181-183>.
- Kabaklarlı, E. 2016. *Endüstri 4,0 ve Dijital Ekonomi; Dünya ve Türkiye Ekonomisi için Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*. Nobel Basım Yayın, İstanbul, 1. Basım.
- Kaku M. (2018). *Geleceğin Fiziği, 2100 Yılına Kadar Bilim İnsanlığın Kaderini ve Günlük Yaşamımızı Nasıl Şekillendirecek?* Çev. Oymak Y.S. ve Oymak H., Odtü Yayıncılık, Ankara

- Kaleci, D., Demirel, T., ve Akkuş, İ. (2016). Örnek Bir Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması Tasarımı. XVIII. Akademik Bilişim Konferansı, Aydın, Türkiye.
- Kaynak, M. (2011). *Kalkınma İktisadı*. Gazi Kitabevi, 4. Baskı. ISBN 978-975-8875-99-1, Ankara.
- Kaynak, M. (2015). *Büyüme Teorileri Giriş*. Gazi Kitabevi, 3. Baskı. ISBN 978-605-344-220-2, Ankara.
- Kendrick, J.W. (1956). Productivity Trends: Capital and Labor. *National Bureau of Economic Research (NBER), Occasional Paper No: 53*, New York.
- Kiss, R. (2018). Pycoin Documentation, Release 0.90a, Dec. 22 2018, <https://media.readthedocs.org/pdf/pycoin/latest/pycoin.pdf> 23.01.2018
- Kocacık, F. (2003). Bilgi Toplumu ve Türkiye, *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1) 1-10.
- Korkmaz, S. (2010). Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli İle Analizi. *Journal of Yaşar University*, 5(20), 3320-3330.
- KPMG, (2015). Sanayi 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi, Yarının Fabrikaları Neye Benziyor? <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2016/08/tr-sanayi-4.PDF>
- Kutlar A. (2017). *Adım Adım EViews ile Panel Veri Ekonometrisi Uygulamaları*. Umuttepe yayınları, 1. Baskı, Kocaeli, 2017.
- Kuzmenko, O. V., ve Roienko, V. V. (2017). Nowcasting income inequality in the context of the Fourth Industrial Revolution. *SocioEconomic Challenges, Volume 1, Issue 1*, 2017.
- Küçük, S., Yılmaz, R., ve Göktaş, Y. (2014). İngilizce Öğreniminde Arttırılmış Gerçeklik: Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Bilişsel Yük Düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(176).
- Küçükalay, A.M. 2015. *İktisadi Düşünce Tarihi*. Beta Yayıncılık, İstanbul, 4. Baskı.
- Lachenmaier, S., ve Rottmann, H. (2011). Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis. *International journal of industrial organization*, 29(2), 210-220.
- Machin, S., & Van Reenen, J. (1998). Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1215-1244.
- MB, (2018). Finansal İstikrar Raporu. Kasım 2018, Sy. 27. http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/7be5ffea-3a41-4533-933a-db63c8943bdc/Fir_TamMetin27.pdf?MOD=AJPERES&CVID=&CACHE=NONE&CONTENTCACHE=NONE
- Mehmet, K.,& Duruel, M. (2005). Türkiye’de Ekonomik Büyümenin İstihdam Yaratamama Sorunu. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (50), 367-396.
- Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

- Özcan, B., & Arı, A. (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, 166(1), 39-55.
- Özer, M., ve Çiftçi, N. (2009a). Ar-ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23, 39-49.
- Özer, M., ve Çiftçi, N. (2009b). Ar&Ge tabanlı içsel büyüme modelleri ve Ar&Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 8 (2009): 219-240
- Öztuna, B. 2017. *Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle İş Yaşamının Geleceği*. Gece Kitaplığı yayınları, Ankara.
- Parlak, A., ve Balık, H. H. 2005. İnternet ve Türkiye’de İnternetin Gelişimi.
- Perugini, C., & Pompei, F. (2009). Technological change and income distribution in Europe. *International Labour Review*, 148(1-2), 123-148.
- Rifkin, J. (2015). *Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı*. Çev. Levent Göktem, İstanbul: Optimist Yayıncılık
- Romero, I., ve Martínez-Román, J. A. (2012). Self-employment and innovation. Exploring the determinants of innovative behavior in small businesses. *Research Policy*, 41(1), 178-189.
- Ross, A. (2016). *Geleceğin Endüstrileri*. Orion kitabevi, Çev. Murat Buğan, Ankara, Haziran 2017.
- Rostow, W. W. 1971. Sanayi Devrimi Nasıl Başladı. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 30(1-4).
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. Çeviren: Zülfü Dicleli, Optimist Yayın, (423).
- Seyrek, İ. H. (2011). Bulut Bilişim: İşletmeler için fırsatlar ve zorluklar. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(2), 701-713.
- Siemens (2014). “Endüstri 4.0 Yolunda”, <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/assets/common/downloads/publication.pdf> (23.11.2016).
- Smith, A. 1776a. *Ulusların Zenginliği*. Cilt 1, Alan yayıncılık, 4. Baskı, İstanbul, 2004.
- Smith, D. (2013). *Steve Jobs Gibi Düşünmek*. NTV yayınları, Çev. Kutlukhan Kutlu, İstanbul, Mayıs 2015.
- Solow, Robert M. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, No.1, Feb., pp.65-94
- Tatoğlu F. Y. (2018). *Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı*. Beta Yayınları, 4. Baskı, İstanbul, 2018.

- Tatoğlu, F. Y. (2013). *İleri Panel Veri Analizi Stata Uygulamalı*. Beta Yayınları, 2. Baskı, İstanbul, 2013.
- Taylor, F. W. 2005. *Bilimsel Yönetimin İlkeleri*. Çev. H. Bahadır Akın, İstanbul. Adres.
- Tekin, Z., ve Karakuş, K. (2018). Gelenekselden Akıllı Üretime Spor Endüstrisi 4.0. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(3).
- Torun, İ. (2003). Endüstri Toplumu'nun Oluşmasında Etkili Olan İktisadi ve Sina-İ Faktörler. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 2003*.
- Tutar, H., Terzi, D., ve Tınmaz, G. (2018). Türkiye'nin "Vizyon 2023" Stratejisi İle Almanya'nın "2025" Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibariyle Karşılaştırılması, *International Journal of Entrepreneurship & Management Inquiries (EMI)*, 2(3), 195-212.
- TÜİK, Temel İstatistikler. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> 20.01.2017
- Tülü, M., ve Yılmaz, M. (2013). Iphone ile arttırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında kullanılması. *Akademik Bilişim Kongresi*, 23-25.
- TÜSİAD. (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi", *Yayın no; TÜSİAD-T/2016-03/576*. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>
- UNDP (2016). http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf
- Uslubaş, T. 2016. *Geçmişten Günümüze Dünya; İlk Çağlardan Günümüze Dünya Tarihi*. Venedik Yayınları, İstanbul.
- USTC, (2019). University of Science and Technology of China, <https://en.ustc.edu.cn/2016/0428/c5369a267648/pagem.htm> 18.01.2019
- Vance, A. (2018). *Elon Musk: Tesla, Paypal, SpaceX ve Muhteşem Geleceğin Peşinde*. Çev. Ali Atav, Buzdağı yayınevi, 12. Baskı, Ankara 2018.
- Vivarelli, M. (2013). Technology, employment and skills: an interpretative framework. *Eurasian Business Review*, 3(1), 66-89.
- Vivarelli, M. (2015). Innovation and employment. *IZA World of Labor*.
- Wooldridge, J. M. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.
- Yıldıran, M. (2016). Moda giyim sektöründe üç boyutlu yazıcılarla tasarım ve üretim. *Art-e Sanat Dergisi*, 9(17), 155-172.
- Yıldız, Ö. R. (2010). Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetim. *Sayıştay Dergisi*, 74-75.

- Yılmaz, Z. A., ve Batdı, V. (2016). Arttırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimle bütünleştirilmesinin meta-analitik ve tematik karşılaştırmalı analizi. *Eğitim ve bilim*, 41(188).
- Yücel, F. (2004). Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanması Çevre Korumanın ve Ekonomik Kalkınmanın Karşılıklı ve Birlikteliği, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(11).
- Yücel, İ. H. (2006). Türkiye'de bilim teknoloji politikaları ve iktisadi gelişmenin yönü. TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ela BULUT

Doğum Yeri ve Tarihi : Köyceğiz / 20.09.1982

Eğitim Durumu

Ön Lisans : Dumlupınar Üniversitesi, Pazaryeri MYO, Bilgisayar Programcılığı
(2000-2003)

Lisans Öğrenimi : Kilis 7 Aralık Üniversitesi / İ.İ.B.F. / İktisat (2013-2016)

Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi / Açık Öğretim Fakültesi / Sosyoloji (2016-
Devam)

Formasyon Öğrenimi Kilis 7 Aralık Üniversitesi / Muallim Rıfat Eğitim Fakültesi /
Pedagojik Formasyon Eğitimi / Muhasebe ve Finansman (2016)

Lisansüstü Öğrenimi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü /
İktisat Ana Bilim Dalı / Yüksek Lisans (2016- Devam)

Ekonometri Seminerleri Pamukkale Üniversitesi XVI. Uluslararası Ekonomi Yaz
Seminerleri 2017 / Stata Uygulamalı Ekonometri –
Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi (2017)

Seminerler Kilis 7 Aralık Üniversitesi / Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanlığı
/ Etkili İletişim Becerileri Semineri (2014)

Kilis 7 Aralık Üniversitesi/ Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanlığı /
Diksiyon Eğitimi (2014)

Kariyer Sokağı / Zaman Yönetimi Eğitimi (2014)

Kariyer Sokağı / Öfke ve Stres Kontrolü Eğitimi (2014)

Kariyer Sokağı / Liderlik Eğitimi (2014)

Kariyer Sokağı / NLP (Başlangıç) Eğitimi (2014)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Yökdil: 60,00)

İş Deneyimi

Tekniker Sun Bilgisayar, 2002-2004 Ortaca / Muğla

Firma Sahibi Ece Bilgisayar, 2005-2009 Ortaca / Muğla

Bildiriler

Poster Sunum Suriyeden Göç Alan Komşu Ülkelerin Sosyo – Ekonomik Yapıları (Bulut E. ve Paksoy S.) / II. Ortadoğu Konferansları: Ortadoğu'daki Çatışmalar Bağlamında Göç Sorunu 28-29 Nisan 2016 / Kilis 7 Aralık Üniversitesi / İİBF

Sözlü Bildiri Seçilmiş Ülke ve Ülke Gruplarında Kredi Derecelerinin Yatırımlar Üzerindeki Etkisi (Bulut E., Yenipazarlı A. ve Kavak G.) / EUREFE'17 Kongresi 27-29 Temmuz 2017 / Adnan Menderes Üniversitesi / Aydın İktisat Fakültesi

Tam Metin Bildiri Ortadoğuda Yaşayan Suriyeli Sığınmacılar (Bulut E. ve Paksoy S.) / II. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi 12-14 Ekim 2017 / Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Sözlü Bildiri Turizmin Toplam İstihdam Üzerindeki Etkisi; VAR Analizi (Bulut E., Paksoy S. ve Yenipazarlı A.) / III. Uluslararası Girişimcilik, İstihdam ve Kariyer Kongresi 12-15 Ekim 2017 / Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Sözlü Bildiri Endüstri 4.0 ve Kapitalizmin Geleceği (Bulut E. ve Yenipazarlı A.) / PEFA'2018, I. Uluslararası Politik Ekonomi ve Finansal Analiz Kongresi 26-28 Nisan 2018 / Adnan Menderes Üniversitesi / Nazilli İİBF

Makaleler

Bulut, E., & AKÇACI, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 4(7), 55-77.

Bulut, E., Yenipazarlı, A., & Kavak, G. (2017). Seçilmiş Ülke ve Ülke Gruplarında Kredi Derecelerinin Yatırımlar Üzerindeki Etkisi. Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 2(1), 80-104.

Paksoy, S., Yenipazarlı, A., & Bulut, E. (2018) Turizmin Toplam İstihdam Üzerindeki Etkisi; VAR Analizi. Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi, 19(41), 35-49.

İletişim

E-posta Adresi : elabulut48@gmail.com

Tarih : 01.05.2019

