



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MALİYE ANABİLİM DALI

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE
ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Ahmet İSPİR

Niğde
Eylül, 2020



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MALİYE ANABİLİM DALI

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE
ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Ahmet İSPİR

Danışman: Doç. Dr. Ali Eren ALPER

Niğde
Eylül, 2020

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi’ne Etkileri” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde tez yazım kılavuzuna uygun olarak tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



Ahmet İSPİR

ÖNSÖZ

Sanayi devrimleri insanların hayatında köklü değişikliklere neden olmuş, üretimden tüketime, mikro düzeyden makro düzeye her alanda etkisini göstermiştir. Günümüzde yaşanan Dördüncü Sanayi Devrimi’de insanların üretim-tüketim alışkanlıklarını derinden etkileyecektir. Gelecekte vasıfsız işgücü yerini robotlara bırakacak, geleneksel üretim tekniklerini kullanan üreticiler rekabet yarışında geride kalarak pazar paylarını kaybedeceklerdir. Bu kapsamda çalışmada sanayi devrimi süreçleri, Dördüncü Sanayi Devrimi’nin artı ve eksileri, Türkiye ve Dünya’da Dördüncü Sanayi Devrimi ile Türkiye’nin devrim karşısında yapması gerekenler incelenmiştir.

Yüksek lisans tez çalışmamda bilgisinden istifade ederek çalışmamı bu aşamaya getirmemde yardımını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Ali Eren ALPER’e, hayatımın her alanında desteklerini esirgemeyen eşim ve anneme teşekkür ederim.

Ahmet İSPİR

Eylül 2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİLERİ

İSPİR, Ahmet

Maliye Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali Eren ALPER

Eylül 2020, 60 sayfa.

Bu tezin amacı; Dördüncü Sanayi Devrimi'nin, Türkiye ve Dünya Ülkeleri açısından önemini vurgulayarak yapılması gereken çalışmaları incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle sanayi devrimleri kronolojik sırayla açıklanmıştır. Sonrasında Dördüncü Sanayi Devrimi'nin temelini oluşturan kavramlar açıklanarak ülkelerin bu konuda yaptıkları araştırmalara değinilmiştir. Seçilen bazı ülkelerin gayri safi yurtiçi hasıllarından Ar-Ge harcamalarına ayırdıkları pay ele alınarak hangi ülkelerin Dördüncü Sanayi Devrimi'ne daha çok önem verdikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Türkiye'de gayri safi yurtiçi hasılanın hangi sosyo-ekonomik alanlara ne ölçekte pay edildiği, ihracat ve ithalat dengesi belirlenerek Türkiye'nin Dördüncü Sanayi Devrimi'nin neresinde olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Çalışmada yapılan literatür taraması ve belirlenen hususlar çerçevesinde Dördüncü Sanayi Devrimi'ni erken dönemde gerçekleştiren ülkelerin geleceğin dünya siyasetinde söz sahibi olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi, Türkiye Ekonomisi.

ABSTRACT

MASTER THESIS

FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND IMPACTS ON TURKISH ECONOMY

İSPİR, Ahmet

Department of Finance

Supervisor: Doç. Dr. Ali Eren ALPER

September 2020, 60 pages.

The purpose of this thesis is, emphasize the importance of the Fourth Industrial Revolution and in this context, to examine the studies that need to be done. In accordance with this purpose, Firstly, industrial revolutions have been explained chronologically. After that, the concepts that form the basis of Fourth Industrial Revolution have been explained and studies of the countries on this subject are mentioned. The rate allocated to R&D expenditures in gross national product of some selected countries has been examined and the importance given by countries to the fourth industrial revolution tried to be determined. The Turkey's status within Fourth Industrial Revolution tried to be determined. Turkey's gross nation product has been determined that the rate used in which the socio-economic field. In this context, import and export balance has been determined. The literature search examinations in this thesis showed that the countries that realized the fourth industrial revolution in the early period will be decisive in the future politics.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Revolution, Economy of Turkey.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	i
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ.....	1

1

SANAYİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1 BİRİNCİ SANAYİ DEVRİMİ.....	3
1.2 İKİNCİ SANAYİ DEVRİMİ.....	4
1.3 ÜÇÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ.....	4
1.4 DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ.....	5
1.4.1 Dördüncü Sanayi Devrimi'ne İlişkin Tanımlar.....	8
1.4.2 Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Altyapısı.....	15
1.4.3 Dördüncü Sanayi Devrimi'ne İlişkin Ar-Ge Çalışmaları.....	17

1.4.4 Dünyada Dördüncü Sanayi Devrimi.....	22
1.4.5 Türkiye’de Dördüncü Sanayi Devrimi.....	23
1.4.6 Dördüncü Sanayi Devrimi’nin Fayda ve Zararları.....	34

2

LİTERATÜR TARAMASI

2.1 2019 YILI ÇALIŞMASI.....	37
2.2 2018 YILI ÇALIŞMALARI.....	37
2.3 2017 YILI ÇALIŞMALARI.....	43

3

SONUÇ VE ÖNERİLER

3.1 DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ’NİN ÖNEMİ.....	46
3.2 DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ’NDE EĞİTİM.....	46
3.3 TÜRKİYE’DE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ’NE İLİŞKİN ÇALIŞMALAR VE SONUÇ.....	49
KAYNAKÇA.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sanayi Devrimleri ve Devrimlerin Gerçekleşmesini Sağlayan Gelişmeler.....	5
Şekil 2. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri.....	8
Şekil 3. Endüstri 4.0'ın Altyapısı.....	16
Şekil 4. 2016 yılında Türkiye'de Sosyo-Ekonomik Alanlara Göre Yapılan Ar-Ge Harcamalarının Dağılımı.....	21



GRAFİKLER LİSTESİ

- Grafik 1.** Seçilmiş Ülkelerde Arama Motorlarında Endüstri 4.0 Arama Sayıları.....17
- Grafik 2.** Türkiye’de Ürünlerin Teknoloji Seviyelerine Göre Dış Ticaret Dengesi...23
- Grafik 3.** Türkiye’nin Kredi Notlarının Gelişimi.....25
- Grafik 4.** 2010-2019 Yılları Arasında 141 Ülke İçinden Türkiye’nin Küresel Rekabet Sıralaması.....28
- Grafik 5.** 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye’nin İhracat ve İthalat Miktarları.....30
- Grafik 6.** 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye’nin İhracat ve İthalat Dengesi.....31



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Endüstri 4.0 ile İlgili Yabancı Yazında Yer Alan Yayınların Yıllara Göre Dağılımı.....	19
Tablo 2. Ülkelerin Ar-ge Harcamalarına GSYH'den Ayırdıkları Pay ve Ar-Ge Harcamaları Miktarı.....	20
Tablo 3. Moody's, S&P ve Fitch'in 2018 Yılı Sonunda Ülkeler İçin Belirlediği Kredi Notları.....	26
Tablo 4. 2019 yılı Küresel Rekabet Sıralaması.....	29
Tablo 5. 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye'de İhracatın İthalatı Karşılama Oranları.....	31
Tablo 6. Türkiye'de Bulunan Bazı Firmalarla Yapılan Görüşmeler Sonucunda Verilen Cevaplarla Oluşturulan Tablo.....	32
Tablo 7. PISA 2015 Uygulamasına Katılan Bazı Ülkelere Ait Fen, Okuma Becerileri ve Matematik Puanları.....	47

KISALTMALAR LİSTESİ

3D	3 Boyutlu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
EBSO	Ege Bölgesi Sanayi Odası
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
IoT	Nesnelerin İnterneti
IP	İnternet Protokolü
IPV4	İnternet Protokolü Versiyon 4
IPV6	İnternet Protokolü Versiyon 6
KÜSİ	Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PISA	Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
RFID	Radyo Frekanslı Tanımlama
TEPAV	Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı
TGB	Teknoloji Geliştirme Bölgeleri
TİSK	Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu
TMMOB	Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOGG	Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu
TSO	Ticaret ve Sanayi Odası
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

GİRİŞ

İnsanlık, tarih boyunca hep bir arayış içerisinde olmuştur. Kendi özelliklerini geliştirmek, içinde bulunduğu şartları iyileştirmek adına beyninin sınırlarını zorlamıştır. Belki merak belki içgüdüsel bir durum olsa da sonuç olarak bu zorlama insanlığın buluşlar yardımıyla bir adım öteye taşınmasına yardımcı olmuştur. Her buluş insanlık için yeni bir kapı aralamış, başka bir buluşun önünü açmıştır. İsaac Newton'un "Yerçekimi ve Kütle Çekim Kanunları"nı bulması kendisinden yaklaşık 200 yıl sonra dünyaya gelecek olan Albert Einstein'a ışık olmuş ve uzay-zamanın her zaman ve her yerde sabit olmadığını keşfetmesini sağlamıştır. Bilgi; böylece kümülatif bir şekilde ilerleyerek, insanlığın ilk ve en büyük devrimlerinden tarım devrimi sonrasında buhar ve su gücünün üretimde kullanılmasıyla Birinci Sanayi Devrimi, elektriğin ve doğal kaynakların üretimde kullanılmasıyla İkinci Sanayi Devrimi, bilişim sistemlerinin üretimde kullanılmasıyla Üçüncü Sanayi Devrimi ile günümüzde bilimin otomasyon sistemleri sayesinde hayatımızın birçok alanına girmesini sağlayacak olan Dördüncü Sanayi Devrimi'ne kadar gelmiştir.

İnsanlar, doğal yaşamda avlanarak idame ettirdikleri yaşamlarını yerleşik hayata geçilmesi ve tarım devrimi ile birlikte çiftçilik yaparak devam ettirmişlerdir. Bu durum toplumsal yapıda büyük değişimlere neden olmuş, kültürel etkinlikler artmış ve en önemlisi özel mülkiyet anlayışı ortaya çıkmıştır (Özsoylu, 2017).

İnsanların, avcı-toplayıcı olduğu dönemlerde hangi ürüne ne kadar ihtiyaçları varsa o kadar avcılık-toplayıcılık faaliyeti gerçekleştirmekteydiler. İhtiyaçları kadar ürün elde etmeleri nedeniyle avcılık-toplayıcılık faaliyetleri sonucunda ellerine geçen ürünleri hemen tükettiklerinden depolamaları gibi bir durum da söz konusu değildi. Ancak Neolitik Devrim (Tarım Devrimi) ile birlikte ihtiyaç fazlası ürün elde edilmeye başlanmış ve bu ihtiyaç fazlası ürünün depolanarak muhafaza edilmesi gerekmiştir. Mülkiyet kavramı da bu noktadan sonra oluşmaya başlamıştır.

Tarım devrimi gerçekleştikten sonra yerleşik hayata geçen insanoğlu ihtiyaçlarını topraktan karşılamaya başlamıştır. Bu sayede avcı-toplayıcı hayatın zorluklarından uzaklaşan ve beslenmek için hayatını tehlikeye atmak zorunda kalmayan insanlar tarımda kullanabileceği el aletler geliştirmişlerdir. Orak, saban,

tırpan gibi aletler üretilmiş ve sanayi devrimine kadar bu aletlerde biçimsel olarak bir değişiklik yapılmazken aletlerin yapımında kullanılan hammaddede değişiklik yapılmıştır (Aksoy, 2017).

Sanayi devrimiyle birlikte, ihtiyaçlarını topraktan karşılayan insanlık, doğayı bir hammadde malzemesi olarak görmüş, bu hammaddeyi emek ve makinelerin tezgahından geçirerek daha önce doğada olmayan yeni ürünler elde etmiştir. Girişimci, bu süreçte elde ettiği ürünleri satarak hem yeni girdiler elde edebilmek için kaynak oluşturmuş hem de satıştan elde edilen kar ile yeni teknolojiler geliştirerek rekabet koşullarında avantajlı konuma gelmiştir (Aksoy, 2017).

Satışlarını artıran firmalar, daha fazla ve hızlı üretim için işçilere adeta birer robotmuş gibi davranmışlar, gün içerisindeki çalışma saatlerini oldukça uzatmışlardır. Burada örnek olarak Charlie Chaplin'in 1936 yapımı "Modern Zamanlar" filmi verilebilir. Filmde; Charlie Chaplin üretim bandı etrafında kendisine verilen vida sıkma görevini yerine getirmektedir. Ustabaşının kendisiyle tartışmasına rağmen işini bırakıp ona cevap verememesi, sigara içmek için yaptığı işi arkadaşına devrettiğinde vida sıkmaya devam ediyormuşçasına el hareketlerine devam etmesi, işçilerin yemek molaları sırasında işlerine devam edebilmeleri için geliştirilen makinenin Charlie Chaplin üzerinde denenmesi yaşananları biraz abartılı biraz mizah yoluyla açıklamaktadır. Hatta Charlie Chaplin'in büyük dişlilerin arasında sıkıştığı sahne işçilere verilen değeri gözler önüne sermektedir. Sonrasında sinir krizi geçirdiği için Charlie Chaplin hastaneye götürülmüştür.

SANAYİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1 Birinci Sanayi Devrimi

Sermaye sahiplerinin tasarruflarındaki artış tarım devriminden sanayi devrimine geçişi tetikleyen önemli etkenlerdendir. Böyle bir konjonktürün hakim olduğu ortamda James Watt tarafından icat edilen buhar makinesi, buharın ve suyun gücünün üretimde kullanılabilmesini sağlamıştır. 1874 yılında İngiltere’de gerçekleştirilen bu buluş ile üretimde makineleşme yaşamaya başlamıştır. Üretimde makineleşme ile birlikte çıktı düzeyi artmış, buharlı gemilerin yardımıyla ülkelerarası pazarlara ulaşma imkanı doğmuştur (Genç, 2018). Pazarlarını genişleten batılı ülkelerin yaşam tarzlarında köklü değişiklikler yaşanmış, bireylerin beklenen yaşam süreleri uzamış ve nüfus artışı ile refah artışı aynı anda yaşanmıştır. Hatta sanayi devrimi nüfus artışının ekonomik büyümeyi engellemediği tek başarılı örnek olarak yerini almıştır (Öcal ve Altıntaş, 2018).

Ancak teknolojinin gelişmesi ve sanayi devriminin gerçekleşmesiyle işsizlik sorunu yaşayacağını düşünen işçi kesimi kendilerinin yerini alacak olan makinelere karşı 1811 yılında saldırılarda (ludizm hareketi) bulunmuşlardır (Kaygın, Zengin ve Topçuoğlu, 2019). Tabi düşünüldüğü gibi olmamış, sanayi devrimi ile birlikte yeni iş imkanları doğmuştur. İşgücü bu alanlara kaydırılarak üretimde verimlilik ve toplumsal refahta artış görülmüştür.

1.2 İkinci Sanayi Devrimi

İkinci Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesinin temelinde ise çelik üretimi, elektrik ve doğal kaynakların kullanımı vardır. Demiryolu ağlarının genişlemesi ile nakliye olanakları artmış, daha az maliyetli hale gelmiştir. Mors alfabesinin icadı ve sesli telgraf ile kıtalararası iletişim sağlanmıştır. Elektriğin üretimde kullanılmasıyla otomotiv sektöründe önemli atılımlar yaşanmış, Henry Ford tarafından geliştirilen üretim bandı sayesinde seri üretime geçilmiştir. Ayrıca yaşanan gelişmelerle birlikte kentleşme oranı da artmıştır (Taş, 2018).

1.3 Üçüncü Sanayi Devrimi

İkinci Sanayi Devrimi sürecinde hammaddenin hızlı bir şekilde tüketildiğinin fark edilmesi üzerine üretimde hammadde olarak yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulmaya başlanmıştır. Enformatik sistemlerin gelişmesi ve internetin üretim sürecine entegre edilmesiyle yeni bir dönemin kapısı aralanmış, Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (PLC) aracılığıyla seri üretim bandı otomasyonlaştırılmıştır. Daha az işgücü ile daha verimli ve kaliteli ürünler elde edilmeye çalışılmıştır (Çevik, 2018). Üçüncü Sanayi Devrimi'ne öncülük eden firmalar ise hem maliyet avantajı hem de kaliteli üretim ile rekabet koşullarında avantaj sağlamışlardır.

Şekil 1: Sanayi Devrimleri ve Devrimlerin Gerçekleşmesini Sağlayan Gelişmeler.



Kaynak: Yıldız, 2018: 547.

1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi

Sanayi temelde; enerji, maden kaynakları ve hammaddelerin, emek ve sermaye aracılığıyla işlenerek yeni bir ürün elde edilmesidir (Özüdoğru, 2010). Bilişim teknolojileri ile sanayiye birleştirmeyi hedefleyen Dördüncü Sanayi Devrimi, Almanya'da 2011 yılında gerçekleştirilen Hannover Fuarı'nda ortaya atılmıştır (Çakır, 2018). Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, internet kullanımında yaşanan artış ile bilişim teknolojilerinde gerçekleşen ilerleme aslında bu devrimin habercisiydi. 2011 yılına kadar teknolojik alanda yaşanan gelişmeler bu devrimin gerçekleşeceğini ve üretimin otomasyona teslim olacağına zaten göstermekteydi. Ancak Endüstri 4.0 olarak isimlendirme ve Endüstri 4.0'ın akademik çalışmalarda ilgi odağı haline gelmesi 2011 yılı ve sonrasında gerçekleşmiştir.

Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan Dördüncü Sanayi Devrimi;

Yapay zeka, 3D yazıcıları, robotik ve biyo, nano ve uzay teknolojisi alanlarında yaşanan gelişmeler ile birlikte belirli bir ekonomik değere sahip canlı-cansız her nesnenin internet bağlantılarıyla diğer nesnelere iletişime ve etkileşime geçebileceği akıllı üretim dönemidir (Aksoy, 2017: 37).

Endüstri 4.0 ayrıca; “Çok daha aktif ve yaygın bir mobil internet, daha ucuz ve daha az hacimle olan; fakat daha güçlü sensörlerle ve yapay zekayla makine öğrenmesini karakterize eden dinamik veri işlemeye dayalı bir devrimdir” (Aydemir, 2018: 255).

2011 yılında ilk kez Almanya’da Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen devrimin özelliği; üretimde dijitalleşmeyi yüksek düzeylere çıkarması, insan-makine-ürün ilişkisini esnek bir üretim modeli çerçevesinde değerlendirmesi ve bunlar arasındaki iletişimin gerçek zamanlı sağlanabilmesidir. Bu sayede tüketicilerin de üretime katılarak kişiselleştirilmiş ürünlerin üretilmesi mümkün hale gelebilecektir (S. Fırat ve O. Fırat, 2017).

Nesnelerin; üretimin her aşamasında kullanıldığı, fabrikaların insan gücünü minimize edecek şekilde çalıştığı, üretim esnasında kullanılan hammaddeden fire verilmediği ve tüketicinin ürün ile ilgili tepkilerini ölçerek üretim yönteminin nesnelere tarafından belirlendiği Dördüncü Sanayi Devrimi; geleceğin teknolojisi ile ilgili ipuçları vermektedir. Devrim sayesinde gelecekte, firmalar üretimlerini daha az maliyetle, hızlı, hatasız kısaca etkin ve verimli bir şekilde yapabilecek; tüketiciler, kullandıkları ürünlerin eksiklikleriyle ilgili geri dönüşleri anında yapabilecek ve bu ürünleri bir sonraki kullanışlarında fayda düzeyini artıracak; devletler ise ekonomik büyüme sağlayarak vatandaşlarının refahlarını artıracaklardır.

Geleneksel üretim yöntemlerinde senkronize olmuş birimler, hazırlanmış iş akış süreçleri dahilinde hareket etmektedirler. Endüstri 4.0 ile birlikte gerçekleştirilecek esnek üretimde senkronizasyon söz konusu değilken tüketicinin taleplerine göre kişiselleştirilmiş ürünün üretimi mümkün olacaktır (Lydon, 2016).

Dördüncü Sanayi Devrimi; üretimde rol alan bütün nesne, insan ve makinelerin haberleşmesine, verilere eş zamanlı ulaşarak yüksek katma değer oluşturulabilmesine zemin hazırlamaktadır. Verilerin dinamik bir şekilde işlenmesiyle üretimin soluksuz bir şekilde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır (Özsoylu, 2017). Bunu gerçekleştirebilen firmalar, pazar paylarını artırarak rekabet güçlerini artıracaklar, yalın üretimi gerçekleştirerek; israf, hatalı üretim gibi gereksiz maliyetlerden kurtularak müşteri odaklı üretim sayesinde memnuniyeti üst düzeye çıkarabileceklerdir (Öksüz, Öner, M. ve Öner S. C. 2017). Dördüncü Sanayi

Devrimi'nin temel amacı; teknolojik ilerlemeler sayesinde üretimi, daha dinamik ve verimli yani daha rekabet edebilir hale getirmektir (Dengiz, 2017).

Yukarıda da anlatıldığı üzere Dördüncü Sanayi Devrimi bir anda ortaya çıkmış bir devrim değildir. İnsanların yerleşik hayata geçmesiyle Tarım Devrimi gerçekleşmiş ve insanlar ihtiyaçlarını topraktan karşılayarak yapılması gereken işlerini evlerinde/tezgahlarında yapmışlar, Birinci Sanayi Devrimi gerçekleşmiş üretimde emeğin yüksek oranda kullanıldığı durumdan buharın ve suyun gücünün kullanıldığı makinelerinde üretime katıldığı bir süreç yaşanmış, İkinci Sanayi Devrimi ile birlikte elektriğin ve doğal kaynakların üretime katılmasıyla seri üretim gerçekleşmiş, Üçüncü Sanayi Devrimi'nde ise bilişim teknolojileri üretimde kullanılmış ve üretimde otomasyon dönemi başlamıştır. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesi için gereken teknolojik gelişmeler bu şekilde yıllar yılı birikimli olarak ilerlemiş ve günümüze kadar gelmiştir. Teknolojik gelişmeler sonucunda meydana gelen, Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı'nın ülkenin gelişimine katkı sağlaması bakımından yaptığı 10 ana projeden biri olan (karbon emisyonlarının azaltılması, çevre dostu ve akıllı şehirler kurulması, alternatif yakıtların kullanılması gibi projelerin yanı sıra) Dördüncü Sanayi Devrimi'nin temel bileşenlerini ise nesnelerin interneti, 3D yazıcılar, büyük veri, bulut bilişim sistemleri, siber fiziksel sistemler, siber güvenlik, akıllı fabrikalar, robotlar, simülasyon, artırılmış gerçeklik, IPV6, geniş bant sistemi ve yatay-dikey entegrasyon oluşturmaktadır (Çevik, 2018).

1.4.1 Dördüncü Sanayi Devrimi'ne İlişkin Tanımlar

Şekil 2: Endüstri 4.0'ın Bileşenleri.



Nesnelerin İnterneti: Endüstri 4.0'a dahil olan tüm hammadde, cihaz ve ürünlerin; üretimin hatasız, etkin ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak amacıyla aralarında kurulan ağ yardımıyla birbirleriyle iletişim halinde olmalarını sağlar (Alçın, 2016). Nesnelerin internetiyle birlikte; üreticiler nerede olurlarsa olsunlar üretime müdahalede bulunabilecektir. Bu sayede hem zamandan tasarruf ederek kendisine daha fazla vakit ayırabilecek hem de üretime hız kazandırabildiği için ulusal ve uluslararası rekabette öne geçmiş olacaktır (Ege Bölgesi Sanayi Odası [EBSO], 2015)

3D Yazıcılar: Basit bir şekilde anlatacak olursak; bilgisayar ortamında tasarlanan bir objeyi elle tutulabilir nesne haline getirebilmek için katman katman eklemeli üretim yapan makinelerdir. Schwab'a (2017) göre eklemeli üretim, dijital ortamda oluşturulan çizimin tabakalar halinde basılarak gerçek dünyada 3 boyutlu form oluşturulmasını ifade etmektedir. Ayrıca 3D yazıcılar; sanal ortamda bulunan verinin pvc, silikon, cam ve diğer bazı maddeler yardımıyla üç boyutlu bir nesnenin üretilmesini sağlayan makineler olarak da tarif edilmiştir (Akben ve Avşar, 2018). 3D

yazıcılar sayesinde üretilmesi çok zor ve karmaşık olan ürünler bile kolaylıkla üretilebilecektir. Elde edilmek istenen ürünün çeşidine göre hammadde olarak plastik, cam, metal ve hatta insan dokusu kullanılabilir. 3D yazıcıların yaygınlaşmasıyla birlikte tüketiciler bile ihtiyaç duydukları ürüne göre hammaddeyi temin ettikleri ve bilgisayar ortamında ürünün ikizini oluşturabildikleri müddetçe üretim yapabileceklerdir (Özsoylu, 2017).

Büyük Veri: Günümüzde veri toplayan, saklayan ve işleyen sistemleri aşan büyüklükteki verilerdir. Bireylerin yaşamlarında yaptıkları her hareket aslında bir veriyi oluşturmaktadır. Ancak bu verilerin çoğu, toplanması ve saklanması mümkün olmaması nedeniyle çöp niteliği taşımaktadır. Firmaların satışlarını artırabilmek için tüketicilerin davranışlarını analiz ederek oluşturdukları pazarlama teknikleri arasına, eskiden çöp olarak nitelendirilen bu büyük verinin depolanarak işlenmesi ile birlikte yeni teknikler eklemeleri kaçınılmazdır. Büyük veri sayesinde anlamı olmayan veriler anlamlandırılabilir, firmalar anlamlandırılmış verilere göre stratejik önemde kararlar alarak rekabet koşullarını iyileştirebileceklerdir (Addo-Tenkorang ve Helo, 2016). Ayrıca büyük veri sayesinde maliyetlerde azalma, karar verme süreçlerinde iyileşmeler yaşanacağından rekabet koşulları büyük veriyi toplayıp işleyebilen firma ve devletler lehine olacaktır.

Bulut Bilişim Sistemi: Herhangi bir program kurulumu gerektirmeyen internet ortamında verilerin saklandığı online depolamaya bulut bilişim sistemi denir. Bulut teknolojisi sayesinde veriler internet ortamında saklanarak istenildiği zaman internete erişimin mümkün olduğu her yerden bu verilere ulaşmak mümkün olmaktadır. Ayrıca bir hard disk taşıma ihtiyacı olmadığından maliyetlerde azalacaktır (Uz, 2014).

Siber Fiziksel Sistemler: “*Sanal dünya gerçek dünya üzerine kurulmuşken, fiziksel hayatın sınırları sanal dünya tarafından genişletilmektedir*” (Çevik, 2018: 13). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin önemli bileşenlerinden olan bu sistemler cihazlarda bulunan algılayıcılar sayesinde gerçek dünyadaki verilerin toplanarak değerlendirilebilmesine olanak sağlar (Bagheri, Yang, Kao ve Lee, 2017). Siber fiziksel sistemler “*gözleme, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerini, lojistik ve değer oluşturma sürecinde gerçekleştirilen operasyonları en üst düzeyde yürütebilen sistemler*” olarak tanımlanmaktadır (Özsoylu, 2017: 52). Gerçek ve sanal dünyayı birleştiren siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti ve simülasyon gibi iki

önemli unsurdan oluşmakta ve internete sürekli bağlı oldukları için kesintisiz bir veri akışı ile topladıkları verileri analiz ederek üretim sürecine müdahil olmaktadır. Hatta üretim aşamasına geçilmeden önce siber fiziksel sistemler aracılığıyla oluşturulacak simülasyonlarla üretimin aksama ihtimali olabilecek yönleri tespit edilerek daha üretime başlamadan gerekli tedbirler alınabilecektir (Özsoylu, 2017).

Siber Güvenlik: Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gereklerini yerine getirerek üretim yapan birimler; üretim aşamasında kullandıkları cihazlar arasındaki iletişimin sürekliliğini sağlamak, etkin ve verimli bir üretim gerçekleştirmek için interneti kullanmak zorundadır ki zaten Endüstri 4.0'ın temeli internete dayanmaktadır. Ancak yapılacak üretimde kontrolün yetkisiz kişilerin eline geçmesinin engellenmesi, üretimle ilgili sırların saklanabilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle üretime dışarıdan yapılacak saldırıların önlenmesi adına siber güvenlik zaruridir (Akben ve Avşar, 2018). Kuzeydoğu Kesintisi 2003, olarak adlandırılan elektrik kesintisi ABD'nin kuzey ve Kanada'nın doğu bölgelerinde yaklaşık 50 milyon insanı etkilemiş, elektrik kesintisinin nedenleri arasında ise yapılan hatalar ve bazı teknik arızalar gösterilmiştir. Bu teknik arızaların yaşanmasının sebeplerinden birisi de sistemde kullanan yazılımlardan birinde bulunan böcek yazılımı ve bu böcek yazılım yaklaşık 6 milyar dolarlık zarara neden oldu (Karabacak, 2011). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin öncüsü Almanya'da ise Deutsche Telekom'un (Bayern München futbol kulübünün sponsorlarından) raporunda; şirketlerin sadece %10'unun siber saldırıya uğramadığı saldırıya uğrayan şirketlerinse %60'ının saldırılara karşı hazırlıklı olduğu belirtilmiştir (Çevik, 2018). Siber saldırılara açık firma ve devletlerin küresel rekabette ön plana çıkmaları mümkün olmamakla birlikte üretim için kullandıkları cihazlarda da ağır hasarlar meydana gelebilecektir.

Akıllı Fabrikalar: Bilişim araçları tarafından kontrol edilen ve üretimin yapılabilmesi için minimum düzeyde insana ihtiyaç duyulan fabrikalardır. İnsanların üretime minimum düzeyde katılması sebebiyle bu üretime "karanlık üretim" de denilmektedir. Çakır (2018) çalışmasında akıllı fabrikaları, robotlar ve internetin üretim sürecine katılarak makineler ile insanlar arasında esnek işbirliğinin sağlandığı, maliyetlerin azaltılarak verimliliğin artırıldığı fabrikalar olarak tanımlamıştır. Akıllı fabrikalar ile birlikte tehlikeli işler (yüksek ağırlık, yüksek sıcaklık, tehlikeli gazlar gibi) robotlara devredilerek emek daha güvenli ve faydalı olabilecekleri işlere

kaydırılabileceklerdir. Üretim gerçekleşirken hammaddenin azaldığını farkeden cihazlar nesnelere interneti aracılığıyla doğrudan gerekli miktarda siparişi verebileceklerdir (Çevik, 2018). Akıllı fabrikalarda her ne kadar robotlar çalışacak olsa da arka planda yine robotların kurulumunu, bakım-onarımını, güncellemesini yapabilecek nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulacaktır. Böylece Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte vasıfsız işgücünün yerini nitelikli işgücü alacaktır. Üretimde sermaye yoğun bir yapı oluşacak geri planda ise nitelikli işgücü çalışacaktır (Aksoy, 2017). Makinelerin emeğin yerini alması ve mesai mefhumu olmadan çalışmasıyla üretimde hem niteliksel hem de niceliksel artış yaşanacaktır. Üretimin etkin, verimli ve hatasız yapılmasıyla rekabette geleneksel üretim yöntemlerini kullanan firmalara göre avantaj sağlanmış olacaktır (Akben ve Avşar, 2018). Çin’de bir cep telefonu firması akıllı fabrika sistemine geçmiş, akıllı üretime geçişle birlikte fabrikada çalışan kişi sayısı 650’den 60’a, elde edilen ürünlerdeki hata oranı ise %25’lerden %5’lere düşmüştür.

Robotlar: Yumurtacı ve Mert (2003) çalışmasında robotik sistemler, “çeşitli görevlerin gerçekleştirilebilmesi için malzeme, parça, takım ya da değişken programlanmış hareketler aracılığıyla, özel parçaları hareket ettirmek amacıyla tasarlanmış, çok fonksiyonlu, yeniden programlanabilir manipülatörler” olarak tanımlanmıştır. Özsoylu’nun (2017) çalışmasında ise robotların hem zaman israfını hem de gereksiz güç kaybını önleyerek insan gücünü ikame ettiği belirtilmektedir. Tanımlar çerçevesinde robotik sistemlerde olması gereken özellikler şu şekildedir:

- Robotun çevresini algılayabilmesi için gerekli sensörler,
- Sensörler aracılığıyla algılanan çevredeki verilerin toplanabilmesi için gerekli elektronik devreler,
- Elektronik devreler aracılığıyla toplanan verileri işleyebilmek için gerekli yazılım ve
- İşlenen veriler doğrultusunda yapılacak işlemler için gerekli mekanik düzenek.

Yukarıda belirtilen özelliklerde, otonom hareket edebilen bir robotun üretim sürecine dahil edilmesiyle emeğin üretim üzerindeki etkisi azalmıştır. Dördüncü Sanayi Devrimi’ne kadar daha hızlı ve hatasız üretime imkan veren robotik sistemlerle işgücü arasında iletişim söz konusu olmamıştı. Ancak Endüstri 4.0 ile birlikte robotlarla nitelikli işgücü iletişim halinde üretim sürecine dahil olması

sebebiyle yeni bir döneme girilmektedir. Robotların topladığı verileri işlemesi ve nitelikli işgücüne aktarmasıyla nitelikli işgücü üretimi esnek ve verimli bir şekilde yönlendirebilecektir. Seri üretim bandı üzerinde hareket eden ürünler, üzerlerine takılan sensörler yardımıyla kendilerine özel işlemlerden geçirilebileceklerdir. Böylece bir seri üretim bandı üzerinde tek çeşit ürün değil, farklı nitelikte ürünler üretilebilecektir (Çevik, 2018). Ayrıca önceden yaşanan aksaklıklar, yapay zekalı öğrenen robotlar sayesinde giderilerek üretimde mükemmellik yakalanabilecektir (Özsoylu, 2017). Yapay zekanın kullanıldığı alanların gelişime açık olduğu ve hata yapma olasılığının azaldığı görülmektedir. Örneğin, satranç oynamayı seven ve kendini bu konuda geliştirmek isteyen biri “Stockfish” adlı yapay zekalı program sayesinde bunu gerçekleştirebilir. Program sayesinde hem satrancın temeli öğrenilebilirken hem de başka oyuncular ile oynanan maçlarda yapılan her hamle analiz edilerek hamlelerin hatalı olup olmadığı hatalı ise ne kadar hatalı olduğu tespit edilebilmektedir. Hatta yine satranç üzerine geliştirilmiş “Alpha Zero” adlı yapay zekalı program ile “Stockfish” arasında oynanan maçlar da bulunmaktadır. Böylece iki yapay zeka karşı karşıya gelerek etkileşime girmiş ve ortaya çok az hatanın olduğu satranç maçları çıkmıştır.

Eski, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov, 1985 yılında dünyanın en iyi 32 satranç makinesiyle aynı anda yaptığı simültane gösteride 32 karşılaşmayı da kazanmıştır. O zamanlar altın çağını yaşayan Kasparov, bundan yaklaşık 12 yıl sonra IBM firması tarafından üretilen “Deep Blue” isimli makineyle iki maç yapmış, bunlardan ilkinin zorda olsa kazanırken ikincisini kaybetmiştir. Sonrasında Kasparov, 1998 yılında kendisinde ve rakibinde birer yardımcı bilgisayarın olduğu bir maç yapmış ancak bilgisayarlarla etkin bir şekilde iletişim kuramadıkları için umdukları verimi alamamışlardır. 2005 yılında ise “Advanced Chess” isimli büyük ustaların ve süper bilgisayarların katıldığı turnuvada iki amatör oyuncu ve yardım için kullandıkları üç basit bilgisayar şampiyon olmuştur. Bu durum insan-makine ilişkisinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Çünkü dünyanın en iyi satranç oyuncularının kullandıkları makinelerle iyi iletişim kuramamaları nedeniyle kaybettikleri turnuvayı, satranç konusunda iki amatör oyuncu kullandıkları üç sıradan bilgisayarla iyi iletişim kurabildikleri için kazanmıştır. Bu nedenle insan-makine ilişkisinin her alanda gerçekleştirilmesi ve geliştirilmesi, bu çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir.

Simülasyon: Gerçek hayatta fiziksel olarak hissedilebilen nesnelere, sanal dünyaya taşınmasıyla nesnenin özellikleri hakkında bilgi edinilmesine ve değişen koşullar karşısında nesnedeki değişimlerin takibini sağlayan sanal modelleme tekniğidir. Simülasyon yardımıyla nesnenin sanal dünyada vereceği tepkiler analiz edilerek önceden önlem alma imkanı söz konudur. 1970'lerin öncesinde simülasyonun mümkün olmadığı ve deneme-yanılma yönteminin işlevsel olduğu inancı hakimdi. Ancak bilişim sistemlerin gelişmesiyle günümüzde herhangi bir kişinin bulunduğu ortamdaki başka bir ortamda sanal bir ikizini (dijital ikiz-hologram) oluşturarak anlık veri alışverişi sayesinde adeta o ortamdaki gibi hareket edilebilmektedir. Endüstri 4.0'da da aynı şekilde anlık veri alışverişi sayesinde hızlı şekilde simülasyon oluşturulabilecek ve karar mekanizmaları çok hızlı bir şekilde çalışabilecektir (Çelen, 2017). Bu sayede firmalar daha esnek üretim yapabileceklerdir. Özellikle kişiye özel üretim yapılan yüksek maliyetli işlerde önceden oluşturulacak simülasyon yardımıyla tüketicinin taleplerine göre değişiklik yapılabilecek, üretim yapan firma açısından hem olumsuz geri dönüşler azalacak hem de bu geri dönüşleri düzeltmek için harcanacak mesaiyi daha faydalı alanlarda harcanabilecektir. Ayrıca firmalar işletme boyutları açısından büyümek istedikleri zaman, yeni oluşturulacak tesisin en etkin şekilde nasıl kullanılacağı ile ilgili yapacakları çalışmalarda tesis kurulmadan önce simülasyon sistemlerini kullanarak verimliliği üst düzeylere çıkarabileceklerdir (Siemens, 2016). Burada önemli olan bir diğer tanımda dijital ikizdir. Dijital ikiz; gerçek dünyayı sanal dünyaya kopyalama işlemidir. Sanal dünyada oluşturulan bir fabrikanın dijital ikizi çevik üretimi de beraberinde getirecektir. Çevik üretim ise çıktı olarak elde edilen ürün tüketicie ulaştıktan sonra bile nesnelere interneti sayesinde, ürünün kendisini üreten üreticie bilgi akışı sağlayacak olması, bu sayede tüketici tarafından yapılan geri bildirimler aracılığıyla ürünün özelliklerinde sürekli gelişime gidilmesi ve ürün henüz tasarım aşamasındayken bile geri bildirimlere göre şekillendirilerek üretilmesidir (Schuermann, Verclas ve Bruegge 2015).

Artırılmış Gerçeklik: Artırılmış gerçeklik; “*Sanal ve gerçek nesnelere birlikte hissedildiği, görselliğin ve verilerin gerçek ortama eklenebildiği, girilen sanal ortama rağmen bunların birlikte algılandığı durumlardır*” (İçten ve Bal, 2017: 111). Böylece kullanıcı hem gerçek dünyayı yaşamakta hem de algıda sanal bir ortamda bulunmaktadır. Bu sayede firmaların üretim aşamalarında oluşabilecek arızalar

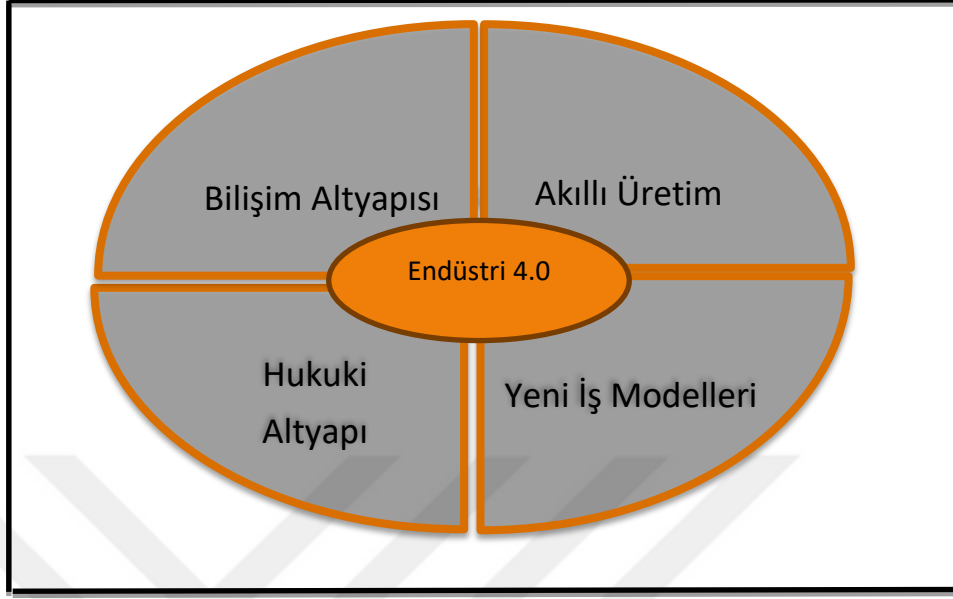
artırmak gibi istekleri vardır. Bu istekler doğrultusunda şirketler birleşerek yatay ve dikey entegrasyonu oluştururlar.

Yatay entegrasyon, ortak müşteri portföyüne sahip iki farklı şirketin birleşmesidir. Buradaki birleşmenin temel amacı, pazar payını artırmaktır. Böylece hem rekabet edebilirliklerini artıracaklar hem de Ar-Ge harcamalarına bütçeden pay ayırabileceklerdir. Dikey entegrasyon ise aynı sektörde fakat farklı iş kollarında müşterisi olan şirketlerin birleşmesidir. Hammaddenin sağlandığı kaynağa yönelik yapılan birleşmelere geriye doğru, üreticinin ürettiği malı kullananlara yönelik yapılan birleşmelere ileriye doğru, hem hammadde hem de kullanıcılara yönelik yapılan birleşmelere ise dengeli entegrasyon denir. Belirtilen entegrasyonlar sayesinde firmalar daha esnek bir yapıya kavuşarak sorunlar karşısında hızlı çözümler üreten ve kişiye özel üretim yapabilen bir yapıya kavuşabilecektir.

1.4.2 Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Altyapısı

Sener ve Eevli (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın dört ana unsurundan bahsetmiştir. Bunlar; sensör, veri, bilgi ve işlemdir. Sensörler yardımıyla algılanacak verilerin depolanarak işlenmeye hazır hale getirilmesi ve verilerin işlenmesiyle ortaya çıkacak bilginin nitelikli işgücü ya da robotik sistemler tarafından yerine getirilmesini tarif etmektedir. Bu nedenle bahsedilen sensör, veri, bilgi ve işlem unsurlarının hayata geçirilebilmesi için öncelikle gerekli altyapının oluşturulması gerekmektedir.

Şekil 3: Endüstri 4.0'ın Altyapısı.



Kaynak: Özsoylu, (2017).

Bilişim altyapısının oluşturulmasıyla gerçekleşecek akıllı üretim için hukuki altyapının oluşturulması gerekir ki kanunlarla desteklenen Endüstri 4.0 yeni iş modellerinin gelişmesine katkı sağlayabilsin. Bu nedenle Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle gerekli altyapıların oluşturulması gerekir.

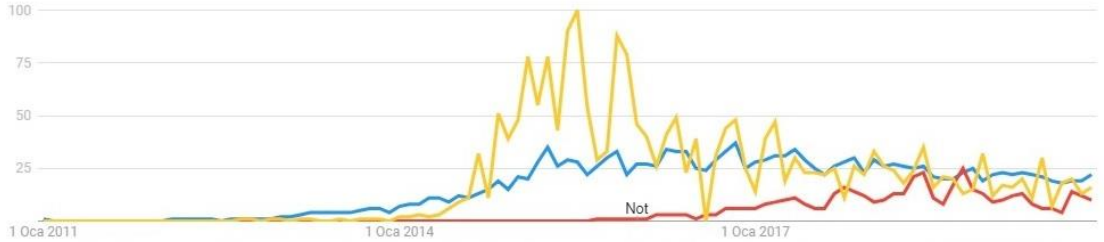
Oluşturulacak altyapılardan ilki bilişim altyapısıdır. Bilişim altyapısı; IPv6, bulut bilişim sistemi, geniş bant, nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler gibi alt bileşenlerden oluşur. Bu altyapının oluşturulmasıyla üretime katılacak cihazlar dinamik bir şekilde iletişim halinde olarak işlevlerini yerine getirecek ve akıllı üretimi gerçekleştirmiş olacaklardır. Akıllı üretimi gerçekleştirebilen firmalar hem esnek üretim kabiliyetine sahip olacak hem de verimli bir üretim gerçekleştirebileceklerdir. Böylece değişen rekabet koşulları altında diğer firmalara göre birçok avantajla sahip olmakla birlikte tüketicilerin taleplerine göre de üretim gerçekleştirebileceklerdir.

Endüstri 4.0'ın ilerleme kaydedebilmesi için gerekli olan hukuki altyapıya gelince, üretimin her aşamasında internetin kullanılıyor olması sistemi siber saldırılara

açık hale getirmektedir. Böyle bir saldırı karşısında hukuki bir engel olmaması saldırganları daha da cesaretlendirebilir ve saldırıya uğrayan firmaların üretimleri sekteye uğrayabilir. Ülkemizde 5651 Sayılı “İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkındaki Kanun” burada bahsedilen hukuki altyapıya bir örnek olarak verilebilirken birçok ülkede bilişim ve teknoloji hukuku ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Bilişim suçlarının yanı sıra 3D yazıcılarla üretilebilecek malzemeler arasına silah, uyuşturucu madde, patlayıcı gibi üretiminin veya kullanımının yasadışı olduğu ürünlerde girebilir (Özsoylu, 2017). Hukuki altyapının da oluşturulmasıyla gelişmeye açık hale gelen Endüstri 4.0, yeni iş modellerinin oluşmasını da beraberinde getirecektir.

1.4.3 Dördüncü Sanayi Devrimi’ne İlişkin Ar-Ge Çalışmaları

Grafik 1: Seçilmiş Ülkelerde Arama Motorlarında Endüstri 4.0 Arama Sayıları.



Kaynak: Google, 2019.

Grafik 1’de; 1 Ocak 2011 ile 22 Kasım 2019 tarihleri arasında Almanya (mavi), Çin (sarı) ve Türkiye’nin (kırmızı) Google’de Endüstri 4.0 ile ilgili yaptıkları aramalar gösterilmektedir. 2012 yılına kadar üç ülkede de herhangi bir hareketlilik gözlenmezken 2012 yılında Almanya’da az da olsa Google üzerinden Endüstri 4.0 konusunda yapılan aramalarda artış gözlenmiştir. Bu durum Çin’de ve Türkiye’de 2014 yılında gerçekleşmiştir. Çin, 2014 yılından sonra Endüstri 4.0’a ilişkin Google

üzerindeki araştırmalarını oldukça hızlı bir Şekilde artırmış, 2015 yılında ise maksimum düzeyine çıkarmıştır. İnternet ortamında çalışmalara aynı dönemde başlasalar bile 2016 yılında Çin'in Endüstri 4.0 üzerinde çok yoğun bir Şekilde çalıştığı sırada Türkiye'nin henüz başlangıç aşamasında olduğu görölmektedir. Diğer ölkelerin çok gerisinde ilerlemesine rağmen Türkiye'de son dönemlerde atılım gerçekleştirmiş ve diğer ölkelerinde Google'den yaptıkları araştırmaları azaltmalarıyla birlikte onları yakalamıştır. Ancak Almanya ve Çin'in Şimdiye kadar yaptıkları çalışmalar ile Türkiye'nin çok önünde oldukları da bir gerçektir. Bu nedenle Türkiye'nin diğer ölkeleri yakalayabilmesi için Endüstri 4.0 konusunda çalışmalarını artırmalıdır. Türkiye'deki Endüstri 4.0 konusunda yapılan akademik çalışmalara bakıldığında 2016 yılında artmaya başladığı, 2018 yılında ise bu alana yoğunlaşıldığı görölmektedir. Akademik alışmalar incelendiğinde, genel olarak Türkiye'nin gelişmiş ölkelere nazaran geride kaldığı belirtilmektedir. Dördüncü Sanayi Devrimi'ni gerçekleştirerek gelişmiş ölkeleri yakalamak için birtakım politikalar önerilmektedir. Çalışmaların ortak noktası ise gerek Ar-Ge gerekse eğitim için yapılan harcamalara gayri safi yurtiçi hasıladan (GSYH) ayrılan payın artırılması, bilişim teknolojisi, yazılım ya da yüksek teknolojili üretim yapan firmaların desteklenmesi, altyapı çalışmalarına hız verilerek devrimin gerçekleşebilmesi için uygun ortamın oluşturulması önerilmektedir. Ayrıca teknopark merkezlerinin yaygınlaşması teknolojik gelişmeler için yapılacak bilimsel çalışmaların önünü açacağı da söylenmektedir (Yalçın, 2018).

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından geliştirilen Pardus işletim sistemi, yazılım geliştirmelerine örnek olarak verilebilir. Linux tabanlı bir işletim sistemi olan Pardus, ölkemizde hem milli güvenliğin sağlanması hem de dışa bağımlılığın azaltılması (Microsoft'un ürettiği Windows'a olan bağımlılık) adına önemli bir adımdır. Pardus işletim sisteminin öncelikle kamu kurumlarında kullanılmasıyla hem proje desteklenmiş olacak, hem de yazılım geliştirmek isteyen başka insanlar için teşvik edici bir durum olacaktır. Almanya, Çin gibi gelişmişler ölkeler kendi işletim sistemlerini geliştirerek, ulusal güvenliklerini üst düzeye çıkarmak için özellikle devlet kurumlarında bu sistemleri kullanmaktadırlar. Bizde güvenlik, adalet, sağlık, teknoloji, eğitim gibi önemli bilgilerin olduğu alanlarda Pardus'u kullanarak bu bilgilerin zarar görmesini ya da alınmasını engelleyebiliriz (Zontul, 2009).

Tablo 1: Endüstri 4.0 ile İlgili Yabancı Yazında Yer Alan Yayınların Yıllara Göre Dağılımı.

Yıllar	Yayın Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı	Yayın Sayılarının Yıllara Göre Yüzdesele Dağılımı
2014	4	%2,50
2015	4	%2,50
2016	28	%17,50
2017	68	%42,50
2018 (İlk 5 ay)	56	%35,00
Toplam	160	%100,00

Kaynak: Ustaoglu ve Akyol, 2018: 444.

Ustaoglu ve Akyol (2018) çalışma sonucunda 9 yerli 160 yabancı olmak üzere toplam 169 yayına ulaşmıştır. Çalışmaya göre yabancı yazındaki çalışmalar 2014 yılından itibaren yayımlanmaya başlamış, 2016 yılından itibaren ise yoğunlaşmıştır. Türkiye’de yapılan 9 çalışmanın %29’u 2017’de, %71’i 2018’de yayımlanmıştır. Çalışmada yerli ve yabancı çalışmalar arasındaki en büyük farkın yayın sayılarında olduğu belirtilmiştir.

Tablo 2’de ülkelerin Ar-Ge alanında yaptıkları harcamalar gösterilmiştir. ABD Ar-Ge harcamalarında en yüksek paya sahip ülke. Dördüncü Sanayi Devrimi’nin öncü ülkesi Almanya 4. sırada yer alıyor. Türkiye, 18.925,25 \$ ile 2018 yılı Ar-Ge harcamalarında dünya geneli ülkeler arasında 16. sırada. Ar-Ge için en çok harcama yapan 10 ülke ise tüm dünyadaki harcamaların %80’ini oluşturuyor. Endüstri 4.0’a geçişte en önemli harcama kalemi olan Ar-Ge harcamaları, ülkelerin bu konuya ne kadar önem verdiklerini göstermektedir. Farkındalık sahibi ülkeler, getirisinin uzun vadeli olacağını hatta bazen de sonucunun başarısız olabileceğini bildiği halde Ar-Ge harcamalarını artırmaktadır.

Ancak sadece Ar-Ge harcamalarının miktarıyla değil, yine Tablo 2’de gösterilen GSYH’den Ar-Ge harcamalarına ayrılan pay ile birlikte ülkelerarası

karşılaştırma yapıldığında daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilecektir. Tablo 2’ye göre Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerinin GSYH’den ayırdıkları pay %1,90’dır. Gelişmiş ülkeler ise bütçelerinden yaklaşık %2 oranında pay ayırmaktadır. Türkiye’de ise bu pay %0,96. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın 2016 yayımladığı “Ar-Ge Reform Paketi”nde, Türkiye’de Ar-Ge harcamaları için GSYH’den ayrılacak payın %3 olacağı belirtilmiştir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016). Hedefin gerçekleşmesi halinde Ar-Ge harcamaları için OECD ülkeleri ortalamasının üstünde bir pay ayıracak Türkiye, Endüstri 4.0 için gelişmelerin hızlanmasına kapı aralayabilir.

Tablo 2: Ülkelerin Ar-ge Harcamalarına GSYH’den Ayırdıkları Pay ve Ar-Ge Harcamaları Miktarı.

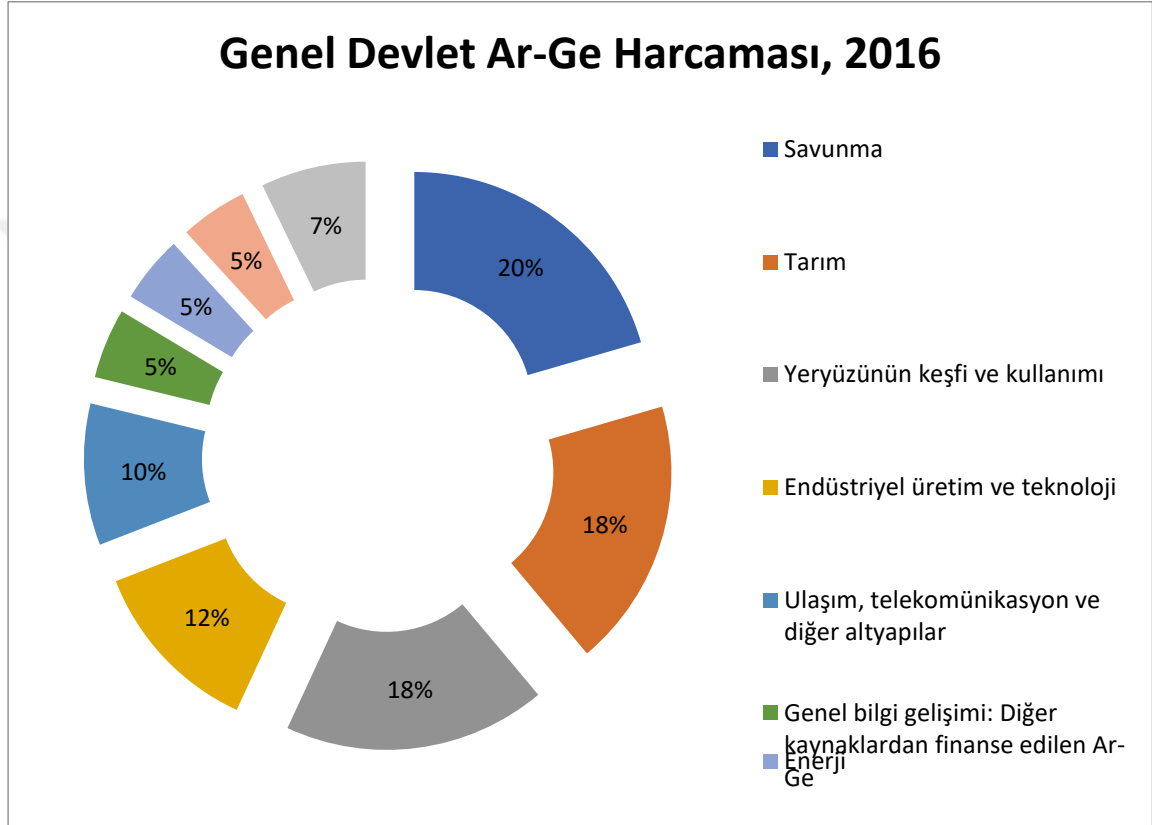
ÜLKE	ORAN (%)	Ar-Ge Harcamaları (Milyon Dolar)
Güney Kore	4,55	84.253,79
İsrail	4,54	12.841,09
Japonya	3,21	155.090,28
Almanya	3,03	110.642,17
ABD	2,78	483.676,31
Finlandiya	2,75	6056,02
Fransa	2,18	55.512,27
Çin	2,14	444.755,11
OECD	1,90	43.249,28
Büyük Britanya	1,66	43.217,18
Kanada	1,58	25.087,80
İtalya	1,35	27.998,47
Rusya	1,10	38.080,33
Türkiye	0,96	18.925,25

Kaynak: OECD, 2017.

Türkiye’nin Endüstri 4.0 sürecine uyumunu hızlandırmak adına Ar-Ge ve eğitim harcamaları için bütçeden ayrılan payın artırılması gerekmektedir. Aksi

takdirde gelişmiş ülkelerle arasındaki makas açılacaktır. Halihazırda yüksek teknolojlili ürünleri ithal eden Türkiye, Dördüncü Sanayi Devrimi gibi önemli bir fırsatı kullanarak gelişmiş ülkeleri yakalaması gerekmektedir.

Şekil 4: 2016 Yılında Türkiye’de Sosyo-Ekonomik Alanlara Göre Yapılan Ar-Ge Harcamalarının Dağılımı.



Kaynak: Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), 2018.

Şekil 4’te Türkiye’de 2016 yılında yapılan Ar-Ge harcamalarının hangi alanlarda yapıldığı gösterilmektedir. Buna göre Türkiye Ar-Ge harcamalarının %20 gibi büyük bir kısmını savunma alanında yapmıştır. Ancak ikinci sırada yer alan tarım faaliyetleri için ayrılan Ar-Ge harcaması payı; çalışmada da belirtildiği üzere Endüstri 4.0 için gereken eğitim ve teknoloji harcamalarının toplam payından bile fazladır. Ülkemiz tarım ülkesi olarak birçok tarım ürünü ihraç etse de bu ürünlerin katma değerleri yüksek olmadığı için ülkemiz yüksek getiriler elde edememektedir. Ayrıca

%18'lik bir payda yeryüzünün keşfi ve kullanımı için harcanmaktadır. Günümüzde enerjinin ülkeler için çok önemli bir yer kapladığını düşünecek olursak, maden arama ve çıkarma faaliyetleri kapsamında bu harcamanın da gerekli olduğu kanaatine varılabilir. Ancak yine de eğitim ve teknoloji çalışmalarına yeterince önem verilmediği ortadadır.

1.4.4 Dünyada Dördüncü Sanayi Devrimi

Düşük işgücü maliyeti nedeniyle Uzakdoğu Asya ülkelerine kayan yatırımların geri döndürülerek rekabet güçlerinin artırılması konusunda batılı ülkeler Dördüncü Sanayi Devrimi'ni bir fırsat olarak görmektedirler. Bu nedenle Endüstri 4.0 üzerinde yoğun bir şekilde çalışan ülkelerden Almanya'da; en az girdiyle maksimum çıktı elde edilerek üretimde verimlilik, insanların ve robotların iletişim halinde olduğu akıllı üretim ile değişken talep koşullarına karşın esnek bir üretim hedeflenmektedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi adına üretimde kullanılacak otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde çalışılmakta, robotik sistemlere bağlanan sensörler yardımıyla toplanan verileri analiz ederek, sonuca göre hareket edebilecek nitelikli işgücü yetiştirilmektedir. Laphorne ve Walport'un (2013) İngiltere'de yaptıkları bir çalışmada firmaların Endüstri 4.0'a hazır olmadığı, gelecekte rekabet yarışı içinde olmak isteyen firmaların İngiliz Hükümeti tarafından desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Aynı zamanda Endüstri 4.0 sürecine uyumun zorlu olacağı, uyum çalışmalarına bir an önce başlanması gerektiği belirtilmiştir. Japonya'da ise çevre ve doğayla dost bir üretim için hammadde kullanımında verimli bir üretim sistemi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde de yine çevreye duyarlı ve sürdürülebilir üretimin gerçekleştirilebilmesi adına çalışmalar yürütülmektedir. Endüstri 4.0 için gerekli altyapı oluşturularak simülasyon sistemlerinin geliştirilebilmesi adına siber fiziksel sistemler üzerinde çalışılmaktadır. Çin ise hammadde odaklı, esnek ve verimli bir üretim üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Bu bağlamda; bilişim teknolojileri, alternatif doğal kaynaklar ve enerji tasarrufu konularına ağırlık vermektedir (Bağcı, 2018).

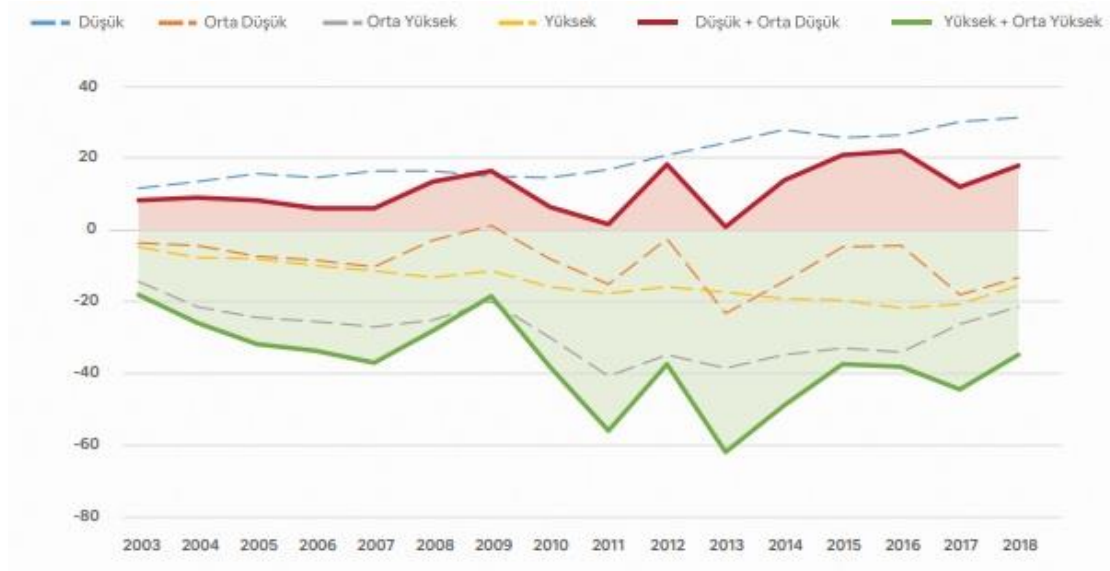
Avrupa ülkelerinin Endüstri 4.0'a geçiş için yaptıkları yatırımlar incelendiğinde; Avrupa'nın batısındaki şirketlerin %77'si doğusunda %5'i Dördüncü

Sanayi Devrimi'ne geçiş için yatırım yaparken, Amerika'nın kuzeyindeki şirketlerin %7'si güneyinde ise %2'si Endüstri 4.0 için mesai harcamaktadır. Asya ülkelerinde de bu oran %7'dir (Bağcı, 2018).

1.4.5 Türkiye'de Dördüncü Sanayi Devrimi

Türkiye'deki ürünlerin teknoloji seviyelerine göre dış ticaret dengesini gösteren Grafik 2'de de görüldüğü üzere, Türkiye düşük teknolojiye sahip ürünlerde dış ticaret fazlası verirken yüksek + orta yüksek teknolojiye sahip ürünlerde dış ticaret açığı vermektedir. İleri teknoloji ürünlerde katma değer çok daha yüksek olduğu ve düşük teknoloji ürünlerine göre pahalı oldukları göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'nin dış ticaret açığı verdiği söylenebilir. Bu durumu tersine çevirebilmek için Dördüncü Sanayi Devrimi uygun bir fırsat sunmaktadır. Aksi takdirde ithal ettiği bazı yüksek teknoloji ürünleri bile yeterli düzeyde eğitilmiş personeli olmadığı için bütün özellikleriyle kullanamayan Türkiye rekabet yarışından kopacaktır.

Grafik 2: Türkiye'de Üretilen Ürünlerin Teknoloji Seviyelerine Göre Dış Ticaret Dengesi.



Kaynak: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019.

Bu nedenle Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın temel amacı; yerli sanayinin uluslararası rekabet gücünü artırarak dünya ihracatından aldığı payın artırılması, katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesi ve hem çevreye hem de topluma duyarlı sanayileşme olarak belirtilmiştir. Çalışmada yerli sanayi ile ilgili eksikliklerin doğru tespit edildiği söylenebilir. Bu eksiklikleri gidermek adına ise sanayide kullanılan teknolojinin niteliksel olarak yükseltilmesi, sanayi altyapısının güçlendirilmesi, firmaların finans kaynaklarına ulaşmalarının kolaylaştırılması, yerli sanayinin dış yatırımcı için cazibesinin artırılması, çalışma koşullarının iyileştirilmesi, nitelikli işgücünün artırılmasına yönelik çalışmalar önerilmektedir. Ayrıca çalışmada katma değeri yüksek ürün üreterek Ar-Ge faaliyetlerine ağırlık veren firmalara da kamu ihalelerine katılımlarını sağlayan teknolojik ürün deneyim belgesi verilmeye başlandığı belirtilmektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2015). Bozlar (2018) çalışmasında ise nitelikli işgücünden daha fazla yararlanılabilmesi için emeklilik yaşının daha ileri yaşlarda olması gerektiğini, Endüstri 4.0 ile beraber yaşanılacağı düşünülüyor istihdam sorunuyla ilgiliyse kısa vadede bir azalma yaşansa bile uzun vadede bir değişiklik olmayacağını, hatta yeni iş modelleriyle birlikte istihdam oranlarında artış yaşanacağını söylemiştir. Taş (2018) çalışmasında bu durumun iki önemli sonucunun olacağını, birincisinin; iş bulabilmek için daha üst düzeyde eğitim almanın gerekmesi, ikincisininse; günlük çalışma sürelerinin kısılması olarak belirtmiştir.

Bu süreçte Türkiye dışarıdan daha çok yatırım çekerek devrimi gerçekleştirmek için kaynak oluşturmalı, dış yatırımcıyı ülkeye çekmek içinse ekonomik anlamda olumlu gelişmeler kaydetmelidir.

Grafik 3: Türkiye'nin Kredi Notlarının Gelişimi.



Kaynak: Alnusyatırım, 2019.

Grafik 3'te görüldüğü üzere Türkiye'ye verilen en yüksek kredi notunu 1992 yılında BBB (yatırım yapılabilir-ortanın altı seviye) olarak S&P vermiş ve Türkiye o tarihten itibaren bir daha BBB notuna ulaşamamıştır. Aynı dönemde Moody's de BBB'nin bir alt notu olan BBB- (yatırım yapılabilir-ortanın altı seviye) olarak Türkiye'yi derecelendirmiştir. Fitch ise 1994 yılında Türkiye'de yaşanan krizler nedeniyle kredi notunu B (spekülatif seviye-önemli derecede spekülatif) olarak belirlemiştir. 2001 yılına kadar kredi notunda fazla bir değişiklik olmadan ilerleyen Türkiye, 2001 kriziyle B'nin bir alt notu olan B- (spekülatif seviye-önemli derecede spekülatif) notuna düşerek adeta dibi görmüştür. 2003 yılından sonra ise toparlanma sürecine girmiş, 2013 yılına kadar yükselişine devam etmiş ve 2013-2016 yılları arasında stabil bir konum elde etmiştir. Ancak 2016 yılından sonra tekrar düşüşe geçmiştir. Dalgalanmaların bu kadar fazla olduğu bir ekonomi dış yatırımcı için çok da cazip bir görünüm sergilemeyecektir.

Tablo 3: Moody's, S&P ve Fitch'in 2018 Yılı Sonunda Ülkeler İçin Belirlediği Kredi Notları.

2018 SONU İTİBARIYLA BAZI ÜLKELERİN KREDİ RATINGLERİ			
	Moody's	S&P	Fitch
ABD	Aaa	AA+	AAA
Almanya	Aaa	AAA	AAA
Birleşik Krallık	Aa2	AA	AA
Bulgaristan	Baa2	BBB-	BBB
Çin	A1	A+	A+
Güney Kore	Aa2	AA	AA-
Irak	Caa1	B-	B-
İsrail	A1	AA-	A+
İtalya	Baa2	BBB	BBB
Kanada	Aaa	AAA	AAA
Rusya	Ba1	BBB-	BBB-
Türkiye	Ba3	B+	BB
Yunanistan	B3	B+	BB-

Kaynak: Alnusyatırım, 2019.

Tablo 3'de görüldüğü üzere Türkiye 2018 yıl sonu itibariyle kredi derecelendirme kuruluşlarından Ba3 (spekülatif seviye-spekülatif), B+ (spekülatif seviye spekülatif) ve BB (spekülatif seviye, yatırım yapılamaz) notlarını almıştır. Millet olarak her ne kadar bu notların siyasi olduğunu düşünsek de dış yatırımcı için bu notlar ülkede yatırım yapılıp yapılamayacağını gösteren önemli verilerdir. Gelişmiş ülkelerin notlarına bakıldığında kredi kuruluşlarında genellikle yatırım yapılabilir seviye-iyi kredi derecesi notunu aldıkları görülmektedir ki Türkiye ile karşılaştırıldığında dış yatırımcı için daha cazip geleceği muhtemeldir. Çünkü sermaye sahipleri spekülatif atakların olabileceği piyasalardan uzak durmak isterler. Kaybetme risklerinin olduğunu anladıkları anda piyasadandan çekilirler. Böyle bir durumda ise piyasadandan kaçan yatırımcıların güvenini tekrar kazanmak kolay olmayacaktır.

Yukarıda sayılan nedenlerle ekonomi sağlam temellere dayandırılarak dalgalanmalar azaltılmalı, yatırımcının güveni tekrardan kazanılmalıdır. Bu sayede gelecek yatırımlar, oldukça verimli alan olan Endüstri 4.0 için harcanarak, çarpan etkisiyle milli gelirden harcanan miktardan çok daha fazla artış yaşanacaktır.

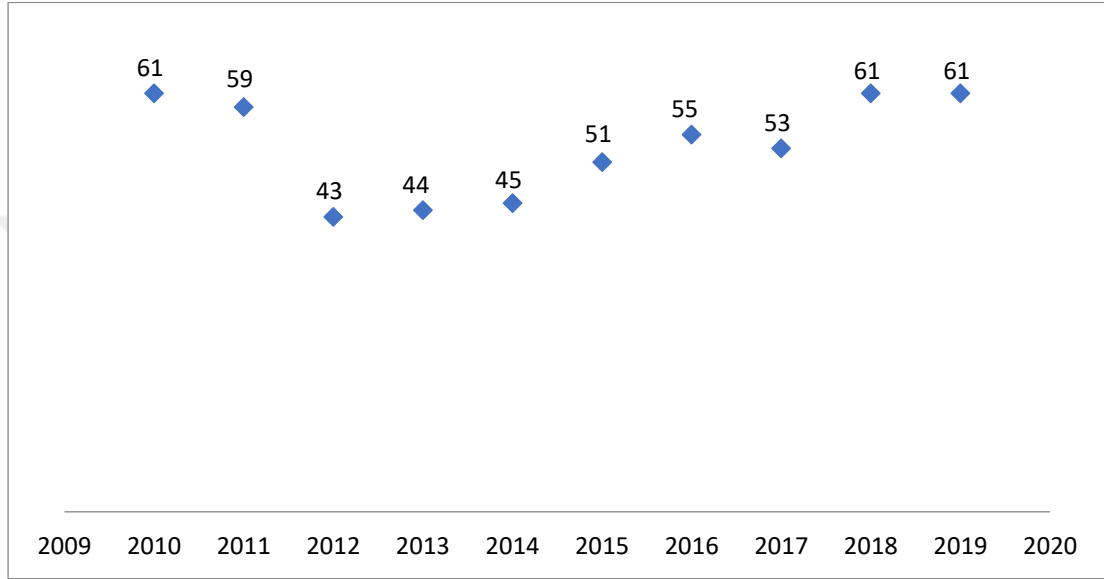
Dördüncü Sanayi Devrimi'nde; Türkiye'nin elini, coğrafi konumu ve komşu ülkelerin Endüstri 4.0 konusunda ilerleme kaydedememiş olmaları güçlendirmektedir (Mersin Ticaret ve Sanayi Odası [TSO], 2017). Ancak yine çok iyi bir coğrafi konuma sahip olması nedeniyle yabancı firmalar tarafından yapılan yatırımlar Endüstri 4.0 nedeniyle tehlikededir. Çünkü Endüstri 4.0, emek maliyetlerini azaltırken üretimde verimliliği artırmaktadır (Koca, 2018).

Bilişim ve yazılım alanında çalışan firmalara hükümet tarafından teşvik verilmelidir. Gelecekte bu alanlarda faaliyet yürütebilecek nitelikli işgücünün oluşturulabilmesi için eğitim politikalarının belirlenmesi ve bir an önce uygulamaya konması gerekmektedir. Ortaokullarda okutulmaya başlayan Bilişim Teknolojileri dersi bunun güzel örneklerindedir. Derste öğrencilere Endüstri 4.0 ile ilgili kabataslak bilgiler verilmekte ve Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri (nesnelerin interneti, 3D yazıcılar...) öğretilmektedir. Ancak genç nesile öğretilen bu bilgiler; bizlere ilkokulda ezberletilen şiirlerin kısa bir sürede unutulduğu gibi unutulmaması, önemsenmeyen el işi, beden, resim, müzik dersleri gibi olmaması için bilinçlendirme çalışmalarıyla birlikte verilmelidir. Sener ve Elevli (2017) çalışmasında; Endüstri 4.0'ın yeniliklere açık toplumlar tarafından daha çabuk anlaşılacağı, genç nüfusun yaşlı nüfusa göre yeniliklere daha açık olduğu ve Türkiye'nin 29 yaş ortalamasıyla genç sayılabilecek nüfusa sahip olması nedeniyle diğer ülkelere göre avantajlı olduğu belirtilmektedir. Aynı şekilde belediyeler tarafından halk eğitim merkezlerince; bilişim, yazılım ve teknoloji alanlarında sunulan eğitimler de insanları bilinçlendirmek için kullanılabilir.

Türkiye'deki kamu sektöründe; kurumsal yapının tam olarak oturtulamaması, elde edilen verilerin anlık kullanılması ve gelecekle ilgili kurumsal planlarının oluşturulmaması kısaca kamuda Endüstri 4.0'ın nimetlerinden yeteri kadar yararlanılmaması, dünya genelinde zaten verimsiz olarak nitelendirilen kamu sektörünü ülkemiz özelinde daha da verimsizleştirmektedir (Sayar ve Yüksel, 2018). Daha az kaynakla daha yüksek çıktı imkanı sağlayan Endüstri 4.0 ile Türkiye'de kıt

kaynaklarını verimli kullanmalı, israftan kaçınmalıdır. Böylece hem doğaya verilen zarar azalacak hem de firmaların kaynakları etkin kullanmaları sayesinde rekabet edebilirlikleri artacaktır.

Grafik 4: 2010-2019 Yılları Arasında 141 Ülke İçinden Türkiye'nin Küresel Rekabet Sıralaması.



Kaynak: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK), 2019.

Grafik 4'te Türkiye'nin 2010-2019 yılları arasında 141 ülke arasındaki küresel rekabet sıralaması verilmiştir. 2012 yılında 43. sıralara kadar ilerleyen Türkiye; daha sonra enflasyon, döviz kurundaki dalgalanmalar gibi nedenlerle özellikle 2015 yılından sonra gerilemiş ve bir daha eski düzeyine dönememiştir. Küresel rekabetin artırılması adına hem araç hem de amaç olarak kullanılacak Dördüncü Sanayi Devrimi ile Türkiye, küresel rekabet sıralamasında üst sıraları zorlayacaktır.

Tablo 4'te ise yine 141 ülke arasından küresel rekabet sıralamasına ilişkin birkaç ülke örnek olarak verilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere gelişmiş ve Tablo 2'de gösterilen Ar-Ge harcamalarına yüksek miktarda harcama yapan ülkeler rekabet sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır. Türkiye ise 2018 yılına göre 0,5 puanlık artış yaşamış ve 62,1 puanla 2018 yılındaki yerine koruyarak 61. sırada yer almıştır. 141 ülke arasından küresel rekabette sonuncu olan Çad'ın ise puanı 35,1'de kalmıştır.

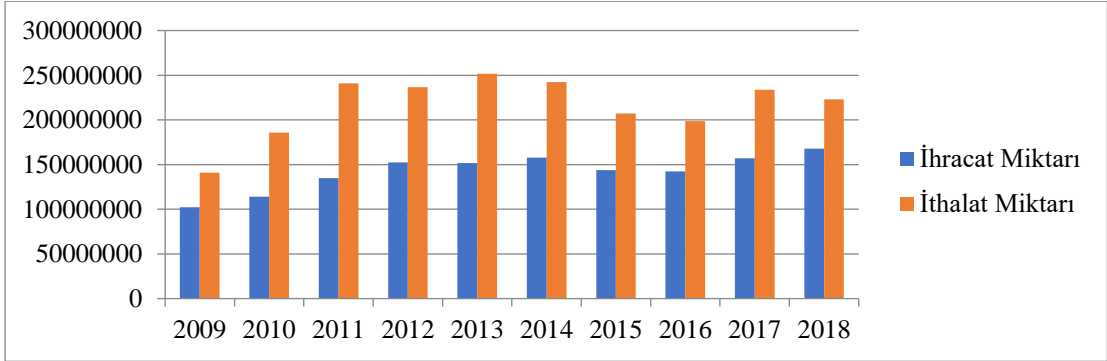
Tablo 4: 2019 yılı Küresel Rekabet Sıralaması.

Sıra No	141 Ülke Arasındaki Sıralaması	Ülke Adı	Puanı
1	1	Singapur	84,8
2	2	ABD	83,7
3	6	Japonya	82,3
4	7	Almanya	81,8
5	9	İngiltere	81,2
6	13	Güney Kore	79,6
7	14	Kanada	79,6
8	15	Fransa	78,8
9	20	İsrail	76,7
10	28	Çin	73,9
11	43	Rusya	66,7
12	59	Yunanistan	62,6
13	61	Türkiye	62,1
14	99	İran	53,0
15	141	Çad	35,1

Kaynak: Schwab, 2019.

Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği'nin (TÜSİAD) 2016 yılında yaptığı çalışmasında, Türkiye'nin bir yol ayrımında olduğu, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin rekabet koşullarında öne geçerek gelişmiş ülkeler arasına katılmak için bir fırsat olduğu söylenmiştir. Ancak Türkiye'nin ihracat yapabilmek için ithalat yapması, katma değeri yüksek ürünleri az üretmesi, nitelikli işgücünün yetersiz olması ve çalışanların sanayi sektöründen hizmet sektörüne doğru çok hızlı iş değişikliği yapması gibi yapısal zorlukların olduğu, bunların çözümü olarak ise katma değeri yüksek ürün üreterek sanayide yaşanacak büyümeyle Endüstri 4.0'ın gelişimine yatırım yapılması böylece yetiyecek nitelikli işgücü ile uluslararası rekabette öne çıkacağı belirtilmektedir.

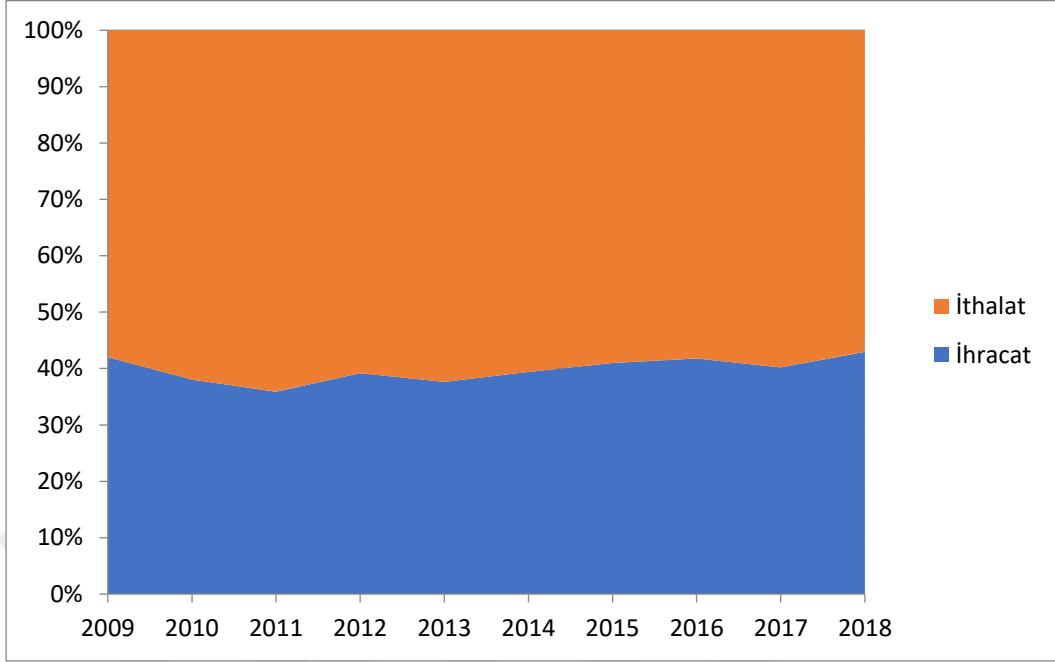
Grafik 5: 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye'nin İhracat ve İthalat Miktarları.



Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019a.

5 numaralı grafikte Türkiye'nin 2009-2018 yılları arasındaki ihracat ve ithalat miktarları verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere her yıl ithalatın ihracatı geçmesi nedeniyle dış açık verilmiştir. Bunun önemli sebeplerinden biri yukarıda da söylendiği gibi katma değeri yüksek ürünlerin üretilmemesidir. Türkiye, tarım ürünleri konusunda ihracatta dünyanın lider ülkesi bile olsa, katma değeri yüksek ürün üreterek satan ülkeler çok daha az işgücü maliyetiyle yüksek karlar elde edebileceklerdir. Bu nedenle geleceğin siyasetinde söz sahibi olmak isteyen bir Türkiye için Endüstri 4.0, kaçırılmaz bir fırsattır ve bu fırsat gelişmiş ülkelere nispeten daha iyi değerlendirilmelidir. Türkiye'nin ihracat ve ithalat arasındaki dengesizliğin daha iyi anlaşılabilmesi için çizilen grafik 6'da, Türkiye'nin yaptığı dış ticaretin içinde ihracatın payının ortalama %40, ithalatın payının ise %60 olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 5 ise yine 6 numaralı grafiği daha anlaşılır kılmak için oluşturulmuştur.

Grafik 6: 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye'nin İhracat ve İthalat Dengesi.



Kaynak: TÜİK, 2019b.

Tablo 5: 2009-2018 Yılları Arasında Türkiye'de İhracatın İthalatı Karşılama Oranları.

YILLAR	İHRACATIN İTHALATI KARŞILAMA ORANI
2009	72,5
2010	61,4
2011	56,0
2012	64,5
2013	60,3
2014	65,1
2015	69,4
2016	71,8
2017	67,1
2018	75,3

Kaynak: TÜİK, 2019b.

Tablo 6: Türkiye’de Bulunan Bazı Firmalarla Yapılan Görüşmeler Sonucunda Verilen Cevaplarla Oluşturulan Tablo.

SORULAR	FİRMALAR	AGT	GARTNER	SIEMENS	BOSCH	INTEL	BİLGE ADAM
SORU 1							
Evet			X	X	X	X	
Hayır	X	X					
SORU 2							
Multidisipliner			X	X	X		
Yapay Zeka Programcısı		X					
Veri Bilimci	X	X			X	X	
Robot Bakım Teknisyeni			X				
Robot Avukatı					X		
Siber Güvenlik Uzmanı		X					
SORU 3							
Pazarlama Tekniği	X						
İşsizlik	X		X		X	X	
Dijitalleşme		X		X	X		
SORU 4							
Kalkınma Planı		X		X			
Kaçırılmayacak	X		X		X	X	
SORU 5							
Yakıt	X			X			
İzlenebilirlik	X	X	X		X		
Tahmin	X	X		X	X	X	
SORU 6							
Hukuk	X		X				
İnsan Kaynakları					X		
Yazılım	X	X		X		X	
Güvenlik	X	X					
SORU 7							
Çevreci	X				X	X	
Yapay Zeka		X		X	X	X	
Mavi Yaka					X	X	
Karanlık	X		X				

Kaynak: Çevik, 2018: 78.

Çevik (2018) çalışmasında yukarıda belirtilen 6 firmanın üst düzey yetkilileri ile görüşerek kendilerine 7 adet soru yönelmiştir. Yöneticilerin verdiği ortak cevaplara göre oluşturulan yukarıdaki tabloda;

- 1. soruda; Endüstri 4.0'ın ilk adımının dijitalleşme olup olmadığı,
- 2. soruda; Endüstri 4.0 ile birlikte hangi mesleklere rağbetin artacağı,
- 3. soruda; Endüstri 4.0'ın yanlış bilinenlerinin neler olduğu,
- 4. soruda; Endüstri 4.0'ın Türkiye için neyi ifade ettiği,
- 5. soruda; gerçek zamanlı veri paylaşımının firmalar için neyi ifade ettiği,
- 6. soruda; Endüstri 4.0 ile doğacak mesleklerin neler olabileceği ve
- 7. soruda; gelecekteki fabrikaları nasıl hayal ettikleri sorulmuştur (Çevik, 2018).

İlk soruya verilen cevaplara bakıldığında 6 firmadan 4'ü dijitalleşmeyi Endüstri 4.0'ın ilk adımı olarak görmektedir. Buradan dijitalleşme için gerekli altyapının oluşturulmasına öncelik verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

İkinci soruda sorulan hangi mesleğin popülerliği artacak yönündeki soruya, firmalardan 3'ü multidisipliner, 4'ü ise veri bilimci cevabını vermiştir. Tablodaki diğer cevaplar ise birer firmadan gelmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere firmalar büyük verinin toplanarak doğru analiz edilmesine önem vermektedir.

Üçüncü soruya verilen cevaplarda ise Endüstri 4.0 ile ilgili yanlış bilinenin 6 firmadan 4'ünün ortak cevabı ile işsizlik konusunda olduğu anlaşılmaktadır. Üretimde robotların kullanılmasıyla işsizliğin artacağı düşünülse bile firmalarca, yeni istihdam alanlarıyla işsizliğin artmayacağı hatta azalabileceği görüşü hakimdir.

Dördüncü soruda 6 firmadan 4'ü, Endüstri 4.0'ın Türkiye için kaçırılmayacak bir fırsat olduğunu belirtmiştir. Üretimde maliyetlerin azalması ve verimlilik de yaşanan artışla birlikte Türkiye'nin dünya ihracat payından daha fazla pay alarak ekonomik büyüme ve kalkınma yaşayacağı düşünüldüğünde doğru bir cevap olduğu söylenebilir.

Beşinci soruda gerçek zamanlı veri paylaşımının firmalar için neyi ifade ettiği sorulmuş ve 6 firmadan 5'i tahmin yanıtını vermiştir. Firmalara göre gerçek zamanlı veri paylaşımıyla büyük veri kolaylıkla işlenebilecek, karar alma süreçleri hızlanacak, üretim hataları azalacaktır.

Altıncı soruda ise firmalara Endüstri 4.0 ile doğacak meslekler sorulmuş ve firmalardan şaşırtmayan yazılım cevabı gelmiştir. Çünkü geleceği bilişim üzerine hareket eden Endüstri 4.0'ın olmazsa olmazı gelişmiş yazılımlar sayesinde hareket edebilmektir.

Yedinci sorudaysa firmalara gelecekteki fabrikaları nasıl hayal ettikleri sorulmuş, 6 firmanın 4'ü yapay zeka olarak cevap vermiştir. Robotik sistemlerin üretimin her alanında kullanılacağı ve belki bir avuç nitelikli işgücünün kocaman fabrikaların sadece küçük bir ofisinde çalışabileceği düşünüldüğünde robotların çay, kahve getirdiği fabrikalar çok da uçuk hayaller arasında değildir.

1.4.6 Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Fayda ve Zararları

Bu açıklamalar çerçevesinde Endüstri 4.0'ın bize getireceği fayda ve zararlar aşağıda belirtilmiştir:

Faydaları;

- Endüstri 4.0'ın gereklerine uygun hareket ederek üretim yapan firmaları, rekabette bir adım öne geçecek,
- Üretimde verilen fire azalacak, kıt kaynaklar daha verimli kullanılacak, üretim sonucu oluşan atıklar minimum düzeye inecek,
- Üretimin otomasyona teslim olmasıyla birlikte emek kendini nitelik bakımından geliştirecek, firma tarafından daha verimli alanlara kaydırılacak,
- Üretimde esneklik ve verimlilik sağlanacak,
- Maliyetlerde azalma yaşanacak,
- Üretim sürecindeki robotların ve insanların koordineli bir şekilde çalışmalarını denetim mekanizması aktif bir şekilde çalışabilecek, bu sayede üretimde karşılaşılan sorunlar azalacak (Bağcı, 2018),

- Bireylerin taleplerine uygun üretim gerçekleştirilebilecek,
- Simülasyon aracılığıyla sipariş verme süresinde %120 ve ürünün piyasa sunulmasında %70 azalma yaşanacak (Çakır, 2018),
- Ürünlerin piyasaya hızlı sunulması sayesinde ticaret hızlanacak, dış ticaret ilişkileri gelişecek,
- Endüstri 4.0 sayesinde geliri artan insanlar temel psikolojik kanun gereği tasarruf miktarlarını artıracak, tasarruflarında yatırımların kaynağı olduğu düşünüldüğünde yatırımlarda artış yaşanacak (Aydemir, 2018),
- Yaşanan gelir artışının sağladığı tasarruflar ile finansman sağlamada dışa bağımlılık da azalacak (Yalçın, 2018),
- Robot koordinatörlüğü, şebeke yönetim mühendisliği, nesnelere interneti çözüm mimarlığı, giyilebilir teknoloji tasarımcılığı ve daha birçok yeni istihdam alanı oluşacak (Çevik, 2018),
- Girdilerin etkin ve verimli kullanılmasıyla üretimde sürdürülebilirlik sağlanacaktır (Taş, 2018).

Zararları;

- Vasıfsız işgücünün işsiz kalma ihtimali doğacak,
- Sürece uyum sağlayamayan firmalar rekabet koşullarında geride kalacak,
- Endüstri 4.0'ın altyapısı tam olarak hazırlanmadan üretime geçiş yapılan durumlarda sistem işlerlik kazanamayacak,
- Küreselleşme ve teknolojik gelişmelerle birlikte ülkeye dışarıdan gelecek yatırımcılar, yerli firmaları rekabet yarışının dışına itecek (Aydemir, 2018).
- Emeğin üretimin dışında kalmasıyla GSYH'den aldığı ücret payı azalacak, bu nedenle tüketimlerde azalma, ekonomide durgunluk yaşanacak,
- Önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi toplumsal kültürde değişiklikler yaşanacak; mühendislik ve bilişim gibi alanlarda erkek hegemonyasının devam etmesi nedeniyle toplumdaki cinsiyet ayrımı derinleşecektir (Schwab, 2017).

Dünyadaki dengeleri değiştirebilecek ve gelişmişlik konusunda geleceğin ana belirleyicisi olabilecek bu devrime öncülük edip gelişmesine ön ayak olan devletler, geleceğin dünya siyasetinde söz sahibi olabileceklerdir. Aynı şekilde yatırımlarını bu yöne aktaran firmalarda uluslararası rekabet güçlerini artıracaklardır. Bu devrimi

benimsemeyip gelişmesine katkı sağlamayan firmaların ise gelecekte üretimlerine devam etmeleri mümkün görünmemektedir.

Yukarıda belirtilen gerekçeler Dördüncü Sanayi Devrimi'nin önemini ortaya koymaktadır. Ülkemiz için bu durum gelişmekte olan ülkeler arasından sıyrılıp gelişmiş ülkeler arasına katılmak için bir fırsattır.



LİTERATÜR TARAMASI

2.1 2019 Yılı Çalışması

Aydın ve Kaya (2019) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerinden olan genişbant sistemi üzerinde durulmuştur. Öncelikle Endüstri 4.0 açıklanmış sonrasında bazı OECD ülkeleriyle Türkiye arasındaki internet aboneliği sayıları incelenmiştir. İncelemeye göre OECD ülkeleri ile Türkiye arasında %30'luk bir fark tespit edilmiş olup OECD ülkelerinin çok önde oldukları tespit edilmiştir. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin daha geniş çevrede ve daha hızlı şekilde gerçekleştirilebilmesi için gereken genişbant sistemi için çalışmada, ekonomik büyüme ve kalkınma sağlayacağı söylenmekte bu nedenle altyapı çalışmalarına hız verilmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu bağlamda gelecekte teknolojik gelişmelerin yürütücüsü olacak nesillerin nitelikli eğitime tabi tutulmaları gerektiği vurgulanmaktadır.

2.2 2018 Yılı Çalışmaları

Akben ve Avşar (2018) çalışmasında, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin önemli bileşenlerinden karanlık üretim (akıllı fabrikalar) açıklanmıştır. Diğer çalışmalarda olduğu gibi sanayi devrimleri ve bileşenleri açıklanmıştır. Robotların üretimde söz sahibi olmaları nedeniyle fabrikalarda gerçekleştirilecek karanlık üretimin avantajları açıklanmıştır. Sonuç olarak Endüstri 4.0'ın hatasız ve kaliteli üretimi sağlaması, işgücünün en aza indirilmesiyle maliyetlerin azaltılması sayesinde rekabet koşullarında avantajlı hale gelineceğinden bahsedilmektedir.

Akgül ve Ayer (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın medya sektörüne etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda Dördüncü Sanayi Devrimi açıklanmış, devrimden önceki ve sonraki basılı ve görsel medya sektörü incelenmiştir. Türkiye'nin şuanda devremin

hangi safhasında olduğu ve insanların doğru bilgiye ulaşmak için erişebileceği kaynaklara bakılmıştır. Çalışmada ayrıca Endüstri 4.0 ile ilgili literatür taraması yapılarak, örneklere ve kurgu olaylara yer verilmiştir.

Aydemir (2018) alışmasında, geçmiş sanayi devrimleri açıklanmış, Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmelerde yaşanan ilerlemeler sayesinde gerçekleştiği belirtilmiştir. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin ekonomiler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri incelenmiş, Türkiye'ye ait ihracatta ithalata bağlılık oranına ilişkin bilgiler verilerek bir yol haritası sunulmuştur. Yol haritasında artırılacak kamu harcamalarının zaten enflasyonist olan ekonomiyi daha da hararetlendireceği, üretimde robotların kullanılmasıyla işsizliğin daha da artabileceği üzerinde durulmuştur. Türkiye açısından günü kurtaran politikalar yerine geleceğe yönelik kararlı adımların atılabilmesi için eğitim politikalarında iyileştirmeler yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Aydın (2018) alışmasında, teknolojik gelişmelerle istihdam arasındaki ilişki ARDL yöntemi ile analiz edilmiştir. Kısaca yapılan literatür taramasının ardından yapılan analiz sonucunda Aydın, teknolojik gelişmelerin nitelikli işgücüne olan talebi artıracadığı belirtmiş bu nedenle teknolojik gelişmelerin ortaya ıkardadığı Endüstri 4.0, eğitime yapılacak harcamalarla desteklenirse daha sağlam bir yapının oluşturulacadığı ifade edilmiştir.

Bağcı (2018) alışmasında, sanayi devrimleri sırayla açıklanmış, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin istihdam, sürdürülebilir rekabet, Ar-Ge, toplum ve evre üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri araştırılmıştır. Endüstri 4.0 ile karşımıza çıkabilecek zorluklar belirtilmiş; Almanya, İngiltere, Japonya, Güney Kore, Çin ve ABD'nin devrimle ilgili hazırlıklarından bahsedilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin altyapı, hukuki düzenlemeler, nitelikli işgücü eğitimi, toplumdaki bilinç düzeyinin ve uluslararası rekabet gücünün artırılmasına yönelik yapılan hazırlıklardan söz edilmiştir. Kibar Holding, Siemens, Scheer ve Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı'nın (TEPAV) Endüstri 4.0 ile ilgili görüşlerine yer verilen çalışmada devrim ile birlikte doğacak ihtiyaçlar açıklanmıştır. Avrupa'nın, düşük işgücü maliyeti nedeniyle Asya ölkelerine kaptırdadığı yatırımları yeniden Avrupa'ya çekerek sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlayabileceği, yeni iş olanaklarıyla nitelikli işgücü istihdamında artış yaşanacadığı belirtilmiş; Türkiye'nin de gelişmiş ölkeler

arasına katılabilmesi için bir an önce Endüstri 4.0 devrimini gerçekleştirmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Çakır (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0 kavramı ve Endüstri 4.0'ın gelişimi açıklanmış, konuyla ilgili temel kavramlara kısaca yer verilmiştir. Yapılan literatür taraması sonrasında Endüstri 4.0'ın üretim, yatırım, eğitim, işgücü piyasası gibi konulara etkileri incelenmiştir. Çalışmada iş hayatında vasıf farklılığı yaşanacağı, vasıfsız işgücünün işsiz kalabileceği üzerinde durulmuştur. Son olarak devrimin, çalışma hayatında meydana getireceği değişimlere değinilmiş, değişimin sadece çalışma hayatında kalmayarak toplumun bütün alanlarına yayılacağından bahsedilmiştir.

Çevik (2018) çalışmasında, sanayi devrimleri kronolojik sırayla açıklanmış, Endüstri 4.0'ın unsurları incelenmiştir. Sonrasında Dünya'da ve Türkiye'de Endüstri 4.0'ın hangi aşamada olduğu araştırılmıştır. Nitel özellik taşıyan araştırmada 6 firmayla (AGT, Siemens, Gartner, Bosch, Intel, Bilge Adam) mülakat yapılmıştır. Firmalara yöneltilen 7 adet sorunun popüler cevaplarından oluşturulan tablo neticesinde Türkiye'nin henüz yatırım öncesi dönemde olduğu tespit edilmiştir.

Ertuğrul ve Deniz (2018) çalışmasında Endüstri 4.0 ile pazarlama arasındaki ilişki incelenmiştir. Pazarlama 1.0'ın üretim odaklı, amacın ürün satmak olduğu ve sanayi devrimiyle birlikte gerçekleştiği, Pazarlama 2.0'ın müşteri memnuniyeti odaklı olduğu ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte gerçekleştiği, Pazarlama 3.0'ın ise değer yaratarak dünyanın daha iyi bir yer haline getirilmesine odaklanıldığı belirtilen çalışmada, Pazarlama 4.0 geleceğin bugünden tasarlanarak tüketicilerin isteklerine göre üretim üzerinde durduğu belirtilmiştir. Pazarlama 4.0'ın en büyük farkının tüketicilerin üretim süreçlerine dahil edilmesi olduğu söylenmiştir. Pazarlama 4.0 ile ilgili kısa bir literatür taramasının ardından, Endüstri 4.0 ile birlikte insanların kullandıkları cihazların sayısındaki artışın, bu cihazların internete bağlanması ve internet hızındaki artış üzerinde durulmuştur. Endüstri 4.0 ile birlikte verimlilik artışı, üretimde esneklik, maliyetlerde azalmanın yaşanacağı ve kişisel üretimin olanaklı hale geleceği belirtilmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın birçok bilimsel alanı birleştirerek ortak bir ağ oluşturacağından bahsedilmiş ve akıllı fabrika, kendini örgütleme, akıllı ürün, siber-fiziksel sistemler, dijital sürdürülebilirlik gibi kavramlar açıklanmıştır. Ayrıca Endüstri 4.0'ın verilerin saklanması, siber güvenlik gibi ihtiyaçlarının

olacağının ifade edildiği çalışmada, sanayi devrimleri açıklanarak Endüstri 4.0 ile ilgili kısa bir literatür taramasına yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise, Endüstri 4.0'ın kendini oluşturan bileşenler aracılığıyla kaliteli ve az maliyetli üretime imkan tanyacağı belirtilmiş, tüketicilerin markalara olan bağlılığında yaşanan azalma nedeniyle firmaların müşterilerini kaybetmemek için ve potansiyel müşterilere ulaşmak için yeni politikalar ve ürünler geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Genç (2018) alışmasında, sanayi devrimleri oluşumlarına neden olan gerekçelerle birlikte açıklanmış, ardından Dördüncü Sanayi Devrimi detaylandırılmıştır. Devrimin Türkiye ekonomisine olası etkilerinin araştırıldığı çalışmada sonuç olarak devrimin gerçekleşebilmesi adına elzem olan nitelikli işgücünün yetiştirilmesi için eğitim ve Ar-Ge harcamalarının artırılması gerektiği belirtilmiş, ölkemizde patent başvuru sayılarının artması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Kablan (2018) alışmasında nesnelere interneti ve büyük veri açıklanmış, daha çok Endüstri 4.0 ile muhasebe sistemleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Endüstri 4.0'ın gelişiyle birlikte muhasebe işlemlerinin daha kolay ve hızlı bir şekilde yapılacağı, hile ve hataların yapılmasına olanak olmayacağı, daha güvenilir verilere daha kolay bir şekilde ulaşılarak şeffaflığın sağlanabileceği ve daha sağlıklı finansal raporların hazırlanabileceği belirtilmektedir.

Kayar, Ayvaz ve Öztürk (2018) alışmalarında, üretimin daha verimli, etkin ve maliyetsiz bir şekilde gerçekleşmesini isteyen ve bunun için çalışan firmaların rekabet avantajı sağlayarak diğer firmaların önüne geçeceği ve üretimde esneklik ve kaliteyi artırmanın önemi vurgulanmaktadır. Üçüncü Sanayi Devrimi ile gelen ve gelişen otomasyon sistemleriyle ilgili temel kavramlar açıklandıktan sonra Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni kavramlar incelenmiş, Endüstri 4.0'a ilişkin bir uygulama örneği verilmiştir. Çalışmanın sonuç kısmında ise devrimin getireceği faydalardan bahsedilmiş, nasıl gerçekleşmesi gerektiği ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Kılıç ve Alkan (2018) alışmasında, temel amaç Endüstri 4.0'ın Türkiye'ye ve diğer ölkelere etkilerinin incelenmesi olarak belirlenmiştir. Çalışmada Ar-Ge'nin öneminden bahsedilmiş, ölkelerin üretimde kullandıkları robot yoğunlukları hakkında bilgiler verilmiştir. Türkiye'deki işsizlik konusunu da ele alan çalışma katma değer

yüksek ürünlerin ülke ihracatında daha fazla yer kaplaması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca yüksek teknolojlili ürün ihracatın Türkiye ve diğer ülkeler arasında bir karşılaştırma yapılmış ve Türkiye'nin istenilen düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Koca (2018) çalışmasında, geleneksel tekniklerle üretim yapan firmaların yeni dönemde yaşamlarını idame ettiremeyecekleri, Türkiye'nin elindeki en büyük kozun coğrafi konumu itibarıyla hem işgücünün ucuz oluşu hem de komşu ülkelerin Endüstri 4.0 konusunda önemli ilerlemeler kaydedememiş olması söylenmektedir. Endüstri 4.0'ın işgücü maliyetlerini azaltacak olması nedeniyle yurtdışından Türkiye'ye gelen yatırımların geri dönebileceği üzerinde durulmaktadır.

Koşunalp ve Arucu (2018) çalışmasında, nesnelerin interneti ve akıllı ulaşım sistemleri (AUS) arasındaki bağ incelenmiştir. Bu bağlamda sanayi devrimleri ile ilgili kısa bilgilere yer verilmiş sonrasında nesnelerin interneti açıklanmıştır. IoT'un (Nesnelerin İnterneti) hayatın her alanında kendini göstereceği belirtilerek akıllı ulaşım sistemleri üzerine uygulamalara yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise ulaşımın daha konforlu ve güvenilir bir şekilde yapılabileceğinin altı çizilmiş, milli politikalara önem verilerek devrimi hayatımızın her alanına uygulamamız gerektiği ifade edilmiştir.

Mil ve Dirican (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0 ile ilgili literatür taraması yapmış, turizm ile arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Devrimin turizmde karlılığı artırıcı etkileri olacağı, T.C.M.B'nin ödemeler bilançosunda bulunan kalemlerde çok önemli değişiklikler oluşturacağı belirtilmiştir. Çalışmada özellikle kültürel ve sanatsal çalışmalarda, kullanılan otomasyon sistemleriyle birçok cazibe merkezi oluşturulabileceği, müşteri memnuniyetini üst düzeylere çıkararak gelir düzeyini artırabileceği söylenmiştir.

Özsoy (2018) çalışmasında, öncelikle sanayi devrimlerini açıklanmış, Endüstri 4.0'ın ortaya çıkaracağı değişimler belirtilmiştir. Çalışmada devrimin istihdam üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar olumlu ve olumsuz görüşler şeklinde ayrılarak literatür taraması yapılmıştır. Sonrasında ise olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için izlenebilecek yöntemler belirtilmiştir. Sonuç kısmında ise şimdiye kadar yaşanan

teknolojik gelişmelerin ülkelerde ekonomik büyümeye neden olması sebebiyle olumsuz görüşlerin gerçekleşme ihtimallerinin düşük olduğu söylenmiştir.

Sayar ve Yüksel (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0 ve bileşenleri derinlemesine incelenmiş, başta sağlık, enerji ve ulaştırma sektörleri olmak üzere Türkiye'deki kamu kurumları ile Endüstri 4.0 arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Çalışmada Endüstri 4.0 ile birlikte kamu kurumlarındaki verimsizliğin, kamu harcamalarının ve toplanan vergilerin azalacağı bu sayede Ar-Ge harcamalarında artış yaşanacağı belirtilmiştir.

Taş (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda teknolojik gelişmelerin, kısa vadede işsizliğe neden olsa da uzun vadede dengenin sağlanacağı hatta ortaya çıkacak yeni iş modelleriyle istihdamda artış yaşanacağı belirtilmekte, bunun topluma açıklanması gerektiği vurgulanmaktadır. Daha sonra Endüstri 4.0'a ilişkin bileşenler açıklanmış ve Türkiye'nin Dördüncü Sanayi Devrimi'ndeki konumu incelenmiş, Türkiye'deki işgücünün daha nitelikli hale getirilmesi için eğitime önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Toker (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı ve temel bileşenleri ele alınmış, sürdürülebilirlik, çevre, ekonomi ve toplum üzerindeki etkileri incelenmiştir. Üretimde kullanılan kaynaklarda sağlanacak tasarrufla sürdürülebilirliğin sağlanabileceğini belirten çalışma, gelecekte konuyla ilgili yapılan çalışmalar için önerilerde bulunmaktadır.

Ustaoglu ve Akyol (2018) çalışmasında, Endüstri 4.0 ile ilgili yerli ve yabancı çalışmalar incelenmiştir. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi'nin sağladığı altyapıyla ulaşılan toplam 169 kaynaktan 160'ı yabancı iken 9'unun yerli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yabancı yayınlar 2014'te başlarken yerli yayınların 2017'den sonra başladığı belirtilmekte çalışmanın sonucunda ise yerli ve yabancı yayınlar arasındaki sayısal farklılıklara dikkat çekilmiştir.

Yalçın (2018) çalışmasında, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesinde rol oynayan ekonomik etkenlere yer verilmiştir. Endüstri 4.0'ın Türkiye için oluşturacağı fırsatlar ve tehditler incelenmiş, Endüstri 4.0 treninin Türkiye tarafından

yakalanmasıyla rekabet koşullarında avantajlı hale gelineceği, bu kapsamda kamu ve özel kuruluşların Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalarına başladıkları belirtilmektedir.

2.3 2017 Yılı Çalışmaları

Aksoy (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0 kapitalizm çerçevesinden irdelenmiştir. Şimdiye kadar süregelen sanayi devrimleri açıklanmış, Endüstri 4.0'ın ilk uygulama alanından bahsedilmiş ve konu örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır. Akıllı fabrikalar ve akıllı üretim sayesinde kapitalizmin gücünü hiç olmadığı kadar artıracığından bahseden Aksoy, robotların sermayedarlar için ideal işçiler olduğunu söylemiştir. Endüstri 4.0'a ilişkin birkaç temel kavramı açıklayan çalışma, Endüstri 4.0'ı bir devrim olarak değil kapitalizmin dinamiklerinden doğan ve doğacağı da önceden bilinen sanayileşmenin bir evresi olarak tanımlamıştır. Son olarak devrimi içselleştiremeyen firma ve devletlerin uluslararası rekabet yarışında geride kalacakları belirtilmiştir.

Al, Yavuz ve Balcı (2017) çalışmasında, Dördüncü Sanayi Devrimi açıklanarak, Türkiye üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Toplumunu derinden etkileyeceği belirtilen Endüstri 4.0'ın batı ülkelerine göre Türkiye'nin emek yoğun üretim yapması nedeniyle devrimi yakalayamaması durumunda devrimden oldukça zararlı çıkacağı bu nedenle eğitim ve Ar-Ge harcamalarına ağırlık verilerek Endüstri 4.0 üzerinde yoğunlaşılması gerektiği belirtilmiştir.

Bulut ve Akçacı (2017) çalışmasında, önceki sanayi devrimlerini açıkladıktan sonra Dördüncü Sanayi Devrimi'ne ilişkin temel kavramları açıklamıştır. Türkiye'nin Endüstri 4.0'a gösterdiği ilginin incelendiği çalışmada Ar-Ge harcamalarının öneminden bahsedilmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın temeli sayılacak internetin Türkiye'de kullanımıyla ilgili bilgiler verilmiş, yerli ve yabancı patent sayıları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ise teknoloji üreten ve ihraç eden bir Türkiye'nin gelecek dünya siyasetinde söz sahibi olabileceği bu nedenle altyapı çalışmalarının hızlandırılması gerektiği belirtilmiştir.

Dengiz (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0'a ilişkin kavramlar açıklanmış, gelecekte üretimin nasıl gerçekleşeceği ile ilgili tahminlerde bulunulmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi ile ilgili saha çalışmalarına yer verilen çalışmanın sonuç kısmında Ar-Ge, eğitim ve altyapı harcamalarının önemi vurgulanmıştır.

Doyduk ve Tiftik (2017) çalışmasında, özellikle nesnelerin interneti üzerinde durulmuştur. Öncelikle nesnelerin interneti tanımlanarak, radyo frekanslı tanımlama (RFID) sayesinde ürünlerle kurulan iletişimin nesnelerin interneti sayesinde daha da geliştirileceği belirtilmiştir. Sonrasında nesnelerin internetinin tarihsel gelişiminden bahsedilmiş, bu tabirin ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından kullanıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca firmaların bulut bilişim, simülasyon ve artırılmış gerçeklik ile neler yapabilecekleri açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada nesnelerin interneti “kendi sistem depolaması, hesaplaması, gözlemlemesi ve yorumlaması olan akıllı nesnelerin ve akıllı iletişim ağlarının karşılıklı etkileşimi” olarak tanımlanmış, nesnelerin internetinin 3 ana bileşeninin nesneler, ağlar ve bilgisayar sistemleri olduğu ifade edilmiştir. Yeni iş modelleriyle iş dünyasına yeni bir soluk getireceği belirtilen nesnelerin internetiyle ilgili bazı uygulama örneklerine yer verilmiş ve kullanılma şansı bulacağı alanlar (akıllı altyapı, sağlık hizmetleri, tedarik zinciri ve lojistik, sosyal medya, ulaşım ve giyilebilir teknoloji) açıklanmıştır. Ayrıca çalışmada nesnelerin internetinin karşılaşılabileceği zorluklar ve sağlayabileceği fırsatlardan bahsedilmiş; güvenlik, gizlilik ve yasal yükümlülükler zorlukları arasında sayılırken etkin ve verimli üretimin sağlanması, maliyetlerdeki azalma, rekabet koşullarında iyileşme, israfın azalması ise fırsatları arasında sayılmıştır. Türkiye'nin rekabet edebilirliğinin artırılabilmesi için dijital dönüşüme ayak uydurması gerektiği, küçük ölçekli firmaların bu alana yönelerek büyük ölçekli firmalara göre avantaj sağlayabilecekleri belirtilmiştir. Sonrasında nesnelerin internetinin dünya çapında gelişmesiyle birlikte iş dünyasının beklentilerine yer verilmiş, beklentilere göre 2020 yılından sonra nesnelerin internetinin dünya ekonomisinde önemli bir yere sahip olacağı ifade edilmiştir. Sonuç kısmında ise nesnelerin internetinin, işgücünün yerini alması gibi bir durumun söz konusu olmadığı, tam tersine istihdam potansiyelinin daha da artacağı savunulmaktadır.

Keleşoğlu ve Kalaycı (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0'a ilişkin literatür taraması yapılmış, Endüstri 4.0 ile inovasyon ve eğitim arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu kapsamda inovasyon açıklanarak içsel ve dışsal kaynakları ile inovasyon türleri ve

süreci ele alınmış, eğitim sisteminin inovatif çalışmalara açık olması gerektiği belirtilmiştir.

Öksüz v.d. (2017) çalışmasında, geleneksel üretimde yapılan israflara yer verilmiş ve Endüstri 4.0 ile birlikte bu israfların önüne geçilebileceğinden bahsedilmiştir. Sonrasında yalın üretim teknikleri açıklanmış, Endüstri 4.0'ın beraberinde getireceği teknolojik gelişmeler ile aralarındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın sonuç kısmında ise Endüstri 4.0 ile yalın üretim tekniklerinin bir arada uygulanmasıyla üretimde etkinlik ve verimliliğin artacak, hata ve maliyetlerin azalacak olması sebebiyle rekabet gücünde artış yaşanacağı belirtilmiştir.

Özsoylu (2017) çalışmasında, sanayi devrimleri incelenmiş ve Dördüncü Sanayi Devrimi'ne giden yolda yaşananlara yer verilmiştir. Endüstri 4.0'ın diğer devrimlerden farkı ortaya konmuş, devrimin gerçekleşmesi için gereken altyapı çalışmaları için neler yapılması gerektiği belirtilmiştir. Bu kapsamda Endüstri 4.0'a ilişkin temel kavramlar incelenmiş; verilerin güvenliği, istihdam gibi konularda hukuki altyapının nasıl oluşturulacağı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Hayatımızda büyük değişikliklere neden olacak Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmeler yardımıyla ekonomik büyüme, istihdam ve yatırımda yeni fırsatlar doğuracağı ifade edilmiştir.

Sener ve Elevli (2017) çalışmasında, Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde Türkiye'nin izlemesi gereken yol tespit edilmeye çalışılmış, devrimle birlikte doğacak mesleklerden örnekler verilerek bu alanlarda ilerlemek isteyenlere kısa bilgiler sunulmuştur. Ayrıca yazılım ve donanım eğitimlerinin önemini vurgulayan çalışma, Endüstri 4.0'ın işlerlik kazanabilmesi için gereken sensör, veri, bilgi ve işlem konularını ele almıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

3.1 Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Önemi

Dördüncü Sanayi Devrimi sayesinde batı ülkeleri düşük ücret nedeniyle doğu ülkelerine kaptırdığı yatırımları yeniden kendilerine döndürebilecekler; düşük maliyetli ve verimli bir üretim gerçekleştirerek dünya pazarında daha fazla paya sahip olabileceklerdir. Devrimi gerçekleştiremeyen ülkeler ise ithalatçı konuma düşecekleri için Ar-Ge ve eğitim harcamalarıyla kendi ekonomik büyüme ve kalkınmalarını sağlayamayacak, ihtiyaç duyacağı malzemeleri geleneksel yöntemlerle üretmediği ya da pahalıya ürettiği için sahip oldukları sermayeyi bu malzemeleri ithal etmek için kullanacaklardır. Ayrıca geleneksel iş modelleri de devrimle birlikte yok olacağı için eğitim harcamaları artırılarak nitelikli işgücü yetiştirilemediğinden bu ülkelerde işsizlik artışı yaşanacaktır.

Bu devrim üreticilere kaliteli ve hatasız üretimle birlikte üretimin önemli maliyetlerinden olan emek maliyetini azaltabilme imkanı sunmaktadır. Buna rağmen üreticiler emekten tamamen vazgeçemeyecekler, sadece vasıf farklılığından kaynaklı işgücü taleplerinde değişiklik yaşanacaktır.

3.2 Dördüncü Sanayi Devrimi'nde Eğitim

Eğitimin, Endüstri 4.0 konusunda ne kadar önemli olduğu önceki başlıklardan anlaşılmaktadır. Ancak OECD'nin Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) 2015 yılı raporu incelendiğinde Türkiye'nin eğitim sisteminde reformlara ihtiyaç duyduğu görülmektedir. 72 ülkenin katıldığı uygulamanın sonuçlarına göre Türkiye;

- Fen okuryazarlığında (raporda fen okuryazarlığı, fenle alakalı olaylarla ilgilenme olarak tanımlanmıştır) 425 puanla ortalamanın 40 puan,
- Okuma becerilerinde (raporda okuma becerileri, öğrencilerin okuduklarını gerçek hayatta uygulayabilmeleri olarak tanımlanmıştır) 428 puanla ortalamanın 32 puan ve
- Matematik okuryazarlığında (raporda matematik okuryazarlığı, öğrencilerin matematiği yorumlayabilmesi olarak tanımlanmıştır) 420 puanla ortalamanın 41 puan altındadır.

Öğrenci devamsızlıklarına da yer verilen çalışmada Türkiye'nin OECD ülkeleri ortalamasının bir hayli üstünde olduğu görülmektedir (OECD, agis, 2015). Eğer Dördüncü Sanayi Devrimi, sağlam temellere dayanan bir şekilde gerçekleştirilecek ise Türkiye özelinde bu temellerin çok sağlam olmadığı söylenebilir. Temeli sağlam olmayan bir devrimin ne derece başarılı olacağıysa ayrı bir tartışma konusu olacaktır. Tablo 7'de PISA 2015 uygulamasına katılan bazı ülkelere ait puanlara yer verilmiştir.

Tablo 7: PISA 2015 Uygulamasına Katılan Bazı Ünelere Ait Fen, Okuma Becerileri ve Matematik Puanları.

Sıra No	72 Ülke Arasındaki Sıralaması	Ülke	Fen Puanı	Okuma Becerileri Puanı	Matematik Puanı
1	1	Singapur	556	535	564
2	2	Japonya	538	516	532
3	7	Kanada	528	527	516
4	10	Çin	518	494	531
5	11	Güney Kore	516	517	524
6	15	Almanya	509	509	506
7	16	Birleşik Krallık	509	498	492
8	25	ABD	496	497	470
9	27	Fransa	495	499	493

10	32	Rusya	487	495	494
11	39	İsrail	467	479	470
12	43	Yunanistan	455	467	454
13	55	Türkiye	425	428	420
14	72	Dominik Cumhuriyeti	332	358	328

Kaynak: OECD, 2015.

Sanayi devrimleri ile birlikte okuma ve yazma oranının artırılmasını amaçlayan eğitim sistemi yerine üretimi hatasız gerçekleştirebilmek için yapılan hesaplamalarda kullanılan ve milli bilinç düzeyini artıran eğitim sistemleri yaygınlık göstermiştir (Yazıcı ve Düzkaaya, 2016).

Balay (2004) çalışmasında bu kapsamda revize edilerek yeni özelliklere sahip olması gereken eğitim sistemi şu şekilde belirtmiştir:

- Eğitim sistemleri teknolojik değişimlere ayak uydurabilmeli,
- İnsanların sorunlar karşısında düşünerek, araştırarak, tartışarak sonuca ulaşabileceği bir eğitim sistemi oluşturulmalı,
- Eğitimin belli yaşlarla sınırlandırılması yerine ömür boyu devam edebilecek nitelikte olmalı,
- Ezberci eğitim yerine analiz yaparak yapılan analizin sonucunu kavrayabilme imkanı veren eğitim sistemi oluşturulmalı,
- Eğitim süresince insanların belli bir alanda gelişmesini sağlamak yerine çok yönlü gelişimin sağlanması hedeflenmelidir.

Türkiye'nin 2023 yılı hedeflerini gerçekleştirebilmesi adına yıllık ekonomik büyüme ortalamasının %8,5 olması gerekmektedir. Bu kapsamda vasıflı işgücü artırılmalı, teknolojik gelişmeleri esas alan Ar-Ge ile eğitim politikalarının iç içe geçtiği politikalar uygulanmalıdır (Yazıcı ve Düzkaaya, 2016). Eğitim sistemi günü kurtaracak şekilde değil geleceğin ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde uyarlanabilir olmalıdır (Çelikleş, Sonlu, Özgel ve Atalay, 2015).

Ayrıca Yazıcı ve Düzgaya (2016) çalışmasında; Endüstri 4.0'ın Türkiye için olumlu veya olumsuz yanlarının olabileceğini, sanayi ve eğitim politikalarıyla gerekli dönüşümün sağlanamaması durumunda uluslararası rekabet gücünün kaybedileceği, dönemin gerektirdiği politikaların uygulanmasıyla nitelikli işgücünün artırılması, üretimde verimliliğin artırılması, yatırım, istihdam ve ekonomik büyümedeki artışlarla Türkiye'nin hedeflerine ulaşabileceğini belirtmektedir.

3.3 Türkiye'de Dördüncü Sanayi Devrimi'ne İlişkin Çalışmalar ve Sonuç

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2016 yılında yayımlanan Ar-Ge Reform Paketi'nde amaç; Ar-Ge harcamalarını, nitelikli işgücünün bilgi ve becerisini artırmak, Ar-Ge alanını ticarileştirerek bu alanda çalışacak şirketlerin kurulmasını sağlamak ve üniversite-sanayi işbirliğini sağlayarak Ar-Ge faaliyetlerinin gelişmesine katkı sağlamaktır. Bu kapsamda;

- 1- Ar-Ge çalışmalarında faaliyet gösteren personelin bu faaliyet nedeniyle elde ettiği gelirin vergiden istisna tutulması,
- 2- Reform paketi amaçlarından olan üniversite-sanayi işbirliğini sağlamak için çalışan akademik personellerin bu faaliyetlerden elde ettikleri gelirler nedeniyle gelir vergisi kesilmemesi ve yine bu faaliyet kapsamında döner sermayeden alacakları ödemede vergilendirmenin %15'e çekilmesi (mevcut durumda %45),
- 3- Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB) kurularak, Ar-Ge alanında faaliyet gösteren ve göstermek isteyen firmaların bir araya getirilmesi,
- 4- Ar-Ge faaliyetleri kapsamında yurtdışından ihtiyaç duyulan malzemelere gümrük vergisinden istisna getirilmesiyle düşük maliyetle gerçekleştirilebilecek Ar-Ge faaliyetlerinin önünün açılması,
- 5- TGB'de yer alacak firmalara Ar-Ge faaliyetlerinin başlangıç aşamasında ihtiyaç duydukları finansmanın karşılanması,
- 6- TGB'lerde çalışacak yabancı uyruklu personel istihdamının kolaylaştırılarak, tersine beyin göçüyle ülkemizde nitelikli işgücünün artırılması,

- 7- Ar-Ge harcamalarını tek başına karşılayamayacak firmaların “Rekabet Öncesi İşbirliği” kapsamında başka firmalarla bir araya getirerek Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve rekabet öncesi işbirliği kapsamında birlikte çalışmak isteyen firmalara proje bütçesinin en fazla %50’sine kadarının Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından karşılanması,
- 8- Yeni iş fikirlerinin sunulması adına “Teknogirişim Sermaye Desteği” üst sınırının 100.000 TL’den 500.000 TL’ye çıkarılarak Ar-Ge faaliyetlerine verilecek desteğin artırılması ve
- 9- Giriş kısmında da belirtildiği gibi kamu ihalelerine katılmayı sağlayan iş bitirme belgeleri yerine “Teknolojik Ürün Deneyim Belgesi” verilerek, teknolojik ürün geliştiren firmaların kamu alımlarına katılımlarının sağlanması (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016),

gibi uygulamaların yasalaşacağı belirtilmiş ve 5746 sayılı Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun’da değişiklik yapılarak 6676 sayılı "Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile 26 Şubat 2016 tarihinde yasa yürürlüğe girmiştir.

Ar-Ge Reform Paketi’nin 2. maddesi kapsamında Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri Sanayi Odası, Kayseri Ticaret Odası, Kayseri Organize Sanayi Bölgesi ve Üniversite Sanayi Araştırma İşbirliği Vakfı arasında “100 Talep 100 Proje” isimli program imzalanmıştır. Erciyes Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mustafa ÇALIŞ, Kayseri’nin sanayi ve ticaretle uğraşan insanlarından gelecek 100 adet sorunun Erciyes Üniversitesi akademisyenlerince çözülmesi, bu bağlamda transfer ofisi tarafından üniversitedeki akademisyenlere bölüştürülecek sorunların çözümü için 4 milyon TL’lik bir fonun ayrılacağını belirtmektedir (erciyes.edu.tr, 2019). Böylece Kayseri sanayisinin üretimi azaltacak veya engelleyecek derecede çektiği sıkıntılar giderilerek kendilerini daha da geliştirmeleri sağlanacaktır. Hatta sanayi ve ticaret erbaplarının Ar-Ge harcamalarını artırmasıyla sadece Kayseri ekonomisi için değil tüm ülke ekonomisi için olumlu gelişmeler yaşanacaktır.

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi’nin de kamu, üniversite ve sanayi işbirliğini sağlamak adına “Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği (KÜSİ)” faaliyetlerinin

anlatıldığı ve bu konuda tanıtımların yapıldığı etkinlikte üniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi bakımından önemlidir. 01.03.2018 tarihinden itibaren 2 ayda bir yayımlanan KÜSİ Niğde İli Çalışma Grubu'nun yayını olan ve çalışma grubunun faaliyetlerini aktaran bülten incelendiğinde görülmektedir ki; Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi'nde bulunan öğretim üyeleri Niğde'de bulunan firmalarla sürekli iletişim halinde kalarak sorunları ilk elden tespit etme ve bu sorunlara çözüm önerileri sunma çabasındadırlar. Ayrıca işbirliği kapsamında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi; Niğde Organize Sanayi Bölgesi (05.07.2018), Ditaş Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş. (05.07.2018), Niğmer Tarım Makineleri İmalatı ve Yedek Parçaları San. ve Tic. Ltd. Şti. (05.07.2018) ve Mertaş Mikronize Kalsit Yapı Kimyasalları San. ve Tic. A.Ş. (17.07.2019) ile yapılan protokoller üniversite-sanayi işbirliğini geliştirmeye yöneliktir.

Yine Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (2019: 18) yayımladığı "2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi" isimli çalışmasında Endüstri 4.0'a ilişkin çalışmaların "Milli Teknoloji Hamlesi" çerçevesinde yapılandırıldığı ve savunma sanayinde hayata geçirilen projelerin bu kapsamda değerlendirilebileceği söylenmiştir. Ayrıca çalışmada;

"Milli Teknoloji Hamlesi"ni gerçekleştirmek için gerekli altyapının son 15 yılda büyük ölçüde kurulduğu, Türkiye'nin 207 üniversite, 1200'e yakın Ar-Ge merkezi, 350'den fazla tasarım merkezi, 84 TGB, 153 bin Ar-Ge personeli, 112 bin araştırmacı ile güçlü bir altyapı ve kapasiteye sahip olduğu ve bu dönemde yapılan toplam 177 milyar TL Ar-Ge yatırımının %48'inin özel sektöre, %42'sinin üniversitelere, %10'unun ise kamu kurumlarına aittir." denilmektedir.

Endüstri 4.0'ın tarihsel gelişimine ve bileşenlerine, Endüstri 4.0 için gerekli altyapı çalışmalarına, devrimle ilgili yerli ve yabancı araştırma verilerine, ülkelerin Ar-Ge harcamalarına, Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payına, ülkemizdeki Ar-Ge harcamalarının daha çok hangi alanlarda yapıldığına, Türkiye'nin dış ticaret dengesine ve kredi ratinglerine ilişkin araştırmaların ve literatür taramasının yapıldığı çalışmamızda, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesi için ülkemizdeki tasarrufların öncelikli olarak Ar-Ge ve eğitim alanlarına yönlendirilerek teknik altyapının oluşturulması gerekmektedir. Gelecek 50 belki de 100 yılın belirleyicisi

olacak Dördüncü Sanayi Devrimi'ni gerçekleştiremeyen ülkelerin dünya siyasetinde söz sahibi olmaları mümkün görünmemektedir.

27 Aralık 2019 tarihinde Türkiye Otomobili Girişim Grubu (TOGG) Ceo'sunun tanıtımını yaptığı Türkiye'nin otomobili olarak nitelendirilen ve 2 yıl sonra 150 isim arasından markasının belirleneceği belirtilen otomobilin Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde önemli bir adım olduğu söylenebilir. Otomobilin nesnelerin internetini kullanarak evdeki teknolojik aletlerle iletişime geçip kullanıcının taleplerini karşılayabilmesi Endüstri 4.0'a önem verildiği ve geleceğin teknolojik araçlarının üretiminde Endüstri 4.0'ın dikkate alınacağını gösterse de bu gibi adımların atılmasında artış yaşanmalıdır.

Ülkemizin bulunduğu coğrafyaya bakıldığında, ekonomik açıdan olduğu yerde sayan ve ülke içi konularda diğer ülkelere bağımlı olan bir Türkiye'nin geleceği pek aydınlık görünmemektedir. Endüstri 4.0, Türkiye için sadece sanayi devrimini ifade etmemekte bölgenin istikrarını ve kendi bağımsızlığını güçlendireceği bir devrimi ifade etmektedir. Bu nedenle Türkiye orta gelir tuzağından kurtularak gelişmiş ülkeler arasına katılmak, bölge ve dünya siyasetinde söz sahibi olmak, kendisine karşı tehdit olabilecek ülkelere karşı varlık göstermek istiyorsa bir an önce devrime ilişkin çalışmaları üzerinde yoğunlaşmalıdır.

KAYNAKÇA

- Addo-Tenkorang, R. Helo, P. T. (2016). Big Data Applications in Operations/Supply-Chain Management: A Literature Review, *Computers & Industrial Engineering*, *101*, 528-543.
- Akben, İ. Avşar, İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *3* (1), 26-37.
- Akgül, B. Ayer, Z. (2018). Sanayi 4.0 Sürecinde Medyada Sektörel Dönüşüm, *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, *9* (16), 2310-2327.
- Aksoy, S. (2017). Değişen Teknoloji ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş, *SAV Katkı*, Sayı 4, 34-44.
- Al, A. Yavuz, S. ve Balcı, B. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye, *International Congress on Politic, Economic and Social Studies*, No. 3.
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, *Journal of Life Economics*, *48* (3), 1622-1627.
- Alnus Yatırım, (2019). Dünya Kredi Notu Ligi ve Türkiye, Web: <https://www.alnusyatirim.com/analizler/dunyada-kredi-notu-ligi-ve-turkiye-436>, 26 Kasım 2019'da alınmıştır.
- Aydemir, H. (2018). Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri, *Sosyoekonomi*, *26* (36), 253-261.
- Aydın, A. Kaya, M. V. (2019). Ekonomik Büyüme Perspektifinden: Endüstri 4.0 Yolunda Türkiye'nin Sabit Genişbant İnternet Ağının Geliştirilmesinin Önemi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *12* (62), 1158-1163.
- Bagheri, B. Yang, S. Kao, H. and Lee, J. (2015). Cyber-PhysicalSystems Architecture for Self-AwareMachines in Indusry4.0 Environment, *IFAC-PaperOnLine*, *48* (3), 1622-1627.

- Bağcı, E. (2018). Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 9 (24), 122-146.
- Balay, R. (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 37 (2), 61-82.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2015). Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019), Web: <https://sanayi.gov.tr/handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=663ce026-f803-4802-9267-73e84dbef61c>, 3 Aralık 2019'da alınmıştır.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2016). Ar-Ge Reform Paketi, Web: <https://www.sanayi.gov.tr/handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=564d0299-7bfe-44b5-871c-7ed8de926b27>, 4 Aralık 2019'da alınmıştır.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2019). 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, Web: <https://www.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=8ee0d070-441a-45e2-a1e2-d3ad9f630738>, 4 Aralık 2019'da alınmıştır.
- Bozlar, T. (2018). 4. Sanayi Devrimi ve İşgücü Piyasasına Olası Etkileri, İstihdamda 3İ, Sayı: 27, 62-67.
- Bulut, E. Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi, ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 4 (7), 55-77.
- Çakır, N. (2018). Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği, Electronic Journal of Vocational Colleges, 8 (2), 97-105.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon, International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 1 (1), 9-26.
- Çeliktaş, M.S. Sonlu, G. Özgel, S. ve Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, 56 (662), 24-34.
- Çevik, G. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[Dengiz, O. \(2017\). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi, Makine Tasarım ve İmalat Dergisi, 15 \(1\), 38-45.](#)

Doyduk, H. B. B. Tiftik, C. (2017). Nesnelerin İnterneti: Kapsamı, Gelecek Yönelimi ve İş Fırsatları, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 52 (3), 127-147.

EBSO, (2015). Endüstri 4.0, Web: http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf, 23 Kasım2019'da alınmıştır.

Erciyes.edu.tr, (2019). Üniversitemizden Kayseri Sanayisine, Ticaretine ve Belediyelere "100 Talep 100 Proje" Desteği, Web: <https://www.erciyes.edu.tr/Duyuru-Haber/Universitemizden-Kayseri-Sanayisine-Ticaretine-ve-Belediyelere-100-T/12123>, 5 Aralık 2019'da alınmıştır.

Ertuğrul, İ. Deniz, G. (2018). 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0, Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7 (1), 158-170.

Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye, Sosyoekonomi, 26 (36), 235-243.

İçten, T. Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (2), 111-130.

Kablan, A. (2018). Endüstri 4.0 "Nesnelerin İnterneti" – Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23 (Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1561-1579.

Karabacak, B. (2011). Kritik Altyapılara Yönelik Siber Tehditler ve Türkiye İçin Siber Güvenlik Önerileri, Siber Güvenlik Çalıştayı, Bilgi Güvenliği Derneği.

Karaçuha, E. Güngör, M. Evren, G. Güçlü, T. ve Kibar, Y. (2010). Sayısal Kentlere Dönüşüm, Genişbant ve Fiber: İktisadi Düzenleyici İncelemeler, Deneyimler ve Öneriler, BTK, 2010.

- Kayar, A. Ayvaz, B. ve Öztürk, F. (2018). Akıllı Fabrikalar, Akıllı Üretim: Endüstri 4.0'a Genel Bakış, International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology'de sunuldu, Ankara.
- Kaygın, E. Zengin, Y. ve Topçuoğlu, E. (2019). Endüstri 4.0'a Akademik Bakış, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 33 (4), 1065-1081.
- Keleşoğlu, S. Kalaycı, N. (2017). Dördüncü Sanayi Devriminin Eşiğinde Yaratıcılık, İnovasyon ve Eğitim İlişkisi, Yaratıcı Drama Dergisi, 12 (1), 69-86.
- Kılıç, S. Alkan, R. M. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri, Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 2 (3), 29-49.
- Koca, K. (2018), Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler, Sosyoekonomi, 26 (36), 245-252.
- Koşunalp, S. Arucu, M. (2018). Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Ulaşım, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi, 1 (1), 1-7.
- Kulalı, İ. Bilir, H. (2010). Bilgi ve İletişim (Telekomünikasyon) Sektöründeki Gelişmeler ve Eğilimler: Global Finansal Kriz Sürecinde Yeniden Yapılanma ve Çözüm Arayışları, TOBB, Yayın No: 2010-102.
- Lydon, B. (2016). Industry 4.0: Intelligent and Flexible Production, Web: <https://ww2.isa.org/intech/20160601/>, 28 Kasım 2019'da alınmıştır.
- Mersin TSO, (2017). Türkiye, Avrasya'nın Endüstri 4.0 merkezi olabilir, Web: <http://www.mtso.org.tr/tr/haberler/turkiye-avrasya-nin-endustri-4-0-merkezi-olabilir>, 28 Kasım 2019'da alınmıştır.
- Mil, B. Dirican, C. (2018). Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Turizme Etkileri, Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi, 1 (3), 1-9.
- OECD, (2015). PISA 2015 Results in Focus, Web: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>, 6 Aralık 2019'da alınmıştır.
- OECD, (2017). Research and Development Statistics (RDS), Web: <http://www.oecd.org/innovation/inno/researchanddevelopmentstatisticsrds.htm>, 2 Aralık 2019'da alınmıştır.

- Öcal, F. Altıntaş, K. (2018). Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri, *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8 (15), 2066-2092.
- Öksüz, M. Öner, M. ve Öner, S. C. (2017). Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi, *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı'nda sunuldu*, Tunceli.
- Özsoylu, A. (2017). Endüstri 4.0, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21 (1), 41-64.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde Yeni Yönelimlerin Değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0, *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 25-30.
- Özüdoğru, A. (2010), Adana'da Dokuma Sanayi Yapılarının Endüstri Mirası Kapsamında İncelenmesi, *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Sayar, M. Yüksel, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü, *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 10 (2), 83-98.
- Schuermann, C. Verclas S. and Bruegge, B. (2015). An Example of an Industry 4.0 Manufacturing Process, 2015 IEEE 3rd International Conference on Cyber-Physical Systems, Networks and Applications, 43-47.
- Schwab, K. (2017). Dördüncü Sanayi Devrimi, (Çev. Z. Dicleli). İstanbul: Optimist Yayınları, (Eserin orijinali 2016'da yayımlandı).
- Schwab, K. (2019). The Global Competitiveness Report 2019, Web: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf, 4 Aralık 2019'da alınmıştır.
- Sener, S. Eevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim, *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1 (2), 25-37.
- Siemens, (2016). Endüstri 4.0 Yolunda, Web: https://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa/7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf, 28 Kasım 2019'da alınmıştır.

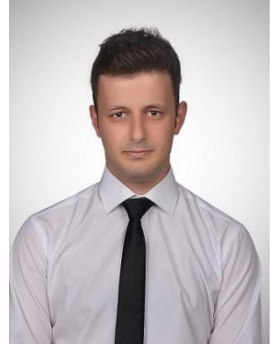
- Taş, H.Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri, OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 9 (16), 1817-1836.
- TİSK, (2019). Dünya Ekonomik Forumu (WEF) Küresel Rekabetçilik Raporu 2019, Web: https://www.tisk.org.tr/yayin/46476_dunya-ekonomik-forumu-kuresel-rekabetcilik-raporu-2019.pdf, 4 Aralık 2019'da alınmıştır.
- TMMOB, (2018). Dünyada ve Türkiye'de Ar-Ge Faaliyetleri, Ankamat Matbaacılık, Ankara.
- Toker, K. (2018). Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi, 29 (84), 51-64.
- Google, (2019). Almanya, Çin ve Türkiye'nin 1 Ocak 2011-22 Kasım 2019 Tarihleri Arasında Google Arama Motorunda Endüstri 4.0 İle İlgili Yaptıkları Aramalar, Web:<https://trends.google.com/trends/explore?date=2011-01-01%202019-11-22,2011-01-01%202019-11-22,2011-01-01%202019-11-22&geo=DE,TR,CN&q=%2Fm%2F0w33bsj,%2Fm%2F0w33bsj,%2Fm%2F0w33bsj>, 22 Kasım 2019'da alınmıştır.
- TÜİK, (2019a). Temel İstatistikler, Dış Ticaret, Yıllara Göre Dış Ticaret, Web: <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=0¶m2=0&sitecrev=0&isicrev=0&sayac=5801>, 29 Kasım 2019'da alınmıştır.
- TÜİK, (2019b). Temel İstatistikler, Dış Ticaret, Yıllara Göre Dış Ticaret, Web: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, 29 Kasım 2019'da alınmıştır.
- TÜSİAD, (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi, Web: <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, 25 Kasım 2019'da alınmıştır.
- Ustaoglu, E.T. Akyol, E.M. (2018). Endüstri 4.0 Çalışmalarının Yerli ve Yabancı Yazın Açısından Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi; Betimsel Bir Araştırma, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 16 (4), 444-453.
- Uz, M. (2014). Bulut Teknolojisi Nedir?, Web: <https://www.natro.com/blog/bulut-teknolojisi-nedir/>, 25 Kasım 2019'da alınmıştır.

- Yalçın, M. (2018). Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0, *Sosyoekonomi*, 26 (36), 225-233.
- Yazıcı, E. Düzkaya, H. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7 (13), 49-88.
- Yetimler, E. Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir? Cihazların Etkileşim Trendleri, Web: www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazların-etkileşim-trendleri, 23 Kasım 2019'da alınmıştır.
- Yumurtacı, S. Mert, T. (2003). Robotik Kaynak Sistemleri ve Gelişme İstikametleri, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 44 (526), 15-19.
- Zontul, M. (2009). Ulusal İşletim Sistemimiz Pardus'un Eğitim Sistemimizde Yaygınlaştırılması Üzerine Bir Öneri, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, Sayı: 14, 61-66.
- Walport, M. Laphorne, R. (2014). Future of Manufacturing: A New Era of Opportunity and Challenge for the UK. Gov. Uk. <https://www.gov.uk/government/publications/future-of-manufacturing/future-of-manufacturing-a-new-era-of-opportunity-and-challenge-for-the-uk-summary-report>.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet İSPİR
Doğum Yeri ve Tarihi : Kocasinan – 07/03/1993
Medeni Hali : Evli
İletişim Bilgileri : aahmetispirr@hotmail.com
: 0542 524 55 57 (GSM)



EĞİTİM

2007-2011 Kocasinan Ahmet Eren Anadolu Lisesi
2011-2016 Uludağ Üniversitesi Siyaset Bilimi ve Kamu
Yönetimi Bölümü

İŞ DENEYİMİ

2012-2015 Papatya Ev Yemekleri - Garson
2017 Doğuşpen Pencere Sistemleri - Montajcı
2018-2020 Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi - Memur
2020-Devam Etmekte Sosyal Güvenlik Kurumu – Sosyal Güvenlik Denetmen
Yardımcısı

