

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÜLKELERİN ENDÜSTRİ 4.0 DÜZEYLERİNİN COPRAS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ:

G-20 ÜLKELERİ VE TÜRKİYE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Can ŞAHİN

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL

Bartın - 2019

T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

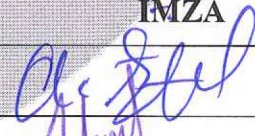
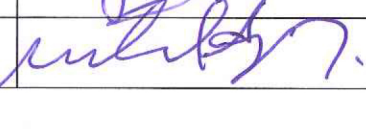
ÜLKELERİN ENDÜSTRİ 4.0 DÜZEYLERİNİN COPRAS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ:
G-20 ÜLKELERİ VE TÜRKİYE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Can ŞAHİN

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL

“Bu tez 08/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	İMZA
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL	
Dr. Öğr. Üyesi Hande KÜÇÜKÖNDER	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet APAN	

KABUL VE ONAY

Can ŞAHİN tarafından hazırlanan “Ülkelerin Endüstri 4.0 Düzeylerinin COPRAS Yöntemi ile Analizi: G-20 Ülkeleri ve Türkiye” başlıklı bu çalışma, 08/05/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

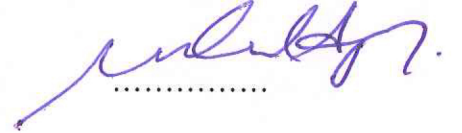
Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL (Danışman)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hande KÜÇÜKÖNDER



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet APAN



Bu tezin kabulü Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2019 tarih vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Metin SABAN

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Ülkelerin Endüstri 4.0 düzeylerinin COPRAS yöntemi ile analizi: G-20 ülkeleri ve Türkiye” adlı Yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

08.05.2019

Can ŞAHİN



ÖN SÖZ

Tezin hazırlanma aşamasında, tecrübeleri ve bilgi birikimiyle bana ışık tutan tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL ile desteklerinden dolayı Sahil Güvenlik Batı Karadeniz Grup Komutanlığı'ndaki amirlerim ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu çalışmayı, bana hayatın özen ve inceliklerini öğreten ve her zaman yanımda olan aileme ithaf ediyorum.

Can ŞAHİN
Bartın, 2019

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÜLKELERİN ENDÜSTRİ 4.0 DÜZEYLERİNİN COPRAS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ: G-20 ÜLKELERİ VE TÜRKİYE

Can ŞAHİN

Bartın Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTEL

Bartın-2019, Sayfa: XIV+115

Üretim alanında teknolojik ilerlemelerin oluşması ile geçmişten günümüze ekonomik ve sosyal hayatı etkileyen birçok endüstriyel devrim yaşanmıştır. Endüstri 4.0 bu süreçte, çağdaş yaşamımızda ve gelecekte karşımıza çıkacağını kanıksadığımız bir süreci ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Almanya tarafından ilk kez 2011 yılında kullanılan bu kavram birçok bileşene sahip bir yapı olmakla birlikte, Almanya dışında farklı tanımlamalar ve kavramlarla da ifade edilmekte ve ülkelerin ekonomi politikalarının temel stratejileri haline getirilmektedir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 endüstriyel devriminin geçmişte yaşanan sanayi devrimleri ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmekte ve bileşenleri açıklanmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0 ile gelecekte olması muhtemel sosyal ve ekonomik olayların, toplumu olumlu veya olumsuz etkileme durumları da belirtilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ülkelerin Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm için sahip olması gereken kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlerin çok kriterli karar verme teknikleri aracılığıyla, ülkemizin de içerisinde bulunduğu G-20 grubu ülkeleri arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm seviyelerinin ölçülmesi ve sıralamalarının belirlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme; Endüstri 4.0; Dijitalleşme; COPRAS; G-20; Türkiye.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0 LEVEL OF COUNTRIES BY COPRAS METHOD: G-20 COUNTRIES AND TURKEY

Can ŞAHİN

Bartın University

Institute of Social Sciences

Department of Business Administration

Thesis Advisor: Assistant Professor Ahmet ÖZTEL

Bartın-2019, Page: XIV+115

With the development of technological advances in the field of production, there have been many industrial revolutions that affected economic and social life from the past to the present. Industry 4.0 is a concept used in this process to express a process that we believe will emerge in our modern life and in the future. Although this concept, which we first encountered in Germany in 2011, has many components, it is also expressed in terms of different definitions and concepts outside Germany and it is the main strategy of the countries' economic policies. This study describes the components of the industrial 4.0 industrial revolution, together with the industrial revolutions of the past. In addition, with the industry 4.0, the future of social and economic events that may affect the society positively and negatively are also stated. This study aims to determine the criteria must-have for digital conversion of the country and through the techniques of multiple-criteria decision analysis of these criteria, accompanied by statistical data, Turkey's is evaluated among the G-20 is a comparative study between the countries of the 4.0 and digital conversion levels of the measurement and determination of the ranking.

Anahtar Kelimeler: Multi-Criteria Decision Making; Industry 4.0; Digitalisation; COPRAS; G-20 Country; Turkey.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR	xiv
GİRİŞ	1
1. ENDÜSTRİ TARİHİ VE GELİŞİMİ	3
1.1. I. Endüstri Devrimi ve Sonuçları	3
1.2. II. Endüstri Devrimi	5
1.3. III. Endüstri Devrimi	6
1.4. IV. Endüstri Devrimi	7
1.5. Endüstri 4.0' ın Unsurları	9
1.6. Endüstri 4.0 Ortaya Çıkma Sebepleri	10
1.7. Endüstri 4.0 Kazanımları	11
1.8. Endüstri 4.0 Kullanılan Teknolojiler	13
2. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ	15
2.1. Akıllı Robotlar	15
2.1.1. Otonom Robotların Özellikleri	16
2.1.2. Kobotlar ve Özellikleri	17
2.1.3. Kobotların Avantajları:	17
2.2. Büyük Veri ve Analiz	18
2.2.1. Büyük Verinin Özellikleri	18
2.2.2. Büyük Verinin Kaynakları	19
2.2.3. Veri Madenciliği	19
2.3. Artırılmış Gerçeklik	20
2.3.1. Donanım ve Yazılım	20
2.4. Eklemeli Üretim ve 3D Yazıcılar	22
2.5. Bulut Bilişim	23
2.5.1 Bulut Bilişimin Bileşenleri	24

2.5.2. Bulut Bilişimin Getirdiği Avantajlar	25
2.6. Siber Güvenlik.....	26
2.7. Simülasyon.....	27
2.8. Yatay Dikey Yazılım Entegrasyonu	28
2.9. Nesnelerin İnterneti.....	29
2.9.1. Nesnelerin İnternetinin Geleceği ve Uygulama Alanları.....	31
2.10. Endüstri 4.0 ve İstihdam	33
2.10.1. Endüstri 4.0 Sürecinde Geleceğin Meslekleri	35
2.11. Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları	37
2.12. Endüstri 4.0' ın Dezavantajları.....	39
2.13. Endüstri 4.0 ve Sosyal Güvenlik	41
3. ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE ÜLKELERİN YAPMIŞ OLDUKLARI UYGULAMALAR	43
3.1. Avrupa Birliği.....	43
3.1.1. Lizbon Stratejisi	43
3.1.2. Avrupa Birliği 2020 Stratejisi	43
3.1.2.1. Avrupa Birliği 2020 Stratejisi Bileşenleri	44
3.2. Japonya: Toplum 5.0.....	48
3.3. Amerika Birleşik Devletleri: Endüstri 4.0	48
3.3.1. ABD Ulusal Üretim İnovasyon Ağı Programı (NNMI)	50
3.4. Çin	51
3.5. Almanya: Endüstri 4.0	52
3.5.1. Almanya 2025 Dijital Stratejisi.....	52
3.6. Türkiye: Dijital Dönüşüm Projesi.....	55
3.6.1. Dijital Dönüşüm Gelişimi:.....	56
3.6.2. Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Yol Haritası.....	58
3.6.3. Dijital Dönüşüm Yol Haritası Bileşenleri	58
3.7. G-20 Ülkeler Topluluğu	64
3.8. G-20 Ülkeler Topluluğunun Amaçları.....	65
3.9. G-20 Ülkeler Topluluğu' nun İdari ve Ekonomik Yapısı.....	66
4. KRİTERLER	67
4.1. Bilgi İletişim Teknolojileri Gelişme Endeksi	67
4.2. Birleşmiş Milletler E-Devlet Kalkınma Endeksi	68
4.3. Küresel Rekabet Endeksi 4.0	69
4.4. Şebekeleşmiş Hazır Bulunuşluk Endeksi.....	69
4.5. Küresel İnovasyon Endeksi.....	70
4.6. Küreselleşme Endeksi	70
4.7. Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi	71

4.8. Çalışma Çağındaki 15-64 Yaş Aralığının Toplam Nüfus İçerisindeki Payı.....	71
4.9. Toplam Nüfus İçerisinde İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı	72
4.10. Yüksek Teknolojinin Toplam İhracat İçerisindeki Payı	72
4.11. Küresel Girişimcilik Monitörü.....	72
4.12. Çalışan Nüfus İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı.....	73
4.13. Toplam Üretim İçerisindeki Orta-İleri Teknoloji Üretim Oranı.....	73
5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (ÇKKV) TEKNİKLERİ.....	75
5.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	75
5.2. Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Temel Faydaları.....	75
5.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Genel Özellikleri.....	76
5.4. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Ağırlıklandırma Yöntemleri.....	77
5.4.1. Entropi Yöntemi.....	78
5.5. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Ağırlıklandırma Yöntemleri.....	79
5.5.1. TOPSIS Yöntemi	79
5.5.2. ELECTRE Yöntemi	83
5.5.3. MOORA Yöntemi	85
5.5.4. COPRAS Yöntemi.....	86
6. ARAŞTIRMA PROBLEMİNİN UYGULANMASI.....	92
6.1. Araştırmaya İlişkin Literatür Taraması	92
6.2. Araştırmanın Yöntemi ve Kısıtları	94
6.3. Araştırmanın Uygulanması.....	94
6.3.1. Ülkelerin COPRAS Yöntemiyle Endüstri 4.0 Düzeylerinin Analizleri.....	94
SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR.....	104
ÖZGEÇMİŞ.....	115

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1 Endüstri Tarihinin Gelişimi.....	9
2 Endüstri 4.0 Unsurları	9
3 Endüstri 4.0 Bileşenleri.....	15
4 Artırılmış Gerçek Teknolojisi Örnek Diyagram	21
5 Dünya Ölçeğinde Eklemeli Üretim Patentleri	23
6 Bulut Bilişim Unsurları.....	24
7 Bulut Bilişim Bileşenleri.....	25
8 Nesnelerin İnterneti İletişim Kanalları.....	32

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1 Ülkelerin Sanayi Malı Satış Gelirleri.....	11
2 Gelecekte Endüstri 4.0 ile İlgili Öngörüler.....	13
3 Endüstri 4.0 Teknoloji Alanları.....	14
4 Endüstriyel Robotların Dünya Geneline Yıllık Üretim Tahmini	17
5 Endüstri 4.0 Günlük Kullanım Alanları.....	21
6 Siber Güvenliği Tehdit Eden Unsurlar.....	27
7 21. Yüzyılda Gerekli Olan Beceriler.....	34
8 Yıllar İtibariyle G-20 Dönem Başkanlıkları.....	65
9 TOPSİS Yöntemi Karar Matrisi Örneği	81
10 TOPSİS Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi Örneği.....	81
11 TOPSİS Yöntemi Ağırlıklandırılmış Kriterler Örneği	81
12 TOPSİS Yöntemi Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi Örneği	82
13 TOPSİS Yöntemi İdeal ve Negatif İdeal Değerlerin Belirlenmesi Örneği.....	82
14 TOPSİS Yöntemi İdeal Alternatife Göre Uzaklık Dereceleri Örneği.....	82
15 COPRAS Yöntemi Karar Matrisi Örneği	89
16 COPRAS Yöntemi Karar Matrisinin Normalize Edilmesi Örneği.....	89
17 COPRAS Yöntemi Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi Örneği.....	90
18 COPRAS Yöntemi Faydalı ve Faydasız Kriterlerin Belirlenmesi Örneği.....	90
19 COPRAS Yöntemi En Yüksek Göreceli Öncelik Değeri ve Sıralamanın Bulunması Örneği	91
20 COPRAS Yöntemine Göre Belirlenmiş Ülkelerin Karar Matrisi.....	95
21 COPRAS Yöntemine Göre Ülkelerin Normalize Edilmiş Karar Matrisi.....	96
22 COPRAS Yöntemine Göre Kriterlerin Ağırlık Oranları.....	97
23 COPRAS Yöntemine Göre Ülkelerin Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi.....	98
24 COPRAS Yöntemine Göre Faydalı ve Faydasız Kriterlerin Belirlenmesi	99

25 Ülkelerin Endüstri 4.0 Seviyelerinin Göreceli Önem Değerleri ve Sıralamaları.....	100
--	-----



SİMGELER DİZİNİ

- A^* : TOPSIS yönteminde ideal çözüm kümesi.
- A^- : TOPSIS yönteminde negatif ideal çözüm kümesi
- A_i : i numaralı alternatif.
- D : Karar Matrisi
- d_j : j kriterinin farklılaşma derecesi.
- C_{kl} : ELECTRE yönteminde uyum kümeleri.
- C : ELECTRE yönteminde uyum matrisi eşik değeri.
- D_{kl} : ELECTRE yönteminde uyumsuzluk kümeleri.
- D : ELECTRE yönteminde uyumsuzluk matrisi eşik değeri.
- e_j : j kriterinin entropi değeri.
- e_{kl} : ELECTRE yönteminde birleşik üstünlük matrisi.
- r_{ij} : i alternatifi, j kriterine ait karar matrisi elemanının normalizasyon değeri.
- S_{i^*} : TOPSIS yönteminde ideal çözüme uzaklıklar.
- S_{i^-} : TOPSIS yönteminde negatif ideal çözüme uzaklıklar.
- W_j : j kriterinin ağırlık değeri.
- X_{ij} : i alternatifi, j kriterine ait karar matrisi elemanının değeri.
- V_{ij} : Normalleştirilmiş karar matrisi.
- y_i : MOORA yönteminde alternatifin optimize edilmiş değeri.
- C_i^* : TOPSIS yönteminde ideal çözüm için nispi yakınlık değeri.
- X_{ij} : Karar matrisi

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
COPRAS	: Complex Proportional Assessment
Ç.K.K.V	: Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	: Elimination And Choice Expressing Reality
G-20	: Group of 20
GEM	: Global Entrepreneurship Monitor
GPS	: Global Positioning System
IoT	: Internet of Things
İKV	: İktisadi Kalkınma Vakfı
KOBİ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
MOORA	: Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis
MÜSİAD	: Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
NNMI	: Ulusal Üretim İnovasyon Ağı Program
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
RFID	: Radyo Frekansı Tanımlama
TİM	: Türkiye İhracatçılar Merkezi
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOPSIS	: The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
TTGV	: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
YASED	: Uluslararası Yatırımcılar Derneği

GİRİŞ

Çalışmanın konusunu, G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0 seviyelerini belirlemek ve kendi aralarında karşılaştırma yapmak suretiyle bir sıralama oluşturmaktadır. Ülkelerin Endüstri 4.0 seviyeleri belirlenirken konu ile alakalı kriterler, Endüstri 4.0 unsurların yapısına uygun olarak incelenmiş ve performans ölçümü olarak belirlenerek değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, endüstri tarihinde yaşanan değişimler anlatılmış, dönemler arası değişimler belirtilmiş ve Endüstri 4.0 oluşumunun nedenleri açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Endüstri 4.0' ı oluşturan unsurlar detaylı bir şekilde açıklanarak, konunun anlaşılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, çeşitli ülkelerin Endüstri 4.0 kapsamında yapmış oldukları ekonomik, sosyal ve kültürel politikalar ve uygulamalar anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, ülkelerin değerlendirmeye tabi tutulacak kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler açıklanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, performans sıralaması tespitinde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden belli başlıları açıklanmış ve bazı yöntemlerin kolaylıkla anlaşılabilmesi adına bazı yöntemlerin temel düzeyde örneklendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, araştırma probleminin yöntem ve kısıtları anlatılmış ve açıklanmıştır.

Çalışmanın sonunda, belirlenmiş kriterler ile çok kriterli karar verme problemi oluşturulmuş, G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0 sıralaması belirlenmiş ve yorumlanmıştır.

Dünyada değişen sosyo-ekonomik şartlar, gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeleri yeni üretim yapılarına yönlendirmiştir. Endüstri 4.0, bu anlamda hayatımıza yeni giren bir kavramdır. Bu çalışmanın önemini, ülkeler bazında Endüstri 4.0 seviyelerinin belirlenmesini sağlayacak kriterlerin ortaya çıkarılması hakkında yapılan analizler ve bu analizler çerçevesince geliştirilecek öneriler oluşturmaktadır. Zira bahsedilen kapsamda literatürde yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Çalışmadaki kriterler belirlenirken, Endüstri 4.0' ı oluşturan unsurlar incelenerek ve araştırılarak değerlendirmeye alınmıştır. Kriterlere ait veriler belirlenirken değerlerin güncel olmasına önem verilmiştir. Ayrıca G-20 grubunun içerisinde yer alan Avrupa Birliği topluluğu ülke olarak yer almadığından ve diğer ülkelerin kıyaslanmasında sağlıklı sonuçlar veremeyeceği düşünüldüğünden çalışmada yer almamıştır.

G-20  lkelerin Endüstri 4.0 düzeylerinin tespit edilmesinde alternatifler arasından en uygun seçimi sağlayacak çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda çok kriterli karar verme tekniklerinden, çalışmanın yapısına uygun olarak, Entropi yöntemiyle ağırlıklandırılmış COPRAS metodu seçilmiştir.



1. ENDÜSTRİ TARİHİ VE GELİŞİMİ

Her bir endüstri devriminin gerçekleşmesi kendisinden önceki gelişmeler ve değişimler ile birlikte olmuştur. Teknolojiye dair kayda değer atılımlar bir birikim ile içerisinde bulunduğu dönemi etkilemiş ve yeni olaylar ile gelişmelerin ortaya çıkmasına neden olmuşlardır.

Modernliğin ve gelişimin temeli olarak görülen endüstri devrimi ilk olarak 18. yüzyıl ortalarında buharlı makinelerin icadıyla İngiltere’de ortaya çıkmış, sonrasında diğer Avrupa ülkelerine yayılmıştır.

Endüstri devriminden önce tarım ve hayvancılık ağırlıklı yapılan ekonomik faaliyetler yaşanan devrim sonrasında yerini sanayi ağırlıklı bir üretime kaydırmıştır. Bu değişim sonrası iş hayatında, sosyal hayatta sosyoekonomik ve kültürel anlamda olumlu veya olumsuz sayılabilecek bazı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Dünyada yaşanan endüstri devrimleri uzun süreli ve belli aşamaları geçtikten sonra gerçekleşmiştir. Bu açıdan bakıldığında günümüze kadar, birbirinden ayrılan yönleriyle 3 farklı süreci kapsayan endüstri devriminden söz etmek mümkündür (URL-1, 2016).

1.1. I. Endüstri Devrimi ve Sonuçları

İlk endüstri devrimi 1760 ile 1830 lu yıllar arasını kapsayan ve İngiltere’de başlayan beraberinde birçok sonucu olan bir süreci ifade etmek için kullanılır. Bu süreçte emek gücüne dayalı ekonomiden makine üretimine dayalı otomasyon ekonomisine geçilmiştir (Erçağ, 2017: 3).

Bu gelişmeyle birlikte üretim hızlanmış, ticaret güçleniş, fabrikaların sayısı artmış ve bütün bu verilerin ışığında şehirleşme kavramı belirgin olarak yaygınlaşmaya başlamıştır. Kırsal kesimdeki insanların daha önceden tarım ve hayvancılık gibi ekonomik sebeplerden dolayı dağınık yapı içerisinde olan yaşamları, yaşanan sanayi devriminden sonra şehirlerde oluşmaya başlamıştır. Şehirleşmenin artması ile birlikte işçi sınıfının sayısı ve önemi artmıştır. Değişen ekonomik sistemin içerisinde sayısı artarak önemli bir hale gelen işçilerin haklarını savunan fikirler ve yapıların olgunlaşmaya başlamasıyla sendikalaşma kavramı ortaya çıkmıştır (Çevik, 2017: 4-5).

Yaşanılan nüfus değişimleri ile birlikte feodal sistemli oluşan toplum yapısı bozulmuş ve ortaçağda yaşanan dışarıya kapalı toplum sistemi sona ermiştir (Öztuna, 2017: 21).

Şehirleşmenin ortaya çıkardığı çalışma hayatındaki farklılıklar ile birlikte aile hayatında evlenme ve boşanma gibi olgular da değişime uğramıştır. Kadınların eski döneme nazaran iş hayatında daha aktif bir rolde yer alması toplum içerisindeki kadınların endüstride üretim bölümüne katkıda bulunmasına neden olmuş, toplum içerisindeki erkek egemen yapı bu nedenden dolayı daha esnek bir yapıya kavuşmuştur. İş hayatındaki bu değişim ile birlikte toplumun eğitim seviyesi yükselmiş, kadınların insani değerleri artmıştır (Aydın ve Baran, 2010: 118-120).

Sanayi devrimi ile yaşanan olumlu gelişmeler olduğu kadar olumsuz durumlar da vardır. Bunların başında kötü çalışma koşulları ile birlikte gelen düşük maaş, emek sömürüsü yer almaktadır. Ayrıca üretim ağında makineleşmeyle birlikte gelen yeni iş modelleri ile el tezgâhlarındaki çok sayıda sanatkâr işsiz kalmış ve tarım sektörü eski ağırlığını kaybetmiş, sonradan şehre gelen kişiler ise şehirlerde kenar mahalle de denilen banliyölerde ikamet etmeye başlamışlardır. Yaşanılan bu koşulların yarattığı eşitsizlik, ekonomik ve diğer sebepler, sosyo-kültürel farklılıkların oluşmasına neden olmuştur. Bu durum da hırsızlık, gasp gibi suçların artmasına ve toplumsal sorunların ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir (Öztuna, 2017: 23).

Endüstri devriminin ortaya çıkarmış olduğu sonuçları özetlemek gerekirse:

İşçi sınıfı kavramı ortaya çıkmış, kalabalıklaşan işgücü seviyesi nedeniyle işçi hakları işçi lehine olacak şekilde düzenlenmiş, sendika kavramları ve eylemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Artan sanayi üretimi kaynakların aşırı tüketilmesine sebep olmuştur. Bu durum çevre faaliyetlerini olumsuz etkilemiştir.

Değişen üretim yapısı ile çeşitli teknolojik ilerlemeler yaşanmış, fakat yaşanan bu değişimlere uyum sağlayamayan çok sayıda insan işsiz kalmıştır. Şehirleşmenin artması konut, otel ve çeşitli sosyal tesisler gibi yapıların kurulmasına neden olmuştur. Böylece yaşanan endüstri devrimi ile birlikte mimarlık alanında çeşitli yenilikler görülmüştür.

Teknolojik gelişmenin ulaşım alanında kendini göstermesiyle birlikte demiryolu, buharlı gemi gibi araçların ulaşım ve lojistik kaynakları içinde kullanılmasını arttırmıştır. Bu gelişim ile birlikte tüketim ve üretim alanında bir bütünleşme sağlanmıştır.

Ayrıca daha fazla üretim yaparak ticaret hacmini artırmak isteyen ülkelerin ekonomik alanda gelişim göstermek istemeleri onları yeni hammadde kaynak arayışına sürüklemiştir. Yeni hammadde kaynak arayışı ise ülkelerin sömürgecilik anlayışının oluşmasına yol açmıştır (Çevik, 2017: 4-5).

1.2. II. Endüstri Devrimi

Endüstrileşmenin ikinci aşaması özellikle 1870' li yıllardan sonra çeşitli hammadde ve enerji kaynaklarının üretim sürecinde kullanılmasıyla başlamış ve gelişmiştir (Sedefçi, 2018: 7).

Bu dönemde ağırlıklı olarak kömür gazı ile ısınma ve aydınlanma, buhar gücü ile su üzerinde taşımacılık, çelik üretimi, kitle temizliği ve bakımı, plastik üretimi, elektrik, telgraf, çimento, petrol kavramları ön planda yer almıştır (Özkurt, 2016: 8).

Fakat bahsedilen enerji kaynaklarından elektrik ve petrol özellikle bu dönemin üretim ve ulaşım alanlarının itici gücü olmuştur (Arkan, 2018: 5).

İlk petrol kuyuları 1859' da ABD açılmıştır. Fakat ilgili dönemde önemi tam olarak anlaşılamadığından ve kullanım alanları oluşmadığından üretim ve sanayide kullanılması zaman almıştır.

Nitekim ilk petrol kuyusunun açılmasından yaklaşık 20 yıl sonra Gottlieb Daimler'in petrolle çalışan bir motor üretmesi ve Karl Benz'in de yakıtı ateşleyecek bir cihaz geliştirmesiyle petrol hayatımızda pratik anlamda bir karşılık bulmuştur. Böylece sanayi sektörünün gelişmesinin yapı taşlarından biri olan otomotiv sanayisinin oluşmasına neden olmuştur (Uslu vd., 2007).

Elektriğin bu dönemde üretim hatlarında kullanılması ve yaygınlaşması ise diğer enerji kaynaklarına göre daha önemli bir etki meydana getirmiştir. Çünkü elektrik gücünün özellikle otomobil montaj hatlarında kullanılması ve otomobil fabrikalarında kurulan seri üretim teknikleri ile maliyetlerin düşürülmesine ve fiyatların ucuzlamasına neden olmuş, sağlanan ekonomik verimlilik ile de karayolunun yaygınlaşmasına böylece üretim ve

tüketim zincirinin bütünleşmesi ile sonuçlanan bir yapı oluşmasına sebep olmuştur (UR-2, 2017).

2. Sanayi devrimi kendisinden önceki gelişmeleri temel alarak ve onların üstüne ilave yeni teknolojiler geliştirerek ilerlemiştir. İngiltere ile başlanan sanayi kalkınması çeşitli etkileşimler ile diğer ülkelere ulaşmış ve teknolojik ilerlemeyi yaygınlaştırmıştır. Sanayi devrimi gelişirken bir yandan da sanayide kullanılabilecek yeni ve eski döneme nazaran daha güçlü enerji kaynakları bulunmuş ve üretim artırılmıştır. Gelişen üretim yapısı ve enerji kaynakları Dünyada yeni bir üretim anlayışı olan Fordist üretim anlayışını doğurmuştur. Fordist anlayış ilk kez otomobilde seri üretim kullanımı ile oluşan bir yaklaşımdır (Genç, 2018: 238).

Fordizm ile seri şekilde artan üretimin sonucunda emeğin ve üretimin standardizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Üretimin hedef aldığı temel nokta ise üretim artışı ile maliyetleri düşürmektir. Artan üretimi karşılamak ve devam ettirmek için vasıfsız işçi talebi artmış ve yaşanan bu durum ile işçilerin arasında bilgi ve tecrübe farkı ortadan kalkmıştır (Öztuna, 2017: 39).

Seri üretim ve beraberinde gelen verimlilik artışı ile ücretler artma eğilimine girmiş, orta sınıf işçi yapısı ortaya çıkmıştır. Bu yapının ortaya çıkması ve gün geçtikçe güçlenmesi ile birlikte toplumun refah seviyesi artmıştır. Ayrıca verimliliğin yükselmesi ile yaşanan düşük maliyetler ve yeni teknolojiler de otomasyonun yolunu açmıştır (Genç, 2018: 238).

Sonuç olarak, yeni enerji kaynaklarının bulunup uygulanması üretimde gelişmelerin önünü açmış ve gerçekleştirilen yeni yöntemler ile verimlilik ve üretim miktarı artmıştır. Artan üretim miktarı ise refah seviyesinin yükselmesi ile yeni ekonomik ve teknolojik gelişmelere kendini hazırlamış ve böylece 1960' li yıllarda başladığına inanılan 3. endüstri devriminin gelişmesine temel oluşturmuştur.

1.3. III. Endüstri Devrimi

Endüstri devrimleri ilk bakışta genel olarak insanlığın gelişmesine ve ihtiyaçlarını karşılamasına yönelik olarak ilerleyen ve insanların gündelik yaşamda daha rahat yaşamasını sağlayan bir durum gibi düşünülse de bu sürecin bir takım olumsuz sonuçları da bulunmaktadır. Nitekim ilk iki sanayi devriminde artan tüketimi karşılamak, daha fazla

üretim kar elde etmek amaçlı doğal kaynaklar ve hammaddelerin tüketimi artırılmış dolayısıyla bu durum doğal kaynaklarda hızlı bir azalmaya yol açmıştır. Aşırı üretim kaynaklı yaşanan olumsuz çevre faaliyetleri görülmüş ve bu durum sürdürülebilir bir hal olmaktan çıkmıştır. Yaşanılan bu gelişmeler üzerine çevreyi olumlu etkileyebilecek teknolojik gelişmelere ve yeni enerji kaynağı arayışlarına yol açmıştır (Çevik, 2017: 6-7).

3. Endüstri devrimi, 1960' lı yıllarda bilgisayarların ilk kez ticari amaçlı kullanılması ile başlamış ve ilerleyen yıllarda web teknolojisinin gelişmesiyle internet kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Gordon, 2012: 11).

İnternetin tarihi 1962 yılında J.C.R. Licklider'in Amerika'da bulunan Massachusetts Institute of Technologyde (MIT) üniversitesinin "Galaktik Ağ" kavramını ifade etmesiyle başlamıştır. Bu sayede küresel olarak bağlanmış bir sistem ile kişilerin herhangi bir yerden istediği bilgilere ulaşabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Licklider ve arkadaşları Lawrence Roberts ve Thomas Merrill ile birlikte çalışarak 1965 yılında bilgisayarların ilk kez birbiri ile konuşmasını gerçekleştirerek internetin başlangıç noktasını oluşturmuşlardır (Erbaşlar ve Dokur, 2016: 5).

Bu dönemin başlamasına ve gelişmesine neden olan diğer alanlar ise şu şekilde sıralanmaktadır: Bilgi ve iletişim teknolojileri, Biyoteknoloji, Nanoteknoloji, Yarı iletken teknolojiler (Akben ve Avşar, 2018: 28).

Endüstri 3.0 dönemine, yaşanan bu teknoloji değişikliklerinden dolayı dijital devrim de denilmektedir. Bu değişimler ile insan gücü üretiminde önemli bir faktörden gün geçtikçe uzaklaşmış, sanayi alanında otomasyon üretimin ve robot makinelerinin devreye girmesiyle makine endeksli üretim başlamıştır. Yaşanılan değişimler ile üretim hızlanmış, bilgi ve iletişim alanında gelişmeler ile de üretim otomasyonu desteklenmiştir (Genç, 2018: 238).

1.4. IV. Endüstri Devrimi

Endüstri 4.0 Kavramı

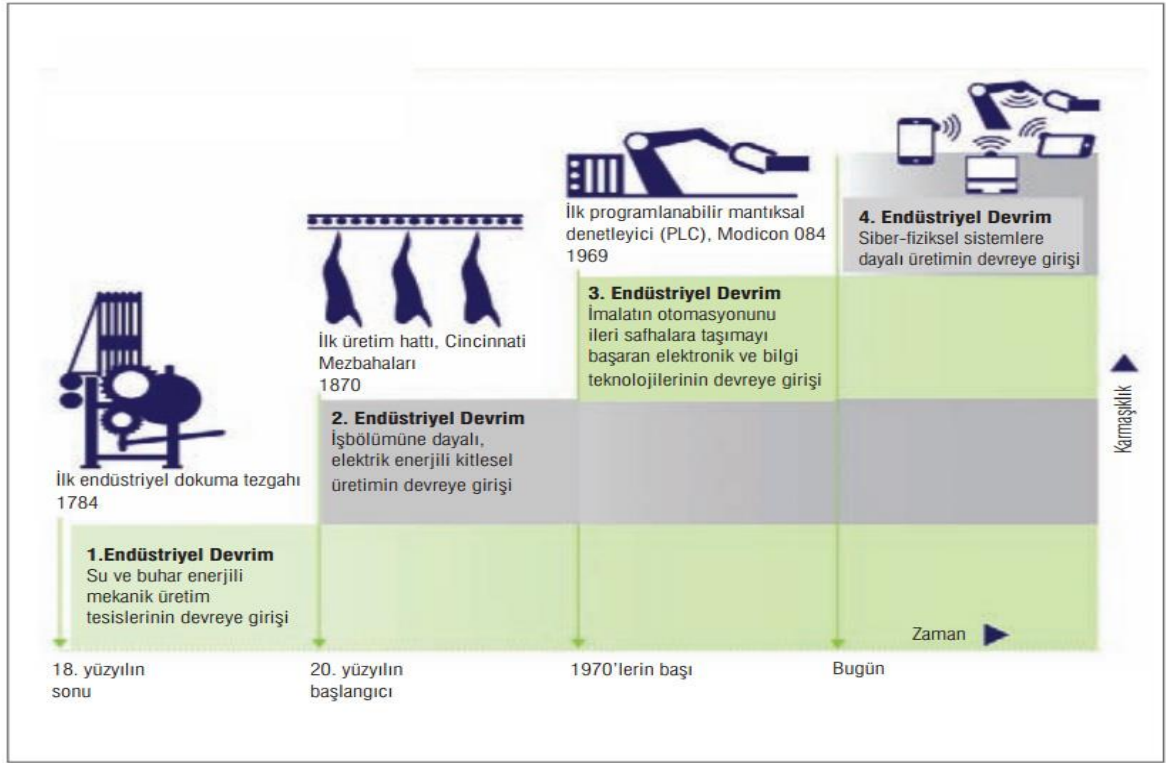
Endüstri 4.0 kavramı kısaca, bilgi iletişim teknolojileri, otomasyon, veri alışverişi ile üretim teknolojilerindeki güncel gelişmelerin birbirine entegre edilmesi ve uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Banger, 2017: 11).

Endüstri 4.0 süreci ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarında ortaya atılan bir kavramdır. Kuram anlamında ilk kez kullanılması ise, Kagerman ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yazılan “Endüstri 4.0: Nesnelerin interneti ile 4. Endüstri Devrimine Giderken” başlıklı makale ile gerçekleşmiştir (Soylu, 2018: 45).

Endüstri 4.0 Almanya’ nın da sanayi politikası olarak benimsemesiyle 2011 yılında resmi bir şekilde başlamıştır. Politikanın işlerliğini kazandırmak amaçlı Almanya kendi içerisinde konu ile alakalı çalışma grupları oluşturup gerekli incelemeler ve araştırmalar yapmakta, sunulan raporlar ile hükümet, yaşanan değişim sürecini yakından takip edebilmektedir (Öztuna, 2017: 51).

Endüstri devrimlerinin birincisi su ve buhar gücünden, ikincisi elektrik ile birlikte seri üretimin devreye girmesinden, üçüncüsü üretimi otomatikleştirmek üzere elektronik ile bilişim ve iletişim teknolojilerinin yarattığı farklılıktan kaynaklanmıştır. Dördüncü sanayi devriminin diğerlerinden farkı, yazılım içeren “akıllı makine“ kavramıdır. Ayrıca ilave olarak “Nesnelerin Endüstriyel İnterneti” yaklaşımıyla dördüncü sanayi devrimi akıllı üretim ile yerlerinden çıkan akıllı ve iletişime hazır ürünler sunmaktır. Bu teknolojiler ile sınırlı olmayan üretim anlayışında ayrıca; gen dizileme, nano teknoloji, yenilenebilir enerji kaynakları gibi birçok alanda teknolojilerin birbirleri ile bir bütünlük içerisinde fiziksel, dijital ve biyolojik alanlarda karşılıklı etkileşimleri yer almaktadır (Öztuna, 2017: 52).

Nesnelerin interneti ve endüstriyel internet yaklaşımları ile birlikte ağlarla ilgili yeni protokollerin değişimine de başlanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Endüstriyel IP (IPv6) yaklaşımı tüm sınaî altyapı ve uygulamaların internet bağlantısından etkili bir şekilde yararlanmasını hedeflemektedir. Bu sayede işletmeler daha esnek ve yenilikçi bir şekilde çalışarak, imalat esaslı ve yan süreçler arasında daha büyük ve yoğun miktarda bilgi akışını mümkün kılacaktır (Banger, 2017: 21).



Şekil 1: Endüstri Tarihinin Gelişimi, Kaynak: (Kesayak, 2016).

1.5. Endüstri 4.0' ın Unsurları

Endüstri 4.0' ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran en önemli dört unsuru Sensör, Veri, Bilgi ve İşlem olarak belirlenmektedir.



Şekil 2: Endüstri 4.0 Unsurları, Kaynak: (Sener ve Elevli, 2017: 27).

Sensör: Isı, ışık, nem, ses, basınç, kuvvet, elektrik, uzaklık, ivme ve pH gibi fiziksel ya da kimyasal sinyalleri veriye çeviren algılayıcılardır. Çok sayıda çeşidi olan algılayıcıların hassas ve ölçüm yapma kabiliyetleri yüksek olması gerekmektedir.

Veri: Çok sayıda bulunan veriyi, veri madenciliği teknikleri kullanarak işlemek, adlandırmak, sınıflandırmak ve amacınıza uygun bir şekilde toplayabilmektir.

Bilgi: Toplanan veriler çeşitli yapay zekâ algoritmasından geçerek anlamlı sonuçlar ortaya çıkartır. Veriyi hangi düzeyde bir bilgiye çevirmiş olduğu ayırt edici özellikler arasındadır. Endüstri 4.0' ın en önemli parçalarından bir tanesidir.

İşlem: Veriler toplanıp bilgiye çevrildikten sonra gerekli eylemi yapmak için fiziksel bir işlem gerçekleşmesidir. Örneğin bir robot kolu hareket ediyor, araç yön değiştiriyor. Botlar seçilmiş yükü taşıyor veya boyası bitmiş makinenin deposuna boya ilave ediliyor (Sener ve Elevli, 2017: 27).

1.6. Endüstri 4.0 Ortaya Çıkma Sebepleri

20.yy. sonlarına kadar üretim kaynaklı rekabet düzeyi sınırlı bir şekilde artmıştır. Üretimin kalite problemi, 2000'li yıllara gelindiğinde dünya ekonomisinin küreselleşmesi ile birlikte yerini maliyet problemine bırakmıştır (Banger, 2017: 24).

Ekonominin küreselleşmesi ile birlikte ilk olarak sermaye akımları serbestleşmiş ve üretim yer değiştirmiştir. Böylece sermaye kendisine daha fazla gelir elde edebileceği alanlara doğru yönelmeye başlarken, üreticiler ve girişimciler ise maliyetlerini daha ucuza gerçekleştirebileceği ülkelere doğru faaliyetlerini taşımaya başlamışlardır. 1980' li yıllardan sonra Avrupa ve ABD merkezli üretim ve sanayi kaynakları iş gücü maliyetlerinin hayli düşük olduğu başta Çin olmak üzere Güneydoğu Asya ülkelerine faaliyetlerini sürdürmeye başlamışlardır (URL-2, 2017).

Ancak ilerleyen yıllarda Çin başta olmak üzere Güneydoğu Asya bölgesinde üretim merkezli gelişen bölge ekonomisi, çalışanların daha fazla tüketme isteği ve üreticilerin artan talep karşısında daha fazla mal satmak istemeleri bölgeyi üretim ekonomisinden tüketim ekonomisine doğru sürüklemeye başlamış, yaşanan bu değişiklik ile birlikte işgücü maliyetleri artmaya başlamıştır (Banger, 2017: 24).

Asya ülkelerinde işgücü maliyetlerini artıran bir diğer neden ise; üretim kaynaklı yaşanan ekonomik büyümeden olumsuz etkilenen ve gelir dağılımında eşitsizlik yaratan bu durumu önlemek için yaşanan asgari ücret artışlarıdır (URL-3, 2012).

Yaşanılan işgücü maliyet artışları Doğu Asya ülkelerinde üretim yapan ABD ve Avrupa ülkelerinin üretim yapmasının ve üretim sisteminin geleceğinin sorgulanmasına neden olmuştur.

Endüstri 4.0 sisteminin devreye girmesindeki diğer bir etken ise, Asya ülkelerinde yaşanan sanayi ürünleri satış gelirlerindeki değişimdir. Nitekim Tablo 1’de görüldüğü üzere Çin’in sanayi malı satış gelirlerindeki değişimi, 2006-2011 yılları arasında yüzde 241 artarken, aynı dönem aralığında Avrupa bölgesi ve ABD, Çin’in çok gerisinde kalmıştır. Yaşanılan bu değişim ile devam edeceği düşünülen bu üretim endeksi, imalat sanayisi yüksek batılı ülkeler tarafından kabul edilebilir bir durumun ötesine geçmesine neden olmuştur.

Tablo 1: Ülkelerin Sanayi Malı Satış Gelirleri

ÜLKELER	2006	2011	DEĞİŞİM YÜZDESİ
EURO BÖLGESİ	550	620	13
ÇİN	170	580	241
AMERİKA	280	280	0
ALMANYA	190	220	15
RUSYA	10	15	50

Kaynak: (Ersoy, 2016: 8).

Endüstri 4.0’ın başlama nedenlerini kısaca özetlemek gerekirse; ekonomik alanda yaşanan değişimler ile birlikte teknoloji tabanlı gelen yenilikler birleşmiş ve başta Almanya olmak üzere birçok ülke, daha akılcı, katma değeri yüksek, yenilikçi, insan değerini ve üretimi artıran bu süreci uygulamaya başlamıştır.

1.7. Endüstri 4.0 Kazanımları

Endüstri 4.0 süreci ile en başta işletme ve tesis verimliliğinde iyileştirmeler sağlanması amaçlanmaktadır. Yaşanılacak dönüşüm ile yeni teknolojilerin, eski teknolojiye dönük ve etki gücü küçük üretimi azaltarak, karlılığa yansıtacak olan verimliliği iyileştirmeye katkısı olacağı öngörülmektedir.

Medya ve internet gibi iletişim araçlarının yaygınlaşması ile birlikte tüketiciler istedikleri bir ürün hakkında her türlü bilgiyi öğrenip sipariş verebileceklerdir. Aynı zamanda girişimciler ve üreticiler de küreselleşen dünyada kendi tasarladıkları herhangi bir ürünü en kısa sürede iletişim kanallarından karşı tarafa sunabileceklerdir. Sonuç olarak, pazara yenilikçi ürünleri en kısa sürede sunabilmek işletmeler açısından yeni ve etkili bir rekabet üstünlüğü haline gelmiştir. Ayrıca bu durum ürün ve hizmetler hakkında müşteri talep ve beklentilerinin farklılaşmasının yolunu da açmıştır.

Rekabet ortamının yer aldığı piyasada farklı kalite niteliklerine sahip ürünlerin mevcut olması, ortalama fiyatın belirlenmesi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Yüksek değer gücüne sahip markaların ve yenilik ile elde edilen ürünler dışındakilerin, fiyatın üretici firma tarafından piyasaya zorla dayatılması mümkün olmamaktadır. Bu sayede firmaların piyasada fiyat belirleme gücü elinden alınmakta ve fiyat pazarda oluşmaktadır. Böylece fiyatlar düşme eğilimine girmektedirler. İşletmelerin veya firmaların bu durumdan çıkmak ve kar marjını korumasının tek nedeni maliyetleri düşürmektir. Endüstri 4.0 sürecindeki teknolojilerden yararlanarak oluşturulacak iş modelleri ve iş süreçleri ile değer zinciri boyunca operasyonlarda maliyet düşürmesi sağlanabileceği öngörülmekte ve bu sayede üreticiler ve tüketiciler açısından olumlu bir süreç yaşanılması düşünülmektedir (Banger, 2017: 14).

Üretim teknolojisinin ilerlemesi ile tasarım ve imalat süreçleri basitleştirilip standart hale gelebilecektir. Üretimin, kararların alıp uygulamada operatör müdahalesine gerek kalmadan işlem yapmaya devam etmesi üretime hız kazandıracaktır. Böylece insanların, üretim sürecindeki hatalarına ve zamanlama yanlışlıklarına da engel olunabilecektir. Endüstri 4.0 ile erişilen teknoloji aracılığıyla işletmeler ve fabrikaların yüksek düzeyde otomasyon sayesinde tam zamanlı, hızlı ve kaliteli iş yapmaları mümkün olabilecektir.

İşletmelerin üretim sürecinden olumsuz etkilendiği noktalardan bir tanesi de arıza ve bakım sebebiyle üretim akışının durması veya kesintiye uğramasıdır. Üretim hattında yer alan makinede gömülü bulunan bilişim-iletişim donanımı sayesinde söz konusu cihaz işletmenin başka noktalarına iletebilmektedir. Böylece ileride oluşabilecek arıza sürecinin önüne geçilmiş olup, iş akışı devamlılığını etkileyen sebepler ortadan kaldırılarak işletmenin üretim devamlılığı sağlanacaktır (Banger, 2017: 14).

Özet olarak Endüstri 4.0 ile hatalı veya fazla üretimin önüne geçilebilmekte, verimlilik artışı ile stok israfı, fire vb. kayıplar olmamaktadır. İşgücünün olabildiğince minimize edilmesinden kaynaklı maliyet, enerji, ısı, zaman, kaynak tasarrufu sağlanmakla birlikte daha hızlı, kaliteli ve güvenli üretim gerçekleştirilebilecektir (URL-4, 2017).

Endüstri 4.0 sürecinde gelecekte çeşitli tahminler aşağıdaki Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: Gelecekte Endüstri 4.0 ile İlgili Öngörüler

YIL	ÖNGÖRÜLER
2018	Sanayide kullanılacak robot sayısı yaklaşık 3 milyon olacak. 2020 Birbirine bağlı cihaz sayısı 13 milyardan 29 milyara çıkacak. Nesnelerin interneti pazarının büyüklüğü 656 Milyar USD’den 1.7 Trilyon USD’ye çıkacak.
2025	Endüstriyel robotların yaratacağı ekonomik etki yıllık 0.6-1.2 Trilyon dolar. Gelişmiş ülkelerdeki imalat süreçlerinin %15-25 oranında otomasyona dayalı olacak.
2030	OECD ekonomilerindeki yenilik aracılığıyla, GSYİH artışı verimlilik artışına bağlı hale gelecek. Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkileri olacak. Küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin etkileşimini kullanacak.

Kaynak: (TUBİTAK, 2016: 2).

1.8. Endüstri 4.0 Kullanılan Teknolojiler

Endüstri 4.0, birbirinden farklı akıllı sistemlerin bütüncül bir şekilde bağlantı kapsamı içerisinde olan işleyişidir. Bu alanda kullanılan çok farklı teknolojiler olmakla birlikte temel olarak alınan bazıları aşağıda yer alan tabloda belirtilmiştir.

Tablo 3: Endüstri 4.0 Teknoloji Alanları

ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİ ALANLARI		
Bulut Bilgi İşlem • İPv6 • Uygulamalar • Büyük Veri • Gerçek zamanlı veriler	Gömülü Sistemler CPS • Akıllı ürünler • Sensörler ve Aktüatörler • Makineden makineye	Akıllı Fabrika • Sosyal makineler • Tak&Üret • Düşük Maliyetli Otomasyon • Sanallaştırma (Dijital gölge) • İnsan Makine Arayüzü

Kaynak: (Wieselhuber, 2015: 14).

2. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ

Endüstri 4.0, Şekil 3’ te görüldüğü üzere bir takım etkenlerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Bu bileşenler sırasıyla Büyük Veri ve Analiz, Zenginleştirilmiş Gerçeklik, Eklemeli Üretim, Bulut Teknolojisi, Siber Güvenlik, Nesnelerin İnterneti, Yazılım Entegrasyonları, Simülasyon, Akıllı Robotlardır. Çalışmada bileşenlerin açıklanması Endüstri 4.0 kavramının anlaşılabilmesi adına özel bir önem arz etmektedir.



Şekil 3: Endüstri 4.0 Bileşenleri, Kaynak: (TÜSİAD, 2016: 25).

2.1. Akıllı Robotlar

Robot; bir bilgisayar tarafından programlanabilen ve bir dizi karmaşık eylemi otomatik olarak gerçekleştirme yeteneğine sahip makinedir. Robotlar dışsal gömülü bir denetim cihazı ile yönlendirilebilirler. Yapacağı görevlere göre çeşitli şekillerde olabilmektedirler.

Robotlar içerisinde bulundurdıkları bilgi iletişim donanımı ve yazılımı sayesinde yapay zekâ uygulamaları gerçekleştirebilir ve dış çevresiyle bağlantı kurabilirler. Herhangi bir müdahale olmadan kendi karar verici mekanizmaları ile eylemde bulunabilen bu türden robotlara ise otonom robotlar denilmektedir. Robot kategorisine giren makineler uygulama yaptıkları alanlara göre endüstriyel robotlar, tıbbi robotlar, tıbbi operasyon robotları,

mikroskobik nano robotlar, programlanıp eyleme geçen sürü robotları vb. gibi farklılık gösterebilmektedir.

2.1.1. Otonom Robotların Özellikleri

- Bir otonom robot kendisi ve çevresi hakkında veri toplayabilir, veriyi işleyebilir, karara ve eyleme çevirip elde edilen verileri ağ üzerinden iletebilir.
- Diğer makine ve insan operatörlerle yerel ağlar ve internet üzerinden iletişim sağlayabilir.
- Akıllı-bağlantılı üretim hatları (taşıyıcı bantlar, konveyörler) diğer makineler ile iletişim sağlayabilir.
- Herhangi bir müdahale olmadan kendi başlarına çalışabilir ve çalışma alanı içerisinde hareket edebilirler.

Robotların tasarlanması, programlanması, inşa edilmesi, işletilmesi ve yeni uygulamalar geliştirilmesi gibi konuların çalışıldığı teknoloji alanına “robotik” adı verilmektedir (Banger, 2017: 71).

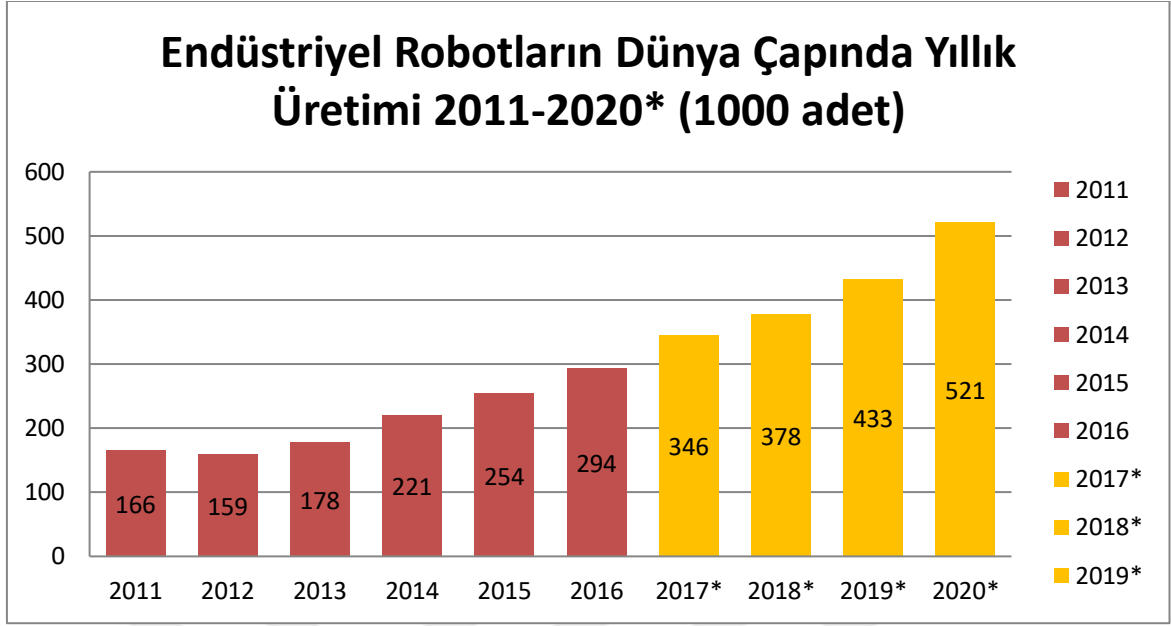
Endüstriyel otomasyon, robotik ve yapay zekâ teknolojileri, ekonomide katkısı yüksek olan ileri teknoloji alanlarıdır.

Otomotiv, elektronik endüstrileri, bütün imalat sektörleri ile akıllı trafik sistemleri, güvenlik izleme ve tarım gibi birçok alanda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Robotik teknolojilerin, bilgi iletişim teknoloji alanındaki gelişmeler sayesinde kullanımı giderek artmıştır. Fakat bu robotik sistemlerin alt sistem, bileşen ve aksamlarına ilişkin üretim ve geliştirme kapasitesinin kurulması, maliyetli ve zahmetlidir.

Küresel Pazar değeri 2017 yılında 13,1 milyar dolar olarak gerçekleşen robotların potansiyeli her geçen gün artmaktadır. Grafikte de belirtildiği üzere 2017-2020 arasında dünyanın dört bir yanındaki fabrikalarda 1,7 milyondan fazla yeni sanayi robotunun kurulacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca Dünya çapında operasyonel endüstriyel robot stokunun, 2016 sonunda yaklaşık 1.828.000 ünitelerden 2020 yılının sonunda 3.053.000 üniteye çıkacağı, 2018-2020 yılları arasında yıllık ortalama % 14' lük büyüme oranına ulaşacağı düşünülmektedir (International Federation of Robotics, 2017: 22).

Tablo 4: Endüstriyel Robotların Dünya Geneline Yıllık Üretim Tahmini



Kaynak: (International Federation of Robotics, 2017: 22)

2.1.2. Kobotlar ve Özellikleri

Kobotlar, robotik sistemlerin en yeni neslidir ve insanlarla birlikte çalışmak üzere tasarlanmıştır. Sensör ve görüntü teknolojisindeki geliştirmeler sayesinde, robotların, işyerinde insanı hızlı hareketlerden ve endüstriyel robotların önceki nesillerindeki tipik ağır yüklerden koruyabilmesi için bir kafesin arkasına sabitlenmesi gerekmemektedir.

Hesaplama gücü ve robot teknolojisindeki ilerlemeler, her biri diğer robotlara göre daha düşük fiyat ile birlikte, Küçük ve Orta Boy İşletmeler için robotları gerçekçi bir seçenek haline getirmektedir. Artık daha büyük üreticilerle rekabet edebilmeleri için bu şirketlere gelişmiş robotların avantajları sunulmaktadır.

2.1.3. Kobotların Avantajları:

Programlanması kolay: Kobotları kurup çalıştırmak için programlama uzmanlığına gerek yoktur. Çoğunlukla, neredeyse bir tablet aracılığıyla kolayca programlanabilmektedirler.

Kurulum hız çalışmaları haftalar süren geleneksel endüstriyel robotların aksine, çoğu kobotlar için kurulum süresi sadece birkaç saat sürmektedir.

Esnek: Geleneksel robotlar genellikle zemine vidalanır ve belirli bir uygulama için konuşlandırılır. Kobotlar ise esnek ve mobildir, çok fazla alan gerektirmemektedirler. Yeni ve çoklu uygulamaları desteklemek için çok kolay bir şekilde yeniden konuşlandırılabilirler.

Güvenli: Kobotlar, çalışırken engelleri algılayabilir, hızlarını ayarlayabilir veya insanlara (veya diğer engellere) çarpmalarını önlemek için tersine çevrilebilirler.

Birçok şirket, insanlara birlikte çalışan kobotlara sahip olduklarından, gelişmiş verim, düşük maliyetler ve insanlardan kaynaklanan donuk, kirli ve tehlikeli görevleri ortadan kaldırmaktadırlar (URL-5, 2018).

Kobotların görev aldığı alanlardan bazıları şu şekilde yer almaktadır: Vidalama, yapıştırma ve kaynak işlemlerini yapan montaj hatlarının yanı sıra parlatma, lazer işaretleme, süreklilik testi ve paketlenme gibi alanlarda kullanılmaktadır. Kobotların üretimde teknoloji kullanımının artması ile birlikte farklı alanlarda daha fazla karşımıza çıkacağı tahmin edilmektedir (Fırat ve Fırat, 2017: 222).

2.2. Büyük Veri ve Analiz

Büyük veri, sıradan yazılım sistemleri ile yapılamayan bilgileri yakalama, depolama ve yönetme olarak tanımlanmaktadır (McKinsey Global Institute, 2011).

21. yüzyıl başlarında internet ağları yaygınlaştı, cihazların bilgi depolama ve hızları arttı ve veri üretim hacmi çeşitlenmiştir. 2004 yılında internet ortamında toplam veri hacmi 1 petabayt' dır. (1 petabayt: 1024 gigabaytın karesi.) 2019 yılında küresel ölçekte toplam verinin 1 yotabayt (1 yotabayt: 1024 petabayt'ın küpü) olacağı tahmin edilmektedir.

Bütün bu bilgiler verinin gün geçtikçe çoğalarak arttığını ve doğal olarak elde edilen bu verilerin işlenmesinin ve sınıflandırmasının eski yöntemler ile sağlıklı sonuçlar ortaya çıkaramayacağını göstermektedir. Bu kapsamda verilerin işlenmesi sorunsalına çözüm üretebilecek bir kavram olarak büyük veri ifadesi ortaya çıkmıştır.

2.2.1. Büyük Verinin Özellikleri

Büyük veri 3V olarak volume (hacim), velocity (hız) ve variety (çeşitlilik) kelimelerinden meydana gelmektedir.

Hacim: Veri elde etme ve bilgi toplama ile elde edilen toplamadır. Yeni teknoloji sistemleri ile verileri depolamak geçmişe nazaran daha da kolaylaşmıştır.

Hız: Çeşitli sensörler gibi akıllı ölçüm teknikleri verilerin işlenme hızıdır.

Çeşitlilik: Yazılı ve görsel öğelerden, hisse senedi verileri ve finansal işlemlere kadar birçok bilgi farklılığını ifade etmek için kullanılmaktadır (Watson, 2014: 34).

Literatürde bahsedilen bu üç temel özelliğe büyük veriyi daha iyi tanımlayacak ve açıklığa kavuşturacak iki yeni özellik daha eklenmiştir.

1. Verilerin güvenilir ve doğru olması

2. Verilerin değerli veya değersiz hale gelmesidir. Bu nitelik sayesinde, elde edilen veriler toplu halde ve yararsız bir şekilde atıl olmamakta ve gereksiz bir şekilde yer kaplamamaktadır (Banger, 2017: 84).

2.2.2. Büyük Verinin Kaynakları

Bugün birçok veri toplama kaynağı yeterince kullanılmamaktadır. Oysaki büyük veri birçok kaynağa sahiptir. Örneğin, alışveriş yapan kişilerin web sitelerinde veya sosyal medya sitelerinde yapılan yorumlar ve beğeniler sayesinde müşterilerin yeni ürün sunumları hakkında nasıl bir düşünceye sahip olduğu toplanan veriler ile analiz edilebilmektedir. Radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri aracılığıyla müşterilerin internet ortamında hangi ürünlere daha eğilimli olduğu öğrenilerek alışveriş eğilimi de yakalanabilmektedir (Watson, 2014: 65).

Büyük veri, maliyet azaltma, zaman tasarrufu, yeni büyük veri araçları geliştirme konusunda teknolojik ana hedefleri gerçekleştirmek amacındadır (Banger, 2017: 86).

2.2.3. Veri Madenciliği

Veri madenciliği büyük veri analiz yöntemlerinin en önemlilerinden birisi olmakla birlikte bazı kaynaklarda veri bilimcisi olarak da anılmaktadır.

Veri Madenciliği, bütünlük içerisinde yer alan veri demetinin içerisinde keşfedilmemiş bilgiyi bulmayı amaçlayan teknik bir çalışmadır. Amacı geçmişteki verileri inceleyerek geleceğe yol gösterebilecek bir karar şekli geliştirmektir. Yani kısaca var olan

bilgiden yeni bir bilgi elde etmek olarak da tanımlanabilir (Koyuncugil ve Özgülbaş, 2009: 24).

Çeşitli metotlar kullanılarak veriden bilgi çıkarımı amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda istatistik, yapay zekâ ve bilgisayar gibi çeşitli bilim dalları ile birlikte kullanılabilir (Doğan ve Arslantekin, 2009: 26).

Geliştirilen algoritmalar sayesinde gelecekte önemi daha da artacağı düşünülen alanların başında tıp bilimi olacaktır. Nitekim Endüstri 4.0 devrimi sayesinde gelişecek Biyoteknoloji devrimi, bilişim teknolojileri devrimiyle birleştiği zaman veri işleme hızı ve kapasitesi ileri seviyelere ulaşacaktır. Tüm bu gelişmeler tıp alanında gelecekte karşılaşılabileceğimiz yeni tedavi yöntemlerine örneğin; biyometrik sensörler ve büyük algoritmalar sayesinde çeşitli hastalıkların günümüz zamanına göre çok daha önceden bilinip teşhis ve tedavi yapılabilmesi veya insan hayatı için verilecek çok kritik kararların insanların tahminlerine göre değil biyometrik verilerle donanan çeşitli bilgisayar hesaplamaları ile gerçekleştirileceği düşünülmektedir (Harari, 2018: 61).

2.3. Artırılmış Gerçeklik

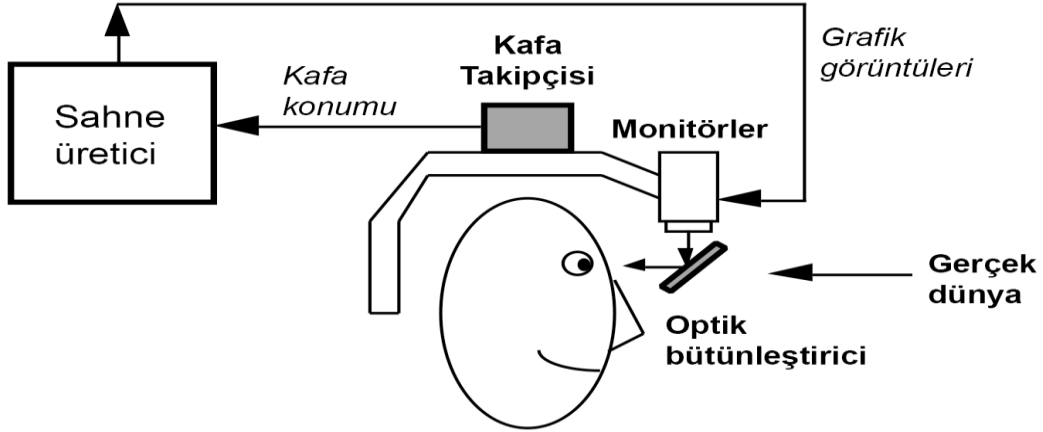
Artırılmış veya zenginleştirilmiş gerçeklik, dünyadaki ortam ve mekânın, bilgisayar ile üretilen görüntü, ses, GPS vb. gibi ek veriler ile zenginleştirilerek ortaya çıkarılan gerçeklik algısıdır. İleri teknolojilerin yer aldığı bu sistemler ile sanal olarak yaratılan gerçeklik, asıl gerçekliğin yerini almaya başlayacağı, bu sayede tanımlamalar ve öğrenmelerin daha anlaşılır ve pratik olacağı düşünülmektedir (Uğur ve Apaydın, 2014: 147).

Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik aynı kavramlar değildir. Sanal gerçeklik gerçek dünyayı üç boyutlu şekilde oluşturmayı amaçlarken, artırılmış gerçeklik ise gerçek dünyayı, bilgisayar ile gerçekleştirilen ek veriler ile zamanı bir etkileşim içerisinde anlık olarak sunmayı amaçlamaktadır (Somyürek, 2014: 67).

2.3.1. Donanım ve Yazılım

İnsan vücuduna takılan monitörler ve el cihazları gibi görüntü sistemleri ile kullanıcılar, gerçek dünyayı sanal dünya ile birlikte görmeye başlamaktadır. (Somyürek, 2014: 68).

Baş tarafına yerleştirilerek göze yakın olması sağlanan artırılmış gerçeklik gözlüklerinde, bağlı olunan sanal bilginin gerçek dünya ile eşleşmesine imkân tanıyan uyarıcı sensörler kullanılmaktadır (Banger, 2017: 161).



Şekil 4: Artırılmış Gerçek Teknolojisi Örnek Diyagram, Kaynak: (Somyürek, 2015: 68).

Artırılmış gerçeklik birçok alanda uygulanmakla birlikte, imalat ve diğer alanlarda hala keşfedilme aşamasındadır.

Tablo 5: Endüstri 4.0 Günlük Kullanım Alanları

Artırılmış Kullanıcılar	Yaklaşım	Teknoloji	Uygulamalar
	Vücuda giyilen giysiler	Google'ın sanal gerçeklik gözlükleri	Tıp alanı hizmet sunumu
Fiziksel nesneler	Nesneler içine gömülü aygıtlar	Sensörler, alıcılar, GPS, elektronik kâğıt	Eğitim Ofis olanakları pozisyonu
Çevreyi kuşatan nesneler ve kullanıcılar	İmajların projelendirilmesi ve uzaktan kaydedilmesi	Video kameralar, tarayıcılar, grafik tabletler, barkod okuyucular, video projektörler	Ofis çalışması Film yapımı İnşaat Mimari

Kaynak: (Uğur ve Apaydın, 2014: 148).

Tablo 5’de yer aldığı üzere artırılmış gerçeklik nesneleri, çeşitli araç ve gereçler ile eğitim, tıp, reklam, inşaat, mimari alanları gibi birçok alanda uygulanmakta ve kullanılmaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklikte reklam alanlarında kullanılmaya başlayan giyilebilir nesneler ile görsel, ses ve dokunma uygulamalarının birlikte uygulandığı alanlar da mevcuttur (Uğur ve Apaydın, 2014: 148).

Örneğin; günümüzde sanal retina görüntüleyiciler, biyonic kontakt lensler, hologramlar, mobil uygulamalar ve akıllı gözlüklerin araştırma ve geliştirme süreçleri tıp alanında devam etmektedir (Altunpulluk ve Kesim, 2015).

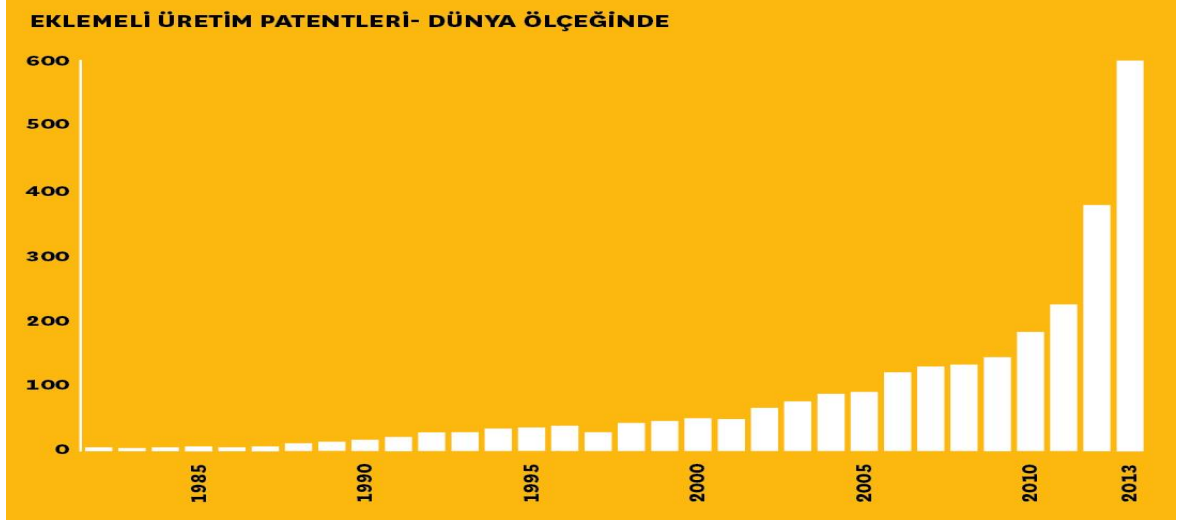
2.4. Eklemeli Üretim ve 3D Yazıcılar

Eklemeli (katmanlı) üretim, geleneksel imalat yöntemleri yerine, katmanlar şeklinde düzenlenmiş 3 boyutlu geometrik desenli çeşitli verilerin birbirine eklenmesiyle yapılan hızlı bir üretim tekniğidir (Özsoy ve Duman, 2017: 38).

Eklemeli üretim, genel olarak karmaşık parçaların üretimini hızlandırır ve kolaylaştırır. Üretimde kullanılan makine sayısını azaltır. Tasarım ve üretim sürecinin birleşmesini sağlar. Ayrıca yeni malzeme türleri ile birlikte gelişen 3B (üç boyutlu) baskı teknolojisi birçok alanda nesnelerin üretilmesinin de yolunu açar (Banger, 2017: 147).

Bu kapsamda üretimi hızlandırmak için 3 boyutlu yazıcıların kullanıldığı alanlardan bazıları şu şekildedir: Jet motorları, tıbbi cihazlar ve ev eşyalarının parçaları, havacılık ve savunma, insansız hava araçları, dişçilik gereçleri, tüketici elektroniği, temel plastik ve ışığa duyarlı reçinelerin yanı sıra seramik, çimento, cam, çeşitli metaller ve metal alaşımlar (URL-6, 2015).

Eklemeli üretim ile ilgili yeni keşifler ve buluşlar gün geçtikçe artmaktadır. Nitekim üretim patentlerinin sayıları da bu konudaki söylemleri desteklemektedir. 2005 yılında, eklemeli üretimle ilgili malzeme, yazılım ve teçhizat alanında sadece 80 patent varken, (Bu sayıya farklı ülkelerdeki aynı patentler dâhil değil.) 2013 yılında bu sayı dünya çapında yaklaşık 600 patente ulaşmıştır.



Şekil 5: Dünya Ölçeğinde Eklemeli Üretim Patentleri

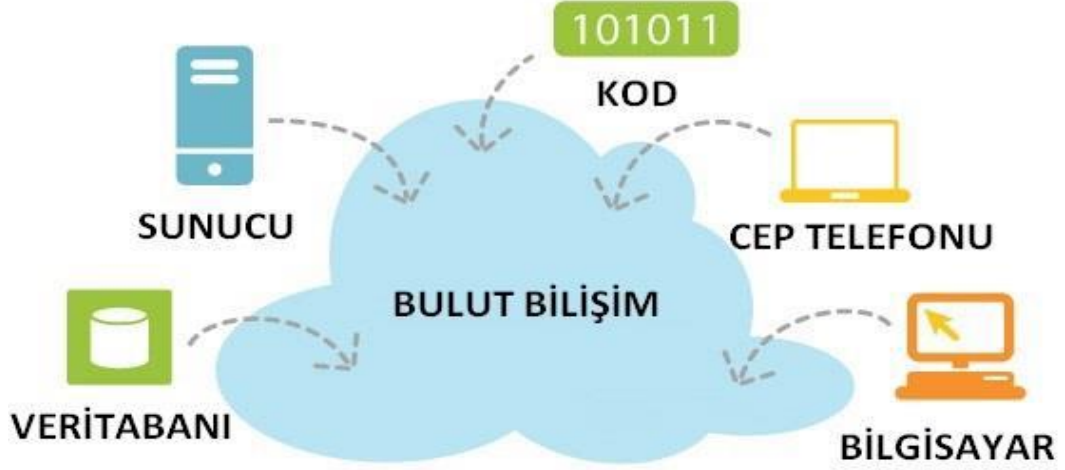
Kaynak: (URL-6, 2015. <https://hbrturkiye.com/dergi/3d-baski-devrimi>).

Son olarak, üretimde birçok alanda kullanılmakla birlikte maliyet ve esneklik gibi yararları da olan eklemeli üretim, gelecekte stratejik olarak işletmelerin pazarda ayakta kalabilmek ve söz sahibi olabilmek için uygulanması bir zorunluluk haline geldiği alan haline gelmektedir (URL-7, 2018).

2.5. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, kısaca birbirinden bağımsız durumdaki sunucuların birleştirilmesidir. Hizmet verebilmesinin koşulu ağa bağlı bir internetin olmasıdır (Batı, 2015: 4).

Bulut olarak adlandırılmasının nedeni ise karşınızda bulunan tek bir bilgisayarın arkasında internet ağı ile bağlı bulunan büyük bilgisayarlar ve çeşitli programların mevcut olduğu bir küresel bütünlüğün olmasıdır. Bu sebepten ötürü sistemi yönetmek haliyle çok kolay değildir. Bu yüzden sisteme destek veren çeşitli kurumlar vardır (Aytekin vd.2016: 48).



Şekil 6: Bulut Bilişim Unsurları, Kaynak: (Aytekin vd.2016: 48).

Bulut bilişim ile fonksiyonel bakımdan niteliksiz olan bilgisayarlar bile internet ortamındaki dev bilgisayarlardan yararlanarak hesaplama veya depolama yapabilmektedir.

İşletmeler bulut bilişim servisi sayesinde bilgisayarlarını yazılım, donanım gibi hizmet maliyetlerinden kurtarmaktadır. Sunulan hizmetlerin karşılığı olarak sadece sistemin devamlılığını sağlayabilecek çeşitli abonelik ücretleri alınmaktadır (Banger, 2017: 94).

Ayrıca internet erişiminin olduğu herhangi bir alandan ve her türlü araçtan bulut bilişim sistemine erişim sağlanabilmektedir. Böylece yapı esnek ve hızlı bir yapıya kavuşmuş olup, denetim ve raporlama mekanizması işlerlik kazanmış olmaktadır (Yıldız, 2009: 7).

Dünyada bazı sosyal medya ve yazılım şirketleri güçlü bulut bilişim uygulamaları kullanmakla birlikte çeşitli hizmetler de sunmaktadırlar. Ayrıca günümüzde mobil araçlar ve kişisel bilgisayarların bellek, işlem gücü gibi çeşitli kullanım sınırlıkları nedeniyle gelecekte bu alanlarda da bulut bilişim kullanımının olacağı tahmin edilmektedir. (Banger, 2017: 95).

2.5.1 Bulut Bilişimin Bileşenleri

Bulut bilişim sistemlerinin tabloda da belirtildiği üzere birden fazla bileşeni bulunmaktadır.



Şekil 7: Bulut Bilişim Bileşenleri, Kaynak: (Batı, 2015: 9).

Kullanıcı: Kendisine sağlanan sistemleri kullanan kişilerdir. Kullanıcılar aldıkları hizmetlerin karşılığı olarak bir ödeme yaparlar.

Servis Sağlayıcı: Kullanıcının aldığı hizmeti sağlayan tarafa denilmektedir. Servis sağlayıcısı, kullanıcın ihtiyaçlarına göre hareket ederek verilen hizmetin aksatılmadan yürütülmesini sağlamaktadır.

Servis Geliştirici: Kullanıcıya sunulan hizmetlerin daha kaliteli ve güncel olabilmesi için servis sağlayıcısı ile birlikte çalışan kişilerdir (Batı, 2015: 10).

2.5.2. Bulut Bilişimin Getirdiği Avantajlar

Bu sistemin işletmelere sağlayacağı avantajların başlıcaları: Maliyet ve Esneklik kalitesidir.

Maliyet: Bulut bilişimin getirmiş olduğu kolaylıklar sayesinde, firmalar özellikle bilgi teknoloji alanında yer alan gereksiz personel fazlalığından kurtulmuş olacaklardır. İkinci önemli nokta ise bu sistem sayesinde firmaların bilgisayar ve ağ cihazlarını muhafaza ettikleri sistem odalarına ihtiyaç duymayacaklarıdır. Bu sayede firmalar fazla enerji tüketiminden kurtulmuş olacaklardır.

Esneklik: İşletmeler ve çalışanlar bulundukları mekân ile sınırlı olmaksızın istedikleri anda ve zamanda şirketle ilgili her türlü bilgiye çeşitli araçlarla (cep telefonu, tablet vb.) ulaşabileceklerdir. Değişen dünyada bilginin önemi ve ulaşım hızı düşünüldüğünde işletmeler için bu durum büyük bir esneklik avantajı sağlayacaktır (Seyrek, 2011: 706).

Bulut bilişim sisteminin işletmelere kazandıracığı birçok kolaylık ve avantaj vardır. Ancak sistemin, elde edilmiş bilgilerin güvenliği ve gizliliğinin korunması, sistemin kullanılması ile sağlanan avantajlar kadar önemlidir. Bu noktada firmaların bilgi teknoloji

alanında çalışan personellerinin çok dikkatli ve titiz bir şekilde çalışıp başka işletmelere ait özel bilgilerin yanlış kişilere ulaşmasına neden olabilecek davranış ve uygulamalardan kaçınması gerekmektedir.

2.6. Siber Güvenlik

1900' lı yılların ortalarında bulunan internet ve yeni bilgi iletişim teknoloji araçları yaşamımızı bir yandan kolaylaştırırken diğer yandan da siber anlamda güvenliğimizi tehdit edebilecek yeni kavramaları ortaya çıkarmıştır (Ünver ve Canbay, 2010: 94).

Siber saldırı; herhangi bir kurum, kuruluş veya şahıs adına planlanmış saldırı şeklinde kısaca tanımlanabilmekte iken, siber güvenliği tehdit edecek eylem ve davranışlar ise siber suç niteliğini taşımaktadır.

Siber güvenlik kavramını öne çıkaran temel bileşen bilgidir. Bu nedenle siber ortamın güvenli addedilebilmesi için bilginin gizliliği, bütünlüğü, erişebilirliği kavramlarının birlikte olması gerekmektedir (Aslay, 2017: 25).

Günümüzde, dijitalleşme ve mobilizasyon ileri seviyelere ulaşmıştır. Geline bu noktada siber güvenlik kapsamında, firmalar üretiminin sanal ortamda güvenli bir şekilde ilerlemesi, işletmenin kendisine veya müşterilerine ait özel bilgilerinin güven içinde muhafaza edilmesi ve çalınmaması için bir takım siber güvenlik önlemleri geliştirmektedir.

Günümüzde en basitinden hizmet erişimi engelleme (DOS) adı verilen siber saldırı ile ağ destekli endüstri üretimi sekteye uğramakta ve üretim durabilmektedir. Bu durum gibi yaşanabilecek gelişmeler ve çeşitli siber tehditler ile işletmeler maddi zararlar ile karşılaşabilmektedir.

Bu siber tehditler esasen 5' gruba ayrılmaktadır.

- Hizmetin engellenmesi
- Kötücül yazılımlar
- Yemleme
- İstem dışı elektronik posta
- Şebeke trafiğinin dinlenmesidir.

2004 yılında yürürlüğe giren Avrupa Siber Suç sözleşmesine' ne göre siber suçlar 5 grupta tanımlanmıştır.

- Yetkisiz erişim
- Yetkisiz müdahale
- Veri engelleme
- Sistem engelleme
- Cihazların amacı dışında kullanılması (Öztuna, 2017: 68).

Siber güvenliği tehdit eden saldırılar tabloda gösterildiği üzere birçok farklı şekilde gerçekleşebileceği gibi kullanıcıların bilinçsizce eylemlerinden dolayı da oluşabilmektedir

Tablo 6: Siber Güvenliği Tehdit Eden Unsurlar

BİLGİSARAY KORSANLARI	TERÖRİSTLER	DIŞ İSTİHBARAT ÖRGÜTLERİ
YABANCI ÜLKELER	ORGANİZE SUÇ ÖRGÜTLERİ	İÇERİDEKİ CASUSLAR VE YETKİLİ KULLANICILAR
İÇERİDEKİ CASUSLAR VE YETKİLİ KULLANICILAR	BİLİNÇSİZ KULLANICILAR	

Kaynak: (Aslay, 2017: 8).

2.7. Simülasyon

Siber fiziksel sistemler, teknolojik araçlar (sistem, cihaz, makine) aracılığıyla ve ağ yoluyla iletişim içerisinde olan, bu sebeple kendisine verim, kalite ve rekabet üstünlüğü gibi çeşitli avantajlar elde eden yapılardır.

Siber fiziksel sistemlere örnek olarak robotlar gösterilmektedir. Çünkü robotlarda yapay zekâ temelli belirli bir problemi çözmek veya belirli bir amaca ulaşmak için yazılım çalışmalarını uygulamak amacıyla bilgi işleme, ağa bağlanma ve fiziksel iş yapma bileşenleri bulunmaktadır. Ayrıca robotlar üretimin çeşitli aşamalarında bilgisayarlar ile ağ üzerinden iletişim kurarak üretim sürecinin daha hızlı ilerlemesini sağlamaktadırlar.

Endüstri 4.0 sürecinde siber fiziksel sistemler aşağıdaki bölümlerden oluşur.

1. Bağlantı (Sensörler ve Ağlar)
2. Dönüştürme (Makinalar ve Bileşenler)
3. Siber (Uyumlu Analizler)
4. Algı (Karar Destek Sistemleri)
5. Yapılandırma (Kontrol Sistemi) (Çelen, 2017: 14).

Siber fiziksel sistemler ikiye ayrılmaktadır. İlki kendi aralarında iletişim kurabilen tezgâh, robot ve benzerleri ileri dereceli teknolojik cihazlarken, ikincisi ise bahsedilen bu cihazların sanal ortamındaki işleyişini inceleyen, yöneten ve bilgi sahibi olunan bir süreçtir (Banger, 2017: 130).

Simülasyon, gerçek ortamda var olan fiziksel sistemin bilgisayar ortamında oluşturulmuş bir benzetimi veya taklididir. Sanal ortamda oluşturulmuş simülasyonlar ile işletmeler yapmayı planladıkları işlemlerin doğruluğunu test etmiş olurlar. Böylece üretimden, eğitime kadar birçok alanda önceden tahmin edilemeyen sonuçların önüne geçilerek ve sürecin işlerliğini devam ettirerek rekabet üstünlüğü elde etmiş olurlar. (Çelen, 2017: 10).

Günümüzde üretim ile ilgili mühendislik hizmetlerinde 3 boyutlu simülasyonlar kullanılmaktadır. Endüstri kapasitesinin artması ve gelecekte teknolojinin gelişmesiyle simülasyonların daha geniş bir alanda uygulanacağı tahmin edilmektedir (Banger, 2017: 133).

2.8. Yatay Dikey Yazılım Entegrasyonu

Endüstri 4.0 sürecinde şirketlerin gelişmesi ve büyümesi yapmış oldukları üretim politikalarına bağlı olarak değişmektedir. Bu kapsamda farklı biçimde ve şekilde şirket birleşmelerini ifade eden yatay ve dikey entegrasyon kavramları ortaya çıkmaktadır.

Yatay Entegrasyon: Müşteri yapıları benzer iki farklı yapının pazar payını artırmak amacı ile faaliyetlerini birleştirmesine denir. Yatay entegrasyonun tercih edilme sebepleri

arasında; maliyet avantajı sağlamak, rekabet üstünlüğünü elde etmek ve Ar-Ge çalışmalarına maddi ve teknik bir kaynak bulmak vardır (Arkan, 2018: 20).

Yatay entegrasyon ile firmalar ve tedarikçiler arasında bir işbirliği yakınlığı doğacaktır. Tedarikçiler üreticilerden almış olduğu siparişleri daha hızlı ve zamanında yerine getirmiş olacak, bu sayede tedarik maliyetleri düşecektir (TÜSİAD, 2016).

Dikey Entegrasyon: Bir üretim işletmesinin içinde bulunan (örneğin sensör, imalat, makine, üretim yönetimi gibi) bütün sistemlerin birbiri ile uçtan uça bağlanmasına denir (URL-8, 2017).

Dikey entegrasyon ile birbirinden farklı ürünlerin aynı anda ilerlemesi sağlanacak, üretim verimliliği artacak, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) ve diğer imalat sistemleri (MES/MOS) ile birlikte uyum içerisinde çalışacak, firmalarda raporlama ve süreç takibi gelişecek, bu sayede hızlı karar alımları gerçekleşecektir (TÜSİAD, 2016).

Endüstri 4.0 sürecinde çeşitli entegrasyonlar ile üretimde karlılık ve verimlilik sağlanabilmekte, üretim sürecinde karşılaşılan çeşitli problemlere hızlı bir şekilde cevap verilebilmekte, lojistik faaliyetleri süreklilik arz ederek üretici tedarik zinciri bütünleşmekte, tüketici ve müşterilerin ürün beklentileri değerlendirilmekte ve böylece kişisel üretim ve tasarım gelişmekte, teknolojik altyapı ve internet sistemleri ile uyum içerisinde çalışıp zaman ve enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (TMMOB, 2017).

Bu süreçte özellikle endüstri alanında bahsedilen entegrelerin başarıya ulaşabilmesi internet bağlantı seviyelerinin güçlü bir altyapıyla teknoloji doğrultusunda geliştirilmesine bağlıdır (TÜSİAD, 2017).

2.9. Nesnelerin İnterneti

İnternet geliştikçe uygulanabilirlik seviyesi değişmiş ve kullanım amaçlı fonksiyonları farklılaşmaya başlamıştır. Bu kapsamda internetin gelişim evresini evreler halinde incelemek gerekirse, (Gündüz ve Daş, 2018: 327).

1. Evre: Bilgiye erişim sağlanmış ve dijital ortama aktarılmaya başlanmıştır. (1990-1995),

2. Evre: Dijital ortama aktarılan bilginin kullanılmasıyla e-ticaret faaliyetleri başlamıştır. (1990 yıllarının sonları),

3. Evre: Sosyal medya, mobil medyaların kullanımı, bulut bilişim, videoların sanal ortama aktarılması gibi etkileşimlerin dijitalleştirilmesi oluşma evresine girmiştir.(2000 yıllarının başları)

4. Evre: Nesneler dijital ortamda internete bağlı hale gelmiştir. (Günümüz).

Nesnelerin interneti kavramı ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ortaya atılmış, ilk uygulaması ise 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'nde bir grup akademisyen tarafından gerçekleştirilmiştir (Görkem ve Bozuklu, 2016: 48).

Nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin internet ile birbirine bağlanmalarına imkân veren bir sistemdir. Endüstri alanında nesnelerin birbirine bağlı olması ile makineler ve dolayısıyla üretilen ürünler daha kolay kontrol edilebilir bir mekanizmaya kavuşacaktır.

Birbirlerine internet ağı ile bağlanabilen akıllı makineler, üretim sürecinde elde edilen veriler doğrultusunda ve çeşitli planlamalar yapılarak sürecin ihtiyaç duyabileceği bir takım aksaklıkların önüne geçilmesine, böylece üretimin devamlılığının sağlanabilmesine neden olacaklardır (Çevik, 2018: 17).

Örneğin kendini organize edebilen akıllı işletme varlıkları sayesinde kişisel ürün üretimi gerçekleştirilebilecek, tek bir ürüne kadar düşebilen parti büyüklükleri mümkün olabilecektir (Banger, 2017: 274).

Nesnelerin interneti' nin olumlu yanları aşağıdaki gibidir (Öztuna, 2017: 70).

- Kaynak kullanımındaki artan verimlilik,
- Üretkenlik artışı,
- Hizmet sunumunda maliyet azalması,
- İşgücü piyasalarında ve becerilerde değişimler,
- Yeni işlerin yaratılması,
- “Dijital olarak bağlanabilir“ ürünlerin tasarımı,
- Ürünlerin üzerine dijital hizmetler eklenmesi,
- Nesnelerin çevrelerini daha fazla algılaması ve özerk olarak tepki ve eylem gösterme olanakları kazandırması,

- Bağlantılı “akıllı” nesnelere dayalı ek bilgi ve yeni değer yaratılması.

Nesnelerin interneti teknolojisinin başarılı olabilmesi için gerekli şartlardan bazıları ise şunlardır (Öztuna, 2017: 72).

Akıllı cihazların veri akışlarını sürekli analiz edebilecek özel tasarlanmış yazılımların oluşturulması gerekmektedir.

- Yazılım mimarlarının ve programcılarının işletme için önemli sayılabilecek verileri oluşturup, işleyebilmeleri gerekmektedir.

- Dijital sensörlere ve bulut bilgi işlem yoluyla ölçeklenebilir bir altyapı ile birçok verinin uygun maliyet yoluyla depolanması ve analizi gerçekleştirilebilmelidir.

Bütün bunları başaracak olan IoT ekosistemi 3 ana teknoloji sayesinde hayata geçmektedir:

- Bağlı ve Akıllı Sensör Sistemleri
- Anlık ve Büyük Veri Analiz Teknolojileri
- Bulut Tabanlı Ölçeklenebilir Altyapı Mimarisi (URL-9, 2017).

2.9.1. Nesnelerin İnternetinin Geleceği ve Uygulama Alanları

Nesnelerin interneti üzerine yapılan çeşitli araştırmalara göre 2020 yılına doğru internete bağlı cihaz sayısı 50 milyar civarında olacağı tahmin edilmekte, nesnelerin interneti tedarikçilerinin geliri 300 milyar doları bulacağı ve her saat bir milyon cihazın ağa bağlanacağı tahmin edilmektedir (Banger, 2017: 285).

- İnşaat uygulamaları,
- Kamu sektörü uygulamaları,
- Sağlık uygulamaları,
- Servis Sağlayıcı uygulamaları,
- Tarımsal üretim uygulamaları,
- Taşımacılık uygulamaları,
- Ticaret uygulamaları.

Nesnelerin internetinin günümüzde kullanım alanlarının sınırlı sayıda ve sadece bazı alanlarda uygulama alanı bulmasına rağmen gelecekte planlanan veya henüz günümüzde tahmin edilemeyen yapay zekânın gelişmesiyle kullanım alanının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Altınpulluk, 2018: 105).

Nesnelerin internetinin hızlı gelişimini tetikleyecek bir diğer unsur da sadece akıllı cihazlar ile değil radyo frekansları tanımlama (RFID) teknolojisiyle bütün cihazların internete bağlanabilir ve teknolojiye aktarılabilir olmasıdır (Görkem ve Bozuklu, 2016: 57-62).

2.10. Endüstri 4.0 ve İstihdam

Sanayi devrimleri ile gelişen teknoloji farklılıkları kendilerine yeni uzmanlık ve iş alanları ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 ile işçiler artık siber fiziksel sistemler ile iletişim içerisinde uyumlu bir şekilde çalışabilecek kişiler olacaklardır. Ayrıca istihdam edilen yeni işçiler yazılım teknolojilerinden anlayabilecek ve üretim bandı için kullanılan teknolojik sistemleri denetleyebilecek ve gerektiğinde durum raporu sunabileceklerdir.

Bu dönemde kas gücü robotların çalışma kapsamı içerisine alınacağından bazı sektörlerde çalışan kişiler işsiz kalabilecekken, yeni iş modelleri ve çalışma anlayışı değişiklikleri ile robotları, makineleri programlayabilecek, yönetebilecek ve denetleyebilecek niteliklere sahip yeni mühendislik meslekleri ortaya çıkacak ve bu niteliklere sahip iş gücüne ihtiyaç her geçen gün artacaktır.

Endüstri 4.0 sürecinde gelişen teknolojilere uyum sağlayabilecek ve var olan sistemi daha ileri götürebilmek için güçlü eğitimsel bir altyapı özellikle küçük yaştakilerden başlayarak her yaşta kişilere verilmesi gerekmektedir.

Dünya Ekonomik Forumu, dördüncü sanayi devriminde daha güçlü bir eğitim sistemi oluşturmak adına bazı öneriler sunmaktadır. Bu öneriler şu şekildedir:

- Erken yaştaki çocuklar için eğitim erişiminin genişletilmesi,
- Müfredatların geleceğe hazır olmasını sağlamak,
- Profesyonel bir öğretim işgücünün geliştirilmesine yatırım yapılması,
- Kariyer rehberliği,
- Bilgi iletişim teknolojiliği okuryazarlığı becerilerine yatırım yapılması,
- Sağlam bir teknik ve mesleki eğitim vermek
- Yeniliğe açık bir eğitim sistemi ile hayat boyu öğrenme kültürü geliştirmek (Öztuna, 2017: 98).

Endüstri 4.0 ile giderek dijitalleşen dünyamızda eski stil ve davranışlar ile üretime katılmanın artık olanaksız hale geleceği tahmin edilmekte, yaşanan değişim sürecinin içerisinde yer almanın ve o süreçle birlikte becerilerimizi ve yeteneklerimizi geliştirmenin ve hatta gerekirse günümüz çerçevesince şartlarımızı değiştirmemizin gerekli olacağı düşünülmektedir. Ancak bu sayede etrafımızda yaşanan değişimin seyircisi değil bizzat baş aktörü olabileceğimiz öngörülmektedir.

Bu kapsamda Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 2016 yılında yayımladığı 'İnsani Gelişim Raporu' nda, kişilerin 21. yüzyılda daha katılımcı olabilmesi için gerekli becerileri aşağıdaki tabloda belirtilmektedir.

Tablo 7: 21. Yüzyılda Gerekli Olan Beceriler

Düşünme Biçimleri	Çalışma Araçları	Çalışma Biçimleri	Dünyada Yaşama Becerileri
Yaratıcılık	Bilgi ve İletişim Teknolojileri	İletişim	Vatandaşlık
Eleştirel Düşünme	Bilgi Okuryazarlığı	İşbirliği	Yaşam ve Kariyer
Problem Çözme			Kişisel ve Sosyal Sorumluluk
Karar Verme			
Öğrenme			

Kaynak: (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 2016: 13).

Önümüzdeki yıllarda tarihe karışacağı tahmin edilen mesleklerin bazıları şu şekilde yer almaktadır: Telefonla pazarlamacılar, muhasebeciler ve denetçiler, perakende satış danışmanları, teknik yazarlar, emlakçılar, sekreterler, makinistler, ticari pilotlar, itfaiyeciler (URL-11, 2014).

Bu mesleklere ilave olarak kasiyerler, güvenlik görevlileri, öğretmenler, sağlık çalışanları, kuryeler ekleneceği öngörülmektedir (Öztuna, 2017: 101).

2.10.1. Endüstri 4.0 Sürecinde Geleceğin Meslekleri

Teknolojinin gelişmesiyle önemini yitirerek tarihe karışacak meslekler yanında yaşanan değişiklikler ile hayatımıza yeni gireceği tahmin edilen meslek alanları da mevcuttur. Bu meslek dalları şu şekildedir:

Robot Koordinatörü: Yarı otonom ve hatta insanımsı robotların fabrikada denetleme, kontrol ve hatta bakım görevlerini üstlenebilecek kişiler olmalıdır. Üretimin aksamaması adına kritik bir görevi üstelenecek olan bu kişiler üretim alanında robotların sayılarının artmasıyla önümüzdeki günlerde ihtiyaç duyulacak meslekler arasına gireceği düşünülmektedir.

Bilgi Teknoloji Mimarlığı: Bilgi teknoloji sistemleri özellikle üretim alanında daha karmaşık ve önemli olmaya başlamıştır. Bu noktada bilgi teknoloji mimarları, sayıları sürekli artan ve üretim alanında, internet ağ sistemi ile birbirine bağlanan cihazların, ürünlerin tasarımının sorumluluğunu üstlenirler. Ayrıca uzaktan operasyon merkezleri, tahmini bakım veya artırılmış gerçeklik aracılığıyla desteklenen işlemler gibi görevleri de gerçekleştirirler.

Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği / Programcılığı: Bilgi Teknoloji Mimarı tarafından tasarlanan planlamalar Endüstriyel Bilgisayar Mühendisliği görevini yürüten kişiler tarafından uygulamaya geçirilir. Bu görevi yerine getirecek kişilerin, robotların ve akıllı cihazların programlanabilmesi için bilgisayar programlarını iyi derecede bilmesi ve kullanabilmesi gerekmektedir.

Endüstriyel Kullanıcı Arayüzü Tasarımcılığı: Tüketici dünyasından endüstri dünyasına doğru geçiş yapan başka bir iş de kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyimi tasarımcılarıdır. Cep telefonları ve tabletlerdeki akıllı üretim çerçevesi, makine arayüzü, robotlarla etkileşim, gerçekliği artırılmış uygulamalar gibi çeşitli alanlarda çalışabilmekte

olan bu meslektekilerin yazılım mimarisi tasarımları ile programlama alanlarında bilgi sahibi olması gerekmektedir (URL-12, 2015).

Veri Dedektifi: Bu işi yapanlar internet yoluyla farklı kaynaklardan verileri toplayıp analiz ederler. Böylece şirketleri bir ürün satabilmek için toplamaya çalıştığı veri masrafı ve zaman kaybından kurtarmış olurlar.

Siber Şehir Uzmanı: Gelecekte siber şehir yapıları ön plana çıkacaktır. Şehrin verileri çeşitli sensörler aracılığıyla toplanıp kişilere hizmet etmek amacıyla kullanılacak olup, sistemin bozulması veya arızalanması durumunda ise siber şehir uzmanları sistemin tamir edilebilmesi için müdahalede bulunacaklardır.

Artırılmış Gerçeklik Seyahati Üreticisi: Üreticiler, yeni nesil eğlence deneyimleri için artırılmış gerçeklik yolculukları yazacak, tasarlayacak ve üreteceklerdir.

Yapay Zekâ İş Geliştiricileri: Yapay zekânın yapamayacağı değerlendirilen, kendisini tanıtmaya ve satmaya işini yapacak kişilere denilmektedir. Günümüzdeki satış uzmanlarının yapacağı işi yapacağı planlanmaktadır.

Yapay Zekâ Destekli Sağlık Teknisyeni: İnsanların doktora gitmesine gerek kalmadan tedavi olmasını sağlayacak bir sistemdir. Sistemin çalışabilmesi için gerekli yazılımların yüklenmesi gerekmektedir.

Kişisel Veri Simsarlığı: Bu meslek dalındaki kişiler insanların kişisel bilgilerini gözlemleyerek yeni veriler elde edecek ve bunları satacaklardır.

Yol Denetleyicileri: Gelecekte otonom araçlar ve drone'ların kullanılma amaçları farklılaşması düşünülmektedir. Bu farklılığın oluşturduğu hava, kara, deniz trafiğinin kontrol edilebilir ve yönlendirilebilir yeni kontrol uzmanlarına ihtiyaç duyacağı öngörülmektedir.

Dijital Terzi: Elektronik ticaret aracılığıyla ortaya çıkan bir meslek dalıdır. Amacı müşterilerin ölçülerini hatasız bir şekilde ölçerek uzaktan sipariş yoluyla ürün satışını gerçekleştirmektir.

Bilişim Yöneticisi: Şirketin gölge bilişim teknoloji işlemlerini, iş yeri stratejisi ile birleştirmeyi amaçlamaktadır.

Yeni Finans Danışmanları: Sanal ortamda bitcoin gibi paraların söz sahibi olduğu bir ekonomiye geçildikçe, ekonomik sistemin yapısı değişecek ve finansal faktörler farklılaşacaktır. Varlıklarını değerlendirmek isteyen yatırımcılar ise alanlarında uzman olan yeni finans danışmanlarından gelecekte profesyonel yardım alacağı tahmin edilmektedir.

Kuantum Makine Öğrenimi Uzmanı: Kişiler iş dünyasının sorunlarına hızlı bir şekilde ve kuantum sistemleri aracılığıyla çözüm üretebilecek ve üretilen çözümler ile bilgi oluşturacaklardır (URL-13, 2017).

Veri Güvenliği Uzmanlığı: Gün geçtikçe internete bağlı cihazların sayısı artmaktadır. Bilgi çağına girerken oluşturulan büyük veriler bu tür cihazlarda yer kaplama sorunu yaşamadan muhafaza edilmektedir. Fakat kötü niyetli kişiler tarafından kişisel veya firmalara ait özel bilgilerin sızdırılması söz konusu olabilmektedir. Bu noktada veri güvenliği uzmanı sanal ortamda verilerin güvenliğini sağlayabilecek kişi olacaktır.

3-D Yazıcı Mühendisliği: Farklı alanlarda kullanılan üç boyutlu yazıcılar ile birbirinden farklı ürünler hızlı ve düşük maliyetle üretilmektedir. Hayatın birçok alanında getireceği kolaylıklar sayesinde gelecekte bu alanın daha fazla başvurulan bir yöntem olacağı tahmin edilmektedir.

Giyilebilir Teknoloji Tasarımcılığı: Elektronik alanındaki gelişmelerin dijital ortama yansmasıyla giyilebilir teknoloji sektörü gelişme göstermiştir. Sağlık veya mesleki alanda bilgi sağlayan bileklikler bu teknolojinin kullanıldığı birçok farklı alandan sadece birkaçını temsil etmektedir. Gelişmelerin artmasıyla fonksiyonel özelliği daha fazla gelişmiş ve moda uygun hale getirilmiş giyilebilir teknoloji ürünlerinin daha fazla kullanılacağı öngörülmektedir.

2.11. Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları

Endüstri 4.0 ile değişen iş dünyasında yeni çalışanlar mevcut becerilerine ve bilgilerine yenilerini eklemesi gerekmektedir. Bu sayede gelişen teknoloji ile geline iş gücü içerisinde yerini alarak varlığını sürdürmek mümkün olacaktır.

Gelecekte iş gücünde bulunan mevcut yeteneklerden bazıları eski önemini kaybedip yitirecektir. İş gücünde mevcut yeteneklere gelecekte ilave olması beklenen yeni beceriler

arasında ise çeviklik, esneklik, oluşabilecek yeni şartlara hızlı bir uyum sağlamak, bilgiye dayalı kararlar alabilme olacaktır (Banger, 2017: 255).

Gelecekte yapay zekânın gelişmesiyle ortaya çıkabilecek sorunlara teknolojik çözümler üretebilecek yazılım-programlama gibi alanlara ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, insan kaynakları işe alım süreçlerinde zamana uygun teknikler kullanarak personel seçimini ve eğitimini gerçekleştireceği düşünülmektedir. Gelecekte insan kaynaklarının çalışmaları ile ilgili tahminler şu şekilde yer almaktadır:

- Çok kısa bir süre içerisinde, çeşitli yazılımlar ve yapay zekâ kullanılarak kurumların ihtiyaç duyduğu işgücü nitelikleri ve analiz raporları hazırlanabilecektir,
- Veri analizleri yapabilen yapay zekâ ile işe alım süreçlerinde daha faydalı kararlar verilebilecek,
- İşe alım süreçlerinde çeşitli donanımlar kullanılarak, ilgili kişilerin sosyal medya hesapları incelenecek ve bu doğrultuda kişilik haritası çıkarılabilecek,
- İşe alımlarda yapay zekâ ile ön görüşmeler gerçekleştirilebilecek ve bu süreçte çeşitli karakter analizleri yapılabilecek,
- İnsan kaynaklarında işe alım süreçleri hızlanacak, işletmelerin personel eksikliği ile oluşan enerji ve zaman kaybı azalacaktır,
- Sanal mülakatlar ile ulaşım ve gecikme kaynaklı iş görüşmelerinin önüne geçilmiş olunacaktır. Ayrıca bu sayede zaman ve maliyet kaynaklı bir tasarruf gerçekleşecektir,
- İşe alımlarda kullanılacak teknoloji sayesinde ilgili kişilerin sorulara verdiği cevaplar kontrol edilebilecektir (URL-14, 2016).

Ayrıca Endüstri 4.0' ın unsurlarından Büyük Veri Analizi ile;

- Satış personelinin başarısına uygun analizler ve stratejiler yapılabilecek,
- Çalışan personelin işten ayrılma potansiyeli düşünülerek çeşitli önlemler alınabilecektir (Öztuna, 2017: 90).

2.12. Endüstri 4.0' ın Dezavantajları

Endüstri 4.0' ın en önemli yapı taşı olan siber fiziksel sistemler, dış dünya ile bağlantı içerisindeyken, aynı anda internet sayesinde herhangi bir veriyi işleyen, değerlendiren ve kullanabilen sistemlerdir.

Siber fiziksel sistemler, gömülü sistemler olarak da adlandırılmaktadır. Bu yapıya akıllı şebekeler, bağımsız taşıt sistemleri, medikal izleme, robotik cihazlar örnek olarak gösterilmektedir (Banger, 2017: 129).

Bu bağlamda siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti, Endüstri 4.0 sürecindeki işletmelerin ve akıllı fabrikaların ana yapısını oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu sisteme zarar vermek isteyen yapılar, sanal ortamdan veya internetten yapılacak bir siber saldırı ile kademeli olarak işletmenin bütününe etkileyecek bir sistem arızasına yol açabilecektir.

Endüstri 4.0 sistemindeki işletmelerin siber saldırılara karşı, verilerin güvenliğini ve işletmenin fonksiyonel üretim sürecinin devamlılığını koruyabilmesi, sistemlerin teknolojik olarak yenilikler ile gelişmiş yazılıma sahip olmaları ile mümkün olabilecektir.

Ayrıca ilgili önlemlere ilaveten, bu süreçte sistem içerisinde işlem gerçekleştiren personellerinde dışarıdan gelebilecek siber saldırılara karşı uygun eğitim alarak bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Siber saldırıların, Endüstri 4.0' a etkileri rakamlar ile şu şekilde örneklendirilmektedir: 2015 yılında, dünyada gerçekleşen 350 milyon bilgisayar virüsünün yaklaşık üçte biri, istihdam sayısı en fazla 250 olan işletmelere yapılmıştır. Yapılan bu saldırıların bilgi hırsızlığı amaçlı olması ve işletmelere büyük bir mali zararı olduğu düşünüldüğünde, ülkemizin de siber saldırıya uğrayan ülkeler arasında ilk 10 içerisinde bulunması durumu değerlendirildiğinde, siber saldırıların Endüstri 4.0 sürecine etkisi ve önemi daha da ortaya çıkmaktadır (MÜSİAD, 2017).

Endüstri 4.0 ile ileride oluşabilecek diğer bir dezavantaj, sağlık sektöründe karşımıza çıkmaktadır. Özellikle hastaların durumlarını ve şahsi bilgilerinin güvenliğini tehdit edebilecek siber saldırılar ile işletmeler ve kişiler çeşitli problemlerle karşılaşabileceklerdir. Bu durumu öngören bazı uluslararası sigorta şirketleri şimdiden araştırma yapmakta ve kişilerin uğrayabileceği zararlara karşı aşağıdaki maddeleri

ekleyerek, kişilerin veya işletmelerin maliyet ve verimlilik kaybı yaşamamasının önüne geçmeye çalışmaktadırlar. Önlemleri alınan maddeler:

- Siber saldırı sonrası çalınan verilerin yerine konma masrafları,
- Bilgisayar korsanları tarafından dijital ortama yapılan saldırılar sonucu, kendisinin veya üçüncü şahısların verilerinin tahrip edilmesi ile ortaya çıkan hak kayıpları,
- Verilerin saklanmasıyla sorumlu kişilerin ihmali sonucu verilerin çalınması ile oluşan kayıplar,
- Saldırı sonrası yapılan incelemeler için gerekli bilgi teknoloji adli inceleme masrafları (MÜSİAD, 2017).

Endüstri 4.0 ile üretim yapısı insanlardan, makineler, robotlar, 3D yazıcılara doğru bir geçiş oluşturacaktır. Oluşan bu yapıya sahip nesnelerin kıdem tazminatı, maaşları, sosyal güvenlik gibi giderleri olmayacaktır. Bu nedenle maliyetler düşük, verimlilik fazla ve sürekli üretim ile işletmelerin karlılıkları fazla olacaktır. Gelirlerin büyük bir kısmı işveren kesiminde kalacağı ve oluşan bu yapının, sermaye sahipleri ile çalışanlar arasında adaletsiz bir gelir dağılımı sonucunu ortaya çıkaracağı düşünülmektedir (Öztuna, 2017: 105).

Dünyada ve Türkiye’de küresel istihdamı besleyen yapıların başında KOBİ’ler gelmektedir. Bu yüzden Endüstri 4.0 sürecine girilirken KOBİ’ler vasıtasıyla temelden gelişen bir kalkınma ile büyümenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Fakat günümüzdeki işletmelerin gerek mevcut yapıları gerekse Endüstri 4.0 bileşenlerinin varlığı sebebiyle KOBİ’lerin ilgili sürece geçişte bir takım zorluklarla karşılaşacağı tahmin edilmektedir:

- KOBİ’ler Endüstri 4.0 uygulamalarına geçilebilecek çeşitli teknolojik altyapı desteklerini maliyet yüksekliğinden uygulayamamakta,
- Satış, finans gibi bölümler arasında bütünlük sağlanamamakta,
- Endüstri 4.0 sürecini bilecek ve yönetebilecek yeterli bilgiye sahip iş gücü eksikliğinden kaynaklı üretim şeklini değiştirebilecek uygulamalardan kaçınılmakta,
- Bilgi işlem kaynaklı verilerin işlenmesinden doğabilecek siber saldırılardan endişe duyulmaktadırlar.

Sanayi devrimi ile gerçekleşebilecek tehdit ve dezavantajları etkisiz hale getirebilmek için Almaya başta olmak üzere birçok ülke çeşitli uygulamalar geliştirmektedir. Bu uygulamalar devlet-sanayi-üniversite işbirliği çerçevesi içerisinde desteklenmekte ve çeşitli altyapı ve teknik konular ile alakalı uygulamalı danışmanlık eğitimleri vermektedir. Eğitimler ile işletmeler, Endüstri 4.0 sürecinin kullanılabilirliğini

ve uygulanabilirliğini test ederek öğrenmekte iken, başta KOBİ'ler olmak üzere birçok işletme süreçle ilgili bilinçlendirilmektedir (Baransel, 2017: 30).

Endüstri 4.0 ile mimarlık, mühendislik, bilgisayar, matematik gibi alanlar ile bu alanlara bağlı olarak yeni meslek dalları gelişecektir. Fakat bu meslek dallarında istihdam edilen kadın sayısı erkeklere oranla daha düşük kalmaktadır. Kadınların istihdamda sayısal olarak çoğunluğu sağladığı çağrı merkezi, kasiyer, büro yönetimi gibi ofis ve idari alanlardaki mesleklerin ise gelecekte yapay zekâ ve robotlar tarafından yerine getirileceği düşünülmektedir (World Economic Forum, 2016: 33).

2020 yılına kadar kadınların orta ve üst düzey çalışan kadro sayılarında bir artış beklenmektedir. Kadınları bu süreçte bekleyen en büyük engel ise alışkanlıkları ve standardı değişen iş dünyasında yeni yetenek ve beceriler elde etmeleri olacaktır (Kesayak, 2018).

2.13. Endüstri 4.0 ve Sosyal Güvenlik

Endüstri 4.0 ile gelişen teknolojilerin ve beşeri sermayenin sağlık sektöründe uygulanmasıyla birlikte insanların yaşam sürelerinin artması beklenmektedir. Sağlık sektöründe, ileri teknoloji ve yapay zekâ ile uygulanabilecek uygulamaların bazıları şu şekildedir:

- Hastalıklar, sağlık sektöründe kullanılacak 3 boyutlu yazıcılar, biyoteknoloji gibi uygulamalar sayesinde doğru teşhis ve tedavi yöntemleri ile tedavi edilebilecektir.

- Sağlık sektöründe giyilebilir teknolojiler sayesinde hastaların sağlık bilgileri yakından izlenebilecek, Böylece hastaya anında müdahale edilerek başarılı tedavi sonuçları elde edilecektir.

- Her yıl çok sayıda insanın ölümüne yol açan hastalıklara kişiye özel tedavi yöntemleri ve ileri görüntüleme teknikleri uygulanarak tedavi yöntemleri geliştirilebilecek (URL-15, 2016). Gelişen bu tedavi yöntemleri ve artan yaşam kalitesi sayesinde insanlar çalışma alanlarında daha fazla yer alacak, iş gücü verimlilikleri artacaktır. Fakat yaşlı nüfus artışı ile sayısı artacağı tahmin edilen iş gücünün başarılı bir şekilde idare edilebilmesi için çalışma şartlarının esnekleşmesi, yeni emeklilik ve sosyal güvenlik yasalarının geliştirilmesi gerekmektedir (Öztuna, 2017: 108-109).

Endüstri 4.0 ile sosyal güvenlik alanında karşılaşılmaması olası bir diğer konu, robotların gelecekte istihdamda daha fazla yer alacağıdır. Üretim ve diğer alanlarda sayıları

artan robotların sosyal güvenlik mali sisteminde prim gelirlerini azaltan bir unsur olacağı beklenmektedir. Prim gelirlerini azaltan bu durumu dengelemek adına robotlardan prim aidatları mahiyetinde bir takım vergilerin alınması düşünülmektedir (URL-16, 2017).

Gelecekteki iş dünyasında robotların daha aktif bir role sahip olması ve vatandaşlık verilmesi ile yeni bir vergisel mali sistem oluşacaktır. Bu kapsamda robotlara bazı ülkelerde vatandaşlık verilmesi onlardan alınacak vergilerin de yasal bir yoldan alınmasını sağlayacaktır. Nitekim günümüzde Suudi Arabistan, bir robota vatandaşlık hakkı veren ilk ülke olmuştur (URL-17, 2017). Ayrıca Avrupa Birliği üyelerinden biri olan Malta da 2019 yılında kurmayı planladıkları yapay zekâ araştırmaları için robotlara vatandaşlık vermeyi planlamaktadır (URL-18, 2018).



3. ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE ÜLKELERİN YAPMIŞ OLDUKLARI UYGULAMALAR

3.1. Avrupa Birliği

3.1.1. Lizbon Stratejisi

Lizbon Stratejisi, Avrupa Konseyi tarafından 23-24 Mart 2000 tarihlerinde Lizbon da gerçekleştirilen toplantıda sunularak hayata geçirilmiştir.

Raporun sunulma amacı, Avrupa Birliği' nin, Amerika Birleşik Devleti, Japonya, Çin gibi devletlerin ekonomik seviyesine ulaşabilmesini planlamaktadır. Bu kapsamda çeşitli ekonomik ve sosyal politikalar tasarlanmıştır.

Avrupa Birliği, Lizbon raporu ile büyük devletler karşısında ekonomik olarak geri kaldığını kabul etmiş, gelinen bu noktadan uzaklaşmak amacı ve varılan tespitler ile iki temel politika hedefi önersinde bulunmuştur:

- Bilgi üzerine bir ekonomik yapı inşa edilmelidir.
- Ekonomik yapının gerçekleştirilebilmesi amacıyla eğitim temelli yatırımlar planlanmalı ve yapılmalıdır (TBB, 2005: 69).

Belirlenen politikalar ve hedefler ile dünyada daha rekabetçi ve başarılı bir ekonomi arasında yer almayı hedefleyen Avrupa Birliği, tüm dünyayı etkileyen küresel ekonomik kriz ile hedeflenen amaçlarına ulaşamamıştır (Akses, 2014: 9).

3.1.2. Avrupa Birliği 2020 Stratejisi

Lizbon Stratejisi ile başlayan ve amacına ulaşamayan süreç 2010 yılında, 2020 stratejisi ile yeniden canlandırılmaya çalışılmıştır. Avrupa Birliği 2020 stratejisinin ortaya çıkma nedenleri arasında; Avrupa'da yaşanan ekonomik ve sosyal gelişmeler ile tüm dünyada yaşanan küresel gelişmeler vardır.

Avrupa Birliği 2020 Stratejisi ile kısa vadede, yaşanan küresel ekonomik krizden başarıyla çıkış amaçlanırken, orta ve uzun vadede ekonomik kalkınma ve büyüme amacı doğrultusunda yaşanabilecek olumlu ekonomik veriler ve dünyada en güçlü ekonomik birlik olabilmek adına sürdürülebilir, genel kapsamlı bir büyümeyi amaçlamaktadır (Akbaş ve Apar, 2010).

Avrupa Birliği Komisyonu tarafından sunulan raporda kısa, orta ve uzun vadede Avrupa Birliği 2020 Stratejisi ile amaçlanan hedefler doğrultusunda değer yaratabilecek çeşitli önlemler ve planlamalar belirli bir başlık altında toplanmıştır.

3.1.2.1. Avrupa Birliği 2020 Stratejisi Bileşenleri

Avrupa Birliği 2020 Stratejisi yedi girişim başlığı altında yer almaktadır. Bunlar: Yenilikçilik Birliği, Hareket Halindeki Gençlik, Dijital Gündem, Yeni Beceriler ve İşler İçin Gündem, Yoksulluğa ve Sosyal Dışlanmaya Karşı Avrupa Platformu, Küreselleşme ağı için Entegre Sanayi Politikası, Kaynakları Daha Verimli Kullanan Avrupa' dır (Akses, 2014: 12-13).

Yenilikçilik Birliği: Ekonomik, kültürel, çevresel gibi çeşitli alanlarda ve önceden yapılacak planlamalar ile Avrupa Birliği'ni bir adım ileriye götürebilecek bir atılımın hedeflenmesidir. Bu uygulama yapılırken eğitim ve iş dünyasının Ar-Ge faaliyetleri ile birlikte ve bir işbirliği içerisinde gelişmesi amaçlanmaktadır (Akbaş ve Apar, 2010: 4).

Çeşitli yenilik uygulamaları ile farklı alanlarda yeni istihdam alanları oluşturulabilmesi, ekonomik büyümeye uygun ortam yaratabilecek alanlar keşfedilebilmesi, yatırımların ve girişimlerin artırılmasında çeşitli finansal kaynaklara erişim kolaylığı sağlanması amaçlanmaktadır.

Hareket Halindeki Gençlik: Genç yaştaki insanların eğitimleri üzerinde durulan bu girişim yöntemi ile kaliteli ve verimli bir okuryazar genç nüfus ortaya çıkartılması ve eğitim sisteminde sağlanacak hareketlilik teşvik edilerek bilginin Avrupa Birliği'nin bütününü etkileyecek bir şekilde yayılması amaçlanmıştır (Akses, 2014: 12).

Yeni Beceriler ve İşler İçin Gündem: Bu girişim, Avrupa Birliği içersindeki kişilere yeni yetenekler kazandırarak, çeşitli kariyer danışmanlıkları ile yeni istihdam olanakları ortaya çıkaracak girişimleri kapsamaktadır (Akbaş ve Apar, 2010: 6).

Yoksulluğa ve Sosyal Dışlanmaya Karşı Avrupa Platformu: İşbirlikçi ve sosyal dayanışmayı sağlayan bir ekonomik sistem üzerine yoğunlaşmayı amaçlamaktadır (Akses, 2014: 13).

Küreselleşme ağı için Entegre Sanayi Politikası: Sanayinin retim koşullarının iyileştirilmesi, küreselleşmenin etkisiyle Avrupa pazarının yenilikçi atılımlar ile güçlendirilmesini amaçlar (Akses, 2014: 13).

Kaynakları Verimli Kullanma: Doğal sermaye ve biyolojik çeşitliliğin korunması suretiyle kaynakların verimli kullanılması amaçlanmaktadır (Akses, 2014: 13)

Dijital Gündem: Bilgi toplumu olma yolunda, yenilikçiliğin geliştirilmesine ve ekonominin büyümesine odaklanan bu girişim 6 stratejiden oluşmaktadır: Bunlardan ilki Dijital Tek Pazar Oluşturmaktır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 50-51).

1. Dijital Tek Pazarın Oluşturulması: AB Dijital Tek Pazar stratejisi, Avrupa Komisyonu tarafından 2015 yılında yayımlanmıştır (URL-19, 2018).

Bu strateji üç temel bileşenden oluşmaktadır:

- Bireylere ve işletmelere daha iyi şartlarda çevrimiçi erişim sağlanması,
- İleri dijital ağlar ve yenilikçi hizmetler için doğru ve adil ortamın oluşturulması,
- Dijital ekonomi büyümesinin maksimize edilmesidir.

Elektronik ortamda yapılan işlemlerin artırılmasının teşvik edilmesi adına çeşitli uygulamalar ve eylemler gerçekleştirilmektedir. Bu alanda Avrupa Birliği'nde görülen işlemlerden bazıları şu şekildedir: (Akses, 2014: 61).

- Online işlemlerin kolaylaştırılabilmesi adına, ruhsat ve lisans gibi işlemlerin kolaylaştırılması,
- Tüketici haklarına yönelik kanuni boşlukların oluşmaması adına çeşitli yönergelerin oluşturulması,
- Bilgi verilerinin korunmasına yönelik tedbirlerin alınması,
- Elektronik ortamda gerçekleştirilen elektronik fatura, elektronik imza, elektronik ticaret gibi uygulamalara ait yönergelerin gözden geçirilerek yapılması vardır.

2. Birlikte Çalışabilirlik: Dijital Gündem çerçevesi içerisinde çeşitli sektörlerin içerisinde yer alan cihazların, uygulamaların ve ağların birbiri ile bağlantılı bir şekilde çalışabilmesini kapsamaktadır. Çeşitli eylemler ile birlikte çalışabilirliğin uygulama alanları yaygınlaştırılıp kullanımları artırılabilir. AB tarafından birlikte çalışabilirlik adına tartışılan konular: (Akses, 2014: 62).

- Bilgi ve iletişim teknolojilerinin birlikte çalışabilirliği teşvik edebilecek veya kullanım alanlarının yaygınlaşmasını kolaylaştıracak mevzuatların belirlenmesi,
- Birlikte çalışabilirliğin standardizasyonlarının belirlenmesi ve bu konuda üye ülkeler arasında işbirliğinin sağlanmasıdır.

3. İnternet Kullanımında Güven ve Güvenlik: İnternet ortamındaki endişelerden bir tanesi yapılan siber suçlardır. Bu suçlar ile verilerin çalınma tehdidi ile karşı karşıya

kalması muhtemeldir. Dijital Gündem ile AB, bu saldırılara karşı hızlı ve yerinde müdahaleler ile verilerin güvenliğini korumaya çalışmaktadır. Ayrıca internetin zararlı kullanım alanlarından çocuklarını korumak isteyen ebeveynler, çocuklarının güvenli bir zemin çerçevesinde işlem gerçekleştirmesini istemektedirler. Bu konuda öncelikle çocukların ve ebeveynlerin internet ortamında karşılaştıkları olumsuz içerikleri şikâyet edebilecekleri çeşitli ihbar hatlarının yaygınlaştırılması ve internet kullanımı konusunda okullarda bilinçli kullanım hakkında eğitimlerin verilmesi ile internetin zararlı kullanımlarının önlenmesi amaçlamaktadır.

İnternet kullanımının güvenlik kapsamında uygulanacak eylemlerinden bazıları şu şekildedir: (Akses, 2014: 62).

- Avrupa siber suç merkezlerinin, siber saldırılara karşı mücadelede aktif çözümler üretebilmesi adına kendisini devamlı surette yenilemesi ve güçlendirmesi,
- Üye devletlerin maruz kalabileceği siber saldırılara karşı çeşitli simülasyonlar ile hazırlıklar yapılması,
- İnternet altyapısı ve bilgi güvenlik ağ sistemlerinin güçlendirilmesidir.

4. Hızlı İnternet Erişimi Sağlanması: İnternet hızının ve erişiminin artırılması amacıyla Avrupa Birliği, “Avrupa Gigabit Toplumu için Bağlanabilirlik Stratejisi” kapsamında Avrupa hane halklarının 2020 yılına kadar 30 megabit, 2025 yılına kadar ise 5G bağlantı ile 100 megabit internet hızı ile bağlanmasını öngörmektedir (URL-20, 2016). Bu alandaki uygulamalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Avrupa Birliği internet hızını artıracak geniş bant’a ait mevzuatın geliştirilmesi, gerekli ekonomik kaynakların sağlanması ve bu konudaki yatırımları özendirecek eylem planları ve politikaların teşvik edilmesi,
- Avrupa Birliği’ndeki üye devletlerin spektrum (geçişlilik) politikalarının uygulanması,
- Nesnelerin interneti kapsamındaki yeni nesil erişim ağlarının hızlandırılması gerekmektedir.

5. Araştırma ve Geliştirme Alanında Yatırımların Teşvik Edilmesi: Avrupa Birliği, bilgi iletişim teknolojilerindeki yatırım önceliğini KOBİ’ ler ve genç yatırımcılara tanımaktadır. Yatırımlarda önem verilen bir başka husus ise kamu ve özel sektörün bir arada yürütülebileceği pazara dönük eylemlerine yönelik yatırımlardır.

Bu alandaki uygulamalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır: (Akses, 2014: 62).

- İşbirliğı ile bağılantıların güçlendirilmesi ve elde edilmiş kaynakların tek bir havuzda biriktirilmesi,
- Yeni nesil ağı tabanlarına, donanımlara ve yazılımlara destek sağılanması,
- Rekabet edilebilirlik seviyesini yükseltebilecek adımların ekonomik ortamda oluşturulacak platformlarla, uygulamalarla desteklenmesi,
- Bilgi iletişim teknolojilerin geliştirilmesine yönelik girişimlerin devlet kaynaklı kamu harcamaları ile desteklenmesi,
- Pilot projeler ile elde edilen bulguların ve araştırma sonuçlarının uygulanabilirlik seviyelerinin test edilmesidir.

6. Dijital Okuryazarlığın ve Becerilerin Geliştirilmesi: Gelişen teknolojilerin toplumlar tarafından benimsemeleri, mutlaka içinde bulundukları değişimi anlayabilmelerine bağıdır. Bu yüzden dijital okuryazarlık, ülkeler adına bu farkındalığın oluşabilmesi için çok önemli bir durum arz etmektedir. AB bu kapsamda kişilerin dijital becerilerini geliştirebilmek adına çeşitli önlemler almaktadır.

Nitekim AB, dijital yenilik kavramı altında oluşturulan ve dijital okuryazarlığın gelişebilmesi adına, 2018 yılı içerisinde 55 milyar avro civarında bir kaynak ayırmıştır (URL-21, 2018).

Dijital okuryazarlığın gelişebilmesi amacı ile yapılması planlanan eylemler şu şekildedir: (Akses, 2014: 64).

- Kadınlara dijital alanda katılımlarının artırılması adına teşvikler,
- Üye devletlerin e-öğrenimi temel politikaları haline getirmesi, engellilere yönelik dijital ortamda yenilikler sağılanması,
- Dijital okuryazarlığın Avrupa Sosyal Fonundan kaynak desteğı sağılanması,
- Kişilerin, dijital okuryazarlık ve yeteneklerinin keşfedilmesini sağılayacak yeni araçların tespit edilmesi,
- Kamu kesiminde uygulanabilirlik seviyesinin artırılması,
- Üye ülkelerin bu alanda yapılan eylemlerinin desteklenmesi vardır.

3.2. Japonya: Toplum 5.0

Japonya, ilk kez 2017 yılında düzenlenen teknoloji fuarı CeBIT ile Toplum 5.0 yapısını tartışmaya açmıştır.

Toplum 5.0, teknolojiyi robotlarla birlikte yönetebilecek bir üst toplum yapısı oluşturmayı amaçlamaktadır. Endüstri 4.0' ın bir sonraki aşaması olarak düşünülen Toplum 5.0, insanlar ve robotların ilişkisini verimli şekilde kullanılmasını öngörmektedir (URL-22, 2018).

Toplum 5.0, çevre, insan ve ekonomik problemlere çözümler üretebilmek adına kendine çeşitli vizyonlar belirlemiştir. Bu vizyonların gerçekleştirilebilmesi, teknolojik ve bilimsel ilerlemelerin tüm temellerinin planlı bir şekilde ekonomik ve sosyal hayata işlenmesi ile mümkün olabilecektir (OECD, 2018: 5).

Toplum 5.0 Hedefleri

- Yaşlanan nüfusa karşı çözüm üretmek,
- Sanal ve gerçek dünyayı birlikte olacak şekilde işlerlik kazandırmak,
- Nesnelerin internetinin toplumsal faydaları dikkate alınarak kullanılması,
- Doğaya zarar vermeyecek eylem ve davranışların desteklenmesidir.

Toplum 5.0 Önündeki Engeller

- Çeşitli hukuki boşluklar,
- Toplumsal önyargılar,
- Teknolojik yetersizlikler,
- Kalifiyeli personel eksikliği (URL-22, 2018).

Toplum 5.0 düşüncesinin sınırları beş kritik alan ile belirlenmiştir. Bu alanlar: koruyucu sağlık hizmetleri, mobilite, tedarik zinciri, akıllı şehirler ve altyapı, yeni finansal hizmetler (fintech) (OECD, 2018: 20).

3.3. Amerika Birleşik Devletleri: Endüstri 4.0

Amerika Birleşik Devletler başkanlığına bağlı Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi (President's Council of Advisors on Science and Technology-PCAST) tarafından 2011 yılında "İleri İmalatta Amerika Liderliğinin Sağlanması" başlıklı bir rapor

hazırlanarak, ABD başkanlığına sunulmuştur. Raporda Amerika Birleşik Devletleri'nin 1970' li yıllardan itibaren imalat sanayi üretim gelirlerinin milli gelir içerisindeki payının giderek azaldığı ve gelecekte imalat sanayisi güçlü ülkeler ile rekabet edilemez bir seviyeye doğru gidildiği yer almıştır. Mevcut durumun iyileştirebilmesi adına bir takım inovasyon politikalarına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Bu sebeple belirtilen ihtiyaçların karşılanabilmesi amaçlı, ABD tarafından 2011 yılında ABD İleri İmalat Ortaklığı (Advanced Manufacturing Partnership-AMP) projesi başlatılmıştır. Bu kapsamda ABD' nin ileri imalat üretim sürecinde rekabet edilebilirlik seviyesini arttırabilmesi adına getirdiği öneriler şu şekildedir: (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 47-50).

1) İnovasyonu Etkinleştirmek Kapsamında Uygulanabilecek Öneriler:

- İleri üretimin geleceğini ilgilendirecek stratejiler belirlenmesi,
- Rekabet edilebilirlik seviyesinin arttırılabilmesi amacıyla kamu-özel ortaklıkları kapsayacak danışma kurullarının oluşturulması,
- İnovasyonu artıracak Ar-Ge harcamalarının teşvik edilmesi,

2) İş Gücünün Sağlamaştırılması Kapsamında Uygulanabilecek Öneriler:

- İleri üretim ihtiyacını destekleyecek iş gücünün eğitilmesi adına özel sektör ile beraber çalışılması,
- Online eğitimler için gerekli maddi desteklerin sağlanması,
- İmalat sanayi konusunda halkın algısını olumlu etkileyecek çeşitli kampanyaların veya reklamların yapılması.

3) İş Ortamının İyileştirilmesi Kapsamında Uygulanabilecek Öneri:

- İleri üretim alanında etkin bir rol üstelenebilmesi amacıyla KOBİ' lere çeşitli fonlar ayrılması şeklindedir.

3.3.1. ABD Ulusal Üretim İnovasyon Ağı Programı (NNMI)

ABD’de 2014 yılında yürürlüğe giren “Ulusal Üretim İnovasyon Ağı Programı” ile gerçekleştirilen imalatın gelişmiş üretim yeteneklerinin inovasyonu ve uygulanması aracılığıyla rekabet gücünün artırılması amaçlanmaktadır.

NNMI programı, üretim inovasyon enstitülerinin genişleyen ağlarından oluşmaktadır. Her bir enstitü, üretimi büyütebilmek ve ekonomik rekabetçilik yapabilmek amacıyla önceden teknik ve işgücü planlamaları yapmaya odaklanmaktadır. Ayrıca enstitüler arasında gerçekleşen ortak çalışmalar ile tedarik zincirlerine yeni üretim ve teknolojiler de tanıtılmakta, üniversiteler ile özel kurumların programları desteklenmektedirler (Manufacturing USA, 2016).

NNMI programına dair 2018 yılında yayımlanan raporda yer alan temel verilerden bazıları şu şekildedir:

Yeniliğin ekosisteme etkisi: Enstitü üyelik sözleşmesi olan ortak kuruluşların (Akademisyenler, büyük ve küçük işletmeler, kar amacı gütmeyen işletmeler vb.) toplam sayısı 1291 iken, bu sayının çoğunluğunu 549 ile küçük işletmeler (işçi sayısı 500’den az olanlar) oluşturmakta iken, akademisyenlerin sayısı 297 olarak listede yer almaktadır.

Teknolojik ilerlemenin etkisi: Programla ilgili 2017 yılı içerisinde 273 araştırma yapılmış ve bu araştırmalara harcanan ödenek 298 milyon dolar olmuştur.

İmalat iş gücünün geliştirilmesi: Programa katılan iş gücü sayısı 185.425 kişi iken bu sayıdan sadece 4.302 kişisi bir iş yerinde hali hazırda çalışmaktadır.

ABD’de devlet eliyle yürütülen programlardan farklı olarak, tamamı özel sektör tarafından uygulanan çeşitli oluşumlar da mevcuttur. Endüstriyel internet konsorsiyumu bu oluşumlardan birisidir. Konsorsiyumda ABD’li kuruluşlardan farklı olarak bu oluşumda çeşitli ülkelerden kuruluşlar da bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneğidir (Manufacturing USA, 2017).

Endüstriyel internet konsorsiyumunun amacı nesnelerin internetinin kullanılabilirlik seviyesini yükseltmektir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 47-50).

Ayrıca ABD, bütün bu planlamalar ve uygulamalar dışında dijitalleşmenin sonuçlarından olan yapay zekâ konusunu çalışmaları arasına almıştır. Nitekim 2016 yılında yayımlanan yapay zekânın geleceğe hazırlık raporuyla kamu, güvenlik, otomasyon gibi bazı alanlarda çeşitli öneriler sunulmuş ve hayatın çeşitli alanlarında yapay zekânın uygulamaya geçirilmesi planlanmıştır (White House, 2016).

3.4. Çin

Ülkedeki işgücü maliyetlerinin düşüklüğü sebebiyle dünya üretiminde söz sahibi olan Çin, son yıllarda gelişmekte olan ülkelerdeki işgücü maliyetlerinin düşüklüğü nedeniyle bu üstünlüğünü kaybetmeye başlamıştır.

Yaşanan bu risk ülkenin sahip olduğu yüksek nüfusu için gerekli olan yüksek büyüme oranlarını güvenli bir şekilde karşılamasına engel olmaktadır. Bu nedenle Çin ucuz emek ve katma değeri düşük temelli üretim stratejisini değiştirmektedir.

Çin hükümeti, 2015 yılında ilan ettiği “Made In China 2025” yeni üretim stratejisi ile üretim maliyetleri düşük ve katma değeri yüksek değerler ile daha büyük makro ekonomik verilere ulaşmayı hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda fason üretime dayalı bir ekipman üretim anlayışından, dünyadaki rakipleriyle rekabet edebilen ve çeşitli patentler ve markalar ortaya çıkarabilen yeni bir üretim anlayışına doğru adımlar atılması yolunda çalışmalar başlatmıştır (URL-23, 2018).

Made In China 2025 projesi ile gerçekleşmesi beklenen hedefler şu şekildedir: (URL-23, 2018).

- Endüstri üretimini geliştirecek araştırma merkezlerinin kurulması: 2025 yılına kadar araştırma merkezleri sayısının 40 olması hedeflenmekte,
- Akıllı üretim sistemlerinin kurulması ile üretimde hata payının yarıya indirilmesi planlanmakta,
- Kaliteli ve yerli ürün ağırlıklı bir üretim gerçekleştirilmesi amaçlanmakta,
- Doğaya zarar vermeyen üretim anlayışı için altyapı geliştirilmeye çalışma,
- Dışa bağımlılığı olan endüstri dallarında yerli üretim payının artırılması amaçlanmaktadır. Made In China 2025 üretim anlayışına göre büyüme gösterecek 10 temel sektör: Yeni bilgi teknolojileri, robotik teknolojiler, uçak ekipmanları, yüksek teknolojiye sahip gemiler, demiryolu ürünleri, enerji tasarruf araçları, medikal ürünler, yeni malzeme ve eşyalar, tarımsal makineler, güç alet ve edevatlarıdır.

Made In China 2025 anlayışının vizyonları 2015 yılındaki veriler ile kıyaslanarak incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmaktadır: Karbondioksit salınımında yüzde 40 ve enerji tüketiminde yüzde 34'e varan azalılar planlanırken, üretimde rekabet gücünün yüzde 85, internet bant penetrasyonunda ise yüzde 80'e varan artırımlar planlanmaktadır (İSDP, 2018).

Ayrıca Çin hükümeti Made In China 2025 stratejisini çeşitli fonlar ile desteklemektedir. Bunlar arasında: İleri imalat sanayi yatırım fonları, gelişen endüstriler yatırım fonları ve diğer yatırım fonlarıdır. Bu fonlar ile araştırma ve geliştirmeye yönelik yenilik merkezlerinin kurulması ve hedeflenen çeşitli amaçlara ulaşılması düşünülmektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 51-53).

3.5. Almanya: Endüstri 4.0

Almanya, endüstriyel imalatın dijitalleşmesinde öncü olan ülkelerin başında yer almaktadır. Endüstri 4.0 başlığı altında yapılan girişimler de bu örneğin bir parçası olarak yer almaktadır. Almanya'da yaşanan sanayi devriminin bağlamlarından birisi olan strateji eylem planını, 14 Mart 2016 yılında "2025 dijital strateji" adıyla 10 maddeden oluşacak şekilde yayımlanmıştır: (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 42-45).

3.5.1. Almanya 2025 Dijital Stratejisi

1. Gibabit Fiber Ağını 2025 Yılına Kadar Oluşturmak: Mevcut olan veri iletişim altyapıları ve bilişim sistemleri, Endüstri 4.0 sürecinde planlanan aşamalara geçmekte yetersiz kalmaktadır. Bu kapsamda güçlü ve rekabetçi bir dijital altyapı oluşturabilmek amaçlı gigabit ağlarının planlanması ve inşasının kolaylaştırılması gerekmektedir.

Gigabit fiber ağı ile veriler daha kolay bir şekilde aktarılmakta, enerji tüketimi daha düşük ve verimliliği daha yüksek bir şekilde gerçekleşmektedir. Ayrıca fiber ağlar ile 5G perspektifi doğrultusunda internet altyapısının oluşturulup, yaygınlaştırılması da amaçlanmaktadır.

2. Yeni Bir Başlangıç Döneminin Başlatılması: Yeni kurulan işletmelerin desteklenmesi ve yeni kurulan şirketler arasında işbirliğinin desteklenmesidir.

Start-up' lar, Endüstri 4.0 sürecinde dijitalleşmeyi destekleyen yeni girişim modelleridir. Teknolojiye, araştırmaya ve dijitalleşmeye yakın birçok dinamik yeni şirketin Start-up' lar aracılığıyla kurulması ile birlikte yeni istihdam alanlarının da ortaya çıkması beklenmektedir.

Start-up' ların uzun vadede yararlı olabilmesi ve genç nüfusun bu girişim altında istihdamda daha aktif bir şekilde yer alabilmesi iki şarta bağlanmıştır: Birincisi hükümetin bürokratik işlemlerinin bu yapıya uygun bir şekilde dizayn edilmesidir. İkincisi ise girişim yapmak isteyen fikir sahiplerinin Avrupa Birliği ve Almanya hükümetinin ortaklaşa oluşturabileceği çeşitli fonlar ile "Start-Up" adı altında yapılan çeşitli projeleri desteklemesidir.

3. Yatırım ve Yeniliği Daha Fazla Oluşturabilecek Yeni Düzenlemeler Getirmek: Veri ekonomisinin karlılığından daha fazla yararlanabilmek adına yapılan düzenlemeleri kapsayan bir planlamadır.

Bu kapsamda planlanan sürecin işler hale getirilip desteklenebilmesi amacıyla, bir takım çözüm önerileri getirilmiştir:

- Riskten uzak yatırımlar desteklenmeli,
- Yeniliğe açık ürünler ve yeni veri tabanlı hizmetler geliştirilebilmesi desteklenmelidir.
- Sağlıklı bir rekabet sistemi getirilmelidir.

Ayrıca oluşturulması planlanan Avrupa veri koruma yönetmeliği ile tüm uluslararası tedarikçilerle tek bir elden veri ekonomisine yönelik rekabetçi bir ortam oluşturulması da planlanmaktadır. Böylece ortak bir Avrupa dijital pazarı gerçekleştirilerek bilgi iletişim teknolojilerinden, perakende sektörüne kadar birçok değişik alandaki ekonomiyi etkileyecek bir sonuç ortaya çıkarılmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 42-45).

4. "Akıllı Ağ" Merkezleri Oluşturularak Ekonomik Altyapı Alanlarını Geliştirmek: Enerji, kamu, sağlık, Eğitim gibi alanlarda oluşturulacak akıllı ağ sistemleri ile dijitalleşmenin arttırılması planlanmaktadır.

5. Veri Güvenliğinin ve Veri Akışının Geliştirilmesi: Verilerin kullanılması ve işlenmesinin, dijitalleşmenin önemli bir yapı taşı olduğu düşünülmektedir.

Bu amaçla bu strateji maddesinde, ekonominin itici gücü olan KOBİ' lerin verilerin işlenmesi ve güvenliğinin muhafaza edilmesi anlamında Alman hükümeti tarafından desteklenmesi öngörülmektedir.

6. KOBİ' lerin Oluşturacakları Yeni İş Modellerinin Desteklenmesi: KOBİ' lerin endüstri 4.0 süreci kapsamında, çeşitli projeler aracılığıyla gelişmekte olan sürece entegre edilmesi ve bu süreçte KOBİ' ler tarafından oluşturulan yeni iş modellerinin desteklenmesi planlanmaktadır.

7. Endüstri 4.0 ile Yenilenen Almanya Üretim Sahası: Endüstri 4.0 ile üretim şekli ve sunulan hizmetler çeşitlenip değişecektir. Bu süreçte birbirine temas eden noktalar çoğalacak, endüstri bir bütün olarak birbiri ile işler hale gelecektir.

Bilgi iletişim teknolojilerinin üretim sahasında yaygınlaşıp dijitalleşmenin gelişmesiyle ve endüstrinin bu dijitalleşmeyle bütünleşmesi ile birlikte, 2025 yılına kadar Almanya' da üretim alanında 425 milyar avroluk ek değer potansiyelinin oluşması düşünülmektedir.

8. Dijital Teknolojilerde Araştırma Geliştirme ve Yeniliklerin Arttırılması: Dijital teknolojilerin gelişmelerini sağlayacak harcamaların artırılması düşünülmektedir. Bu kapsamda Almanya dijital teknolojilerin gelişmesi adına yıllık harcama bütçesinin sadece yüzde 14' ünü kullanırken, ABD bu oranın iki katını kullanmaktadır. Dijitalleşme ile birlikte gelen gelişimin karşılanması adına bu harcama oranlarının arttırılması planlanmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 42-45).

Ayrıca "KOBİ' ler için Merkezi Yenilik Programı" (ZIM) gibi sağlanan finansal girişimlerle de bu sürecin gelişimi desteklenmektedir.

9. Dijital Eğitimin Yaşamın Bütün Alanlarında Hayata Geçirilmesi: 2025 strateji planında yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesinde en önem verilen konuların başında eğitim yer almaktadır.

Gelecekte bilgi iletişim endüstrisinde istihdam edilmek üzere daha fazla personele ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapsamda yeni oluşacak dijital teknolojilerin kullanılmasında nitelikli personel yetiştirilmesi adına eğitim alanına önemle eğilinmesi amaçlanmaktadır.

Dijital teknolojilerin kullanılmasında ve öğretilmesinde gelecekte yer alması amaçlanan bu stratejik planda: Kamu kurumları tarafından finanse edilen KOBİ' ler için meslek kursları, medya tasarımcıları, çeşitli algoritmalar ve yazılımlar, dijital okuryazarlık kavramları ön plana çıkmaktadır.

10. Modern bir Dijital Ajans Merkezi Oluşturmak: Dijitalleşmede yer alan yenilikler yeni kurulacak “Federal Dijital Ajansı” adı altında yürütülmesi amaçlanmaktadır. Böylece tüketici haklarının ve rekabet şartlarının korunması daha uygun bir şekilde yerine getirileceği düşünülmektedir.

Yeni Federal Dijital Ajansı' nın dayanak noktaları şu şekildedir: (BMWİ, 2016: 55-57).

- Kamu ve özel sektöre dair bütün yetkinlikler bir arada yürütülecek,
- Siyasal dijital gündem desteklenecek,
- Dijitalleşme becerilerinin sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

Ajansın görev aralığı ise şu şekildedir:

- Tüketici ve firmalar için eğitim ve danışmanlık,
- Pazar analizleri hakkında çeşitli raporlamalar,
- Tüketici şikâyetlerinin çözümünü sağlamak,
- Dijitalleşme yolundaki diğer ülkeler ile iletişim ağını genişletmektir.

3.6. Türkiye: Dijital Dönüşüm Projesi

Ülkemizde diğer ülkeler gibi Endüstri 4.0 sürecinden yararlanmak ve 2023 hedeflerine ulaşabilmek adına imalat sanayinde dijital dönüşüm başlatmıştır. Bu doğrultuda atılan adımlar şu şekilde gerçekleşmiştir:

3.6.1. Dijital Dönüşüm Gelişimi:

Türkiye’ de dijital dönüşüm, 2016 yılında 29. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) toplantısında 2016/101 numaralı kararın alınması ile başlamıştır. Kararın gerekçesi olarak gelecek üretim sistemlerinde dünya ile rekabet edilebilir yerli bir endüstri yapısına sahip olma çabası gösterilmektedir. Nitekim toplantının ana maddesi, akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmaların yapılması olarak belirlenmiştir.

İmalat sanayinde ileri teknolojilerin kullanılarak akıllı üretim sistemlerine geçiş yapılabilmesi amacıyla, (TUBİTAK, 2016).

- Ülkemizde yer alan ilgili sektörlerle beraber ve imalat sanayisine uygun bir şekilde uygulamaya yönelik eğitim, istihdam politikalarının yürütülmesi,
- Öncelikli alanlarda yapay zeka, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim gibi Endüstri 4.0 bileşenleri olan unsurların Ar-Ge yatırımlarının arttırılması için çalışmalar yapılması,
- Yerli endüstrinin belirtilen öncü teknolojileri kullanabilmesi ve üretebilmesi maksadıyla ilgili şirketlere yönelik teşvik, destek ve altyapı hizmetlerinin gerçekleştirilmesine karar verilmiştir

2016 yılında akıllı üretim sistemlerinin uygulanabilirlik seviyesinin oluşturulabilmesi adına ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesine bağlı “Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu” kurulmuştur. Platformun işlerlik kazanabilmesi adına da 6 adet çalışma grubu oluşturulmuştur. Platformun işleyiş yapısı şu şekilde oluşturulmuştur:

Platformun en üst organı olan İcra Kurulu, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı başkanlığında, TOBB, TİM, TÜSİAD, MÜSİAD, YASED ve TTGV Başkanlarından oluşmaktadır. Bu başkanlıklar ve çalışma grupları şu şekildedir (CDO WORLD, 2017).

İleri Üretim tekniklerinde MÜSİAD eğitim alanında, TTGV sanayide, dijital teknolojiler geliştirme alanında TÜSİAD, mevzuat, standardizasyon ve patent alanında YASED, Altyapısal çalışmalarda TOBB, açık inovasyon geliştirmelerinde ise TİM yer almaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 66-67).

Bu çalışma grupları ilgili alanlarda ve çeşitli vadelerde oluşturacakları raporlar ile sürecin gelişimini ortaya koymaya çalışmaktadırlar.

2017 yılında Türkiye’de imalat sanayinin dijitalleşmesine yönelik aşağıdaki gelişmeler yaşanmıştır:

- İmalat sanayinin dijital dönüşüm yetkinliğinin arttırılabilmesi adına “Sektör Odaklı Sanayi Hamlesi” başlatılmıştır.
- Dijital Dönüşüm Küresel Yönelimler Analizi tamamlanmıştır.
- Sanayinin dijital seviyenin anlaşılabilmesi adına anketler yapılmıştır.
- KOBİ’lerin ve girişimcilerin sanayinin dijitalleşmesi yolundaki sorunlarının giderilebilmesi adına çalışmalar yapılmıştır.
- İleri teknolojiye sahip sanayinin ihtiyaç duyacağı fabrikaların kurulabilmesi için Ankara, Bursa gibi çeşitli illerde dijital model fabrikaların yapımına başlanılmıştır.
- İleri teknolojiye uygun istihdam ihtiyacının giderilebilmesi amacıyla çeşitli teknik okullar ile iş birlikleri yapılmıştır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 62-63).

2018 yılında Türkiye’de imalat sanayinin dijitalleşmesine yönelik aşağıdaki gelişmeler yaşanmıştır:

- 2018 yılında Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Dijital Yol Haritası tamamlanıp yayımlanmıştır.
- Dijital dönüşümün eğitim alanı ile eşgüdümsel bir şekilde ilerleyebilmesi adına 10+5 araştırma üniversitesinde sürekli eğitim verilmesine yönelik protokoller imzalanmıştır.

Bu amaçla açılan ilk araştırma üniversiteleri: Ankara Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Erciyes Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (URL-24, 2017).

Beş tane de yedek olarak belirlenen araştırma üniversitesi belirlenmiştir: Çukurova Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi (URL-25, 2018).

Araştırma üniversiteleri belli periyotlar halinde uygulama esaslı bir komisyon tarafından izlenecek ve takip edilecektir. Şayet önceden belirlenen strateji ve hedeflerin

altında kalan bir üniversite olursa sistem dışına çıkartılarak yerine bu kapsamda yedek olarak belirlenen araştırma üniversiteleri eklenecektir (URL-26, 2017).

- Dijital dönüşümün uygulamasını artırabilmek adına KOSGEB ve TÜBİTAK programlarından yararlanılmıştır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 62-63).

- Türkiye'nin 2023 yılı hedefleri çerçevesince ve nitelikli insan gücü yetiştirme kapsamında uyguladığı eğitime yönelik programlardan birisi de 100/2000 YÖK Doktora Bursları Projesi' dir. Bu projenin hedefi 100 alanda 2000 doktoralı insan kanağı yetiştirmektir. Böylece yerli üretimin eğitim yoluyla katma değerinin artırılabilmesi amaçlanmaktadır (URL-27, 2016).

- Endüstrinin geliştirilmesinde eğitime yönelik atılan bu adımlar kapsamında 100/2000 YÖK Doktora Programına dijital teknoloji alanları eklenmiştir (URL-28).

- İmalat sanayinin gelişebilmesi adına TÜBİTAK ile iş birliği içerisinde dijital olgunluk seviyesini belirlemeye yönelik pilot çalışmalar yapılmıştır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

3.6.2. Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Yol Haritası

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2018 yılında yayımlanan Türkiye' nin Dijital Dönüşüm yol haritası kısa vadeli (1-2 yılı), orta vadeli (3-5 yıl), ve uzun vadeli (6-10 yıl) olmak üzere 3 aşamayı kapsayan bir planlamayı ifade etmektedir. Kısa vadeli olarak birinci aşamada, imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandıracak altyapısal desteklerin sağlanması amaçlanmaktadır. Orta vadeli olarak ikinci aşamasında, temeli atılan altyapısal çalışmaların güçlendirilerek bu süreci yaşayan diğer ülkeler ile oluşacak farkların önüne geçilmesi ve imalat sanayinde rekabet edilebilir seviyenin korunması hedeflenmektedir. Uzun vadeli hedeflenenler arasında ise, imalat sanayi üretiminde dünyadaki toplam üretimden daha fazla pay almak, dijital dönüşümün daha etkin bir şekilde hayata geçirilmesi ve uygulanması ile bölgesinde ve dünyada dijitalleşmede öncü bir yapıya sahip olmak vardır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 16-17).

3.6.3. Dijital Dönüşüm Yol Haritası Bileşenleri

Yol haritası 6 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar İnsan, Teknoloji, Altyapı, Tedarikçiler, Kullanıcılar, Yönetişim' dir. (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 126-127).

1) İnsan - Nitelikli İşgücü ve Kişi Yetiştirebilmek Adına Yapılan Dijital Eğitimler: Dijital teknolojiler, imalat sanayi dışında hayatın her alanında görülecek ve kullanılacaktır. Bu kapsamda dijital teknolojiler ile eğitim hayatının en alt kademesinden en üst kademesine kadar bilinçli kullanım sayesinde insanların daha nitelikli olması hedeflenmektedir. Ayrıca teknik, mesleki gibi uygulamaya yönelik çeşitli okulların Türkiye’ de istihdama katkı verebilecek eğitimlere de ilave olarak desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda nitelikli işgücü yetiştirilmesi adına planlanan uygulamalar özetlenecek olursa; (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 127-130).

- Dijital teknolojiyi kullanacak ve geliştirecek kişilerin eğitim yoluyla yetiştirilmesi,
- Dijital teknoloji eğitimcilerinin yetiştirilmesi,
- Dijital dönüşüm yolunda yeni yetkinlikler ile geliştirilmiş işgücünün sanayi ile tanıştırılmasının sağlanması,
- Dijital dönüşüm farkındalığının artırılması ve toplum tarafından kabullenilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Dijital dönüşümün gerçekleştirilmesi yolunda gelişimi sağlayacak ilgililerin iş birliğinin ve koordinasyonunun sağlanması amaçlanmaktadır.

Dijital Dönüşüm Yolunda İnsan Bileşeni ile Planlanan Uygulamalar ve Tahmin Edilen Sonuçlar

Planlanan Uygulamalar

- Eğitim merkezlerinde dijital teknoloji kullanıcıları yetiştirilecek,
- Üniversitelerde dijital teknoloji programları ve eğitimleri çoğaltılacak,
- Üniversitelerin dijital teknoloji alanlarında doktora öğrenimi desteklenecek,
- Eğitimcilere dijital yetkinlikler kazandırılması planlanacaktır.

Dijital Dönüşüm Yolunda İnsan Bileşeni Üzerine Yapılan Uygulamalar ile Uzun Vadede Ulaşılabilecek Tahmin Edilen Sonuçlar

- 100' e yakın dijital teknoloji temalı eğitim veren teknik meslek liseleri ve kolejlerin açılması,
- Dijital teknoloji altında eğitim veren 400'e yakın dijital teknoloji eğitmeninin yetiştirilmesi,
- Dijital teknoloji altında eğitim almış 100 bin meslek lisesi mezunu,
- Dijital teknoloji altında eğitim almış 5 bin doktora mezunu,
- Dijital teknoloji alanlarında eğitim veren 50 adet sürekli eğitim merkezinin açılması,
- Farkındalık programına katılan sanayi işletmelerinin sayısının 10 bin civarında olacağı,
- Endüstriyel imalat sürecine kazandırılmış nitelikli işgücü sayısının 300 bin olacağı tahmin edilmektedir.

2) Teknoloji Geliştirilmesi: Dijital dönüşüm çerçevesine uygun olarak, küresel bilgi alışverişi içerisinde işbirliği olacak bir ulusal teknolojik altyapı oluşturulması planlanmaktadır. Bu amaçla dijital dönüşüm Ar-Ge altyapı faaliyetleri ve uygulamaları desteklenmesi amaçlanmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 132-136).

Dijital Dönüşüm Yolunda Teknoloji Bileşeni ile Planlanan Uygulamalar ve Tahmin Edilen Sonuçlar

Planlanan Uygulamalar

- Dijital teknoloji alanlarına yönelik teknoloji yol haritaları hazırlanacak ve araştırma merkezleri kurulacak,
- Ar-Ge planlamaları uygulamalı olarak hazırlanacak,
- Girişimcilerin desteklenmesi ve yatırım için cesaretlenebilmeleri adına dijital girişimcilik destek programı başlatılacaktır.

Dijital Dönüşüm Yolunda Teknoloji Bileşeni Üzerine Yapılan Uygulamalar ile Uzun Vadede Ulaşılabilecek Tahmin Edilen Sonuçlar

- Öncelik verilmiş dijital teknoloji alanlarındaki uygulamalı araştırma merkezi sayısının 50'ye ulaşacağı,
- Dijital teknolojilerde uzmanlaşmış 60 bin Ar-Ge personelinin olacağı,
- Dijital teknolojiye yenilik programları çerçevesinde Ar-Ge merkezlerinde uygulanan dijital yenilik projeleri 2500 ve bu alanlarda tescil edilmiş patent sayısının 250 olacağı hedeflenmektedir.

3) Veri İletişim Altyapısının Oluşturulması: Dijitalleşme bilgi iletişim teknolojilerinin sağlıklı bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bunun yolu ise güçlü veri iletişim altyapılarına sahip olmak adına yapılan fiziki yatırımlara ve veri güvenliğinin uygulanabilirliğine sahip olmaktan geçmektedir. (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 136-150).

Dijital Dönüşüm Yolunda Veri İletişim Altyapısı ile Planlanan Uygulamalar ve Tahmin Edilen Sonuçlar

Planlanan Uygulamalar

- Dijital araçları kullanacak sanayiciler ile teknoloji üreticisi tedarikçilerin yüksek hızlı internete sahip olunması sağlanacağı,
- Veri iletişim ile ilgili uluslararası çalışmalar ile birlikte hareket edilerek destek olunması, bu doğrultuda ulusal standartların gelişmesinin sağlanması,
- Dijitalleşme ile birlikte önemi artacak siber güvenlik alanında çeşitli önlemler alınması,
- Ulusal anlamda oluşturulacak endüstriyel bulut platformu ile veri merkezlerine olan talepte artış yaşanması planlanmaktadır.

Dijital Dönüşüm Yolunda Veri İletişim Altyapısı Üzerine Yapılan Uygulamalar ile Uzun Vadede Ulaşılabilecek Tahmin Edilen Sonuçlar

- Endüstriyel üretimde bulunacak sanayi işletmeleri ile Teknoloji Geliştirme Bölgeleri gigabit/sn düzeyindeki erişim hızı ile internete bağlanacağı,
- İşletmelerin tamamının siber güvenlik alanlarında önlemlerini almış olacağı, ayrıca işletmelerin kullanmış olduğu 5G mobil iletişim teknolojilerinin yüzde 100 ulusal kaynaklardan temin edileceği,
- Endüstriyel imalat sürecindeki ulusal bulut teknolojisi kullanan sanayicilerin oranının yüzde 50 oranında artırılacağı tahmin edilmektedir.

4) Milli Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi: Dijital dönüşüm sürecinin devamlılığının sağlanması adına dijital teknoloji üreticilerinin ve tedarikçilerinin desteklenmesi bu sürecin bir zorunluluk haline gelmesine neden olmaktadır. Milli teknolojilerin desteklenmesi adına planlanan uygulamalar şu şekilde yer almaktadır: (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 149-151).

- Milli dijital teknolojiye sahip olan firmaların kayıt altına alınması,
- Dijital teknolojiye sahip olma imkânlarının geliştirilmesi,
- Dijital teknolojiyi geliştirecek uygulamaların uygun koşullarda oluşturulacak finansmanlar ile desteklenmesi planlanmaktadır.

Dijital Dönüşüm Yolunda Tedarikçiler Bileşeni Üzerine Yapılan Uygulamalar ile Uzun Vadede Ulaşılabilecek Tahmin Edilen Sonuçlar

- 1000' e yakın dijital teknoloji tedarikçisi oluşturulacağı,
- Ulusal teknoloji firmalarının 1 milyar dolar tutarında yatırım ile destekleneceği,
- Dijitalleşmenin gelişmesi adına 10 adet dijital teknoloji mükemmeliyet merkezi oluşturulacağı,
- Her yıl düzenlenecek teknoloji fuarları sayesinde teknoloji firmaları ve sanayicilerin buluşacağı, çeşitli işbirlikleri oluşturulması hedeflenmektedir.

5) Dijital Dönüşüm Kullanıcılarının Desteklenmesi: Teknoloji kullanıcıların desteklenmesi ile dijital dönüşüm sürecinin talep yapısı oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu sayede bilinçli kullanıcı grubu ile dijital dönüşüm sürecinin hızlandırılması amaçlanmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 153-155).

Dijital Dönüşüm Yolunda Kullanıcı Bileşeni ile Planlanan Uygulamalar ve Tahmin Edilen Sonuçlar

Planlanan Uygulamalar

- Dijital dönüşüm merkezlerinin açılması,
- Uygulanacak çeşitli dijital programlar ile imalat sanayisinde dijitalleşmenin yolunun açılması,
- KOBİ' lere bu süreçte çeşitli teknik danışmanlık yapacak kişilerin yetiştirilmesi,
- Dijital dönüşümün, pilot uygulamalar aracılığıyla yürütülmesidir. Bu kapsamda uygulamanın başlayacağı ilk il ise Gaziantep olarak planlanmıştır.

Dijital Dönüşüm Yolunda Kullanıcılar Bileşeni Üzerine Yapılan Uygulamalar ile Uzun Vadede Ulaşılabilecek Tahmin Edilen Sonuçlar

- 10 adet dijital dönüşüm merkezi açılacağı,
- Dijital dönüşüm merkezlerinden yararlanacak sanayi işletmelerin sayısı 7000 civarında olacağı,
- Dijital teknoloji kullanımında olgunluğa erişileceği düşünülen sanayi işletmesinin sayısı 2500 civarında olacağı ve bütün illerde dijital dönüşüm bilgi merkezleri açılacağı planlanmaktadır

6) Dijital Dönüşüm Yönetimsel Koordinasyonun Güçlendirilmesi: İmalat sanayinde dijital dönüşümün etkinliğini artıracak etkili bir dijital dönüşüm platformu' nun oluşturulması amaçlanmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 158).

Dijital Dönüşüm Yolunda Yönetişim Bileşeni ile Planlanan Uygulamalar ve Tahmin Edilen Sonuçlar

Planlanan Uygulamalar

Sanayide dijital dönüşüm platformunun kurumsallaştırılması planlanmaktadır. Kurulacak bu platformun içerisinde daimi olarak kurulacak küçük komiteler yer alacaktır. Bu komiteler: Dijital müfredat takip ve tavsiye komitesi, veri iletişim standartları komitesi, odak dijital teknolojiler komitesidir. Kurumsal yönetimi güçlendirecek bütün paydaşlar sistemde şu şekilde yer almaktadır: Milli Eğitim Bakanlığı, Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Çevre Şehircilik Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurulu, Türk Patent ve Marka Kurumu, TÜSİAD, TOBB, MÜSİAD, TİM, YASED, TTGV, TÜBİTAK, KOSGEB, Yüksek Öğretim Kurulu, TSE, Mesleki Yeterlilik Kurumu.

3.7. G-20 Ülkeler Topluluğu

G-20 topluluğu, 15-16 Aralık 1999 yılında Almanya' nın başkenti olan Berlin' de kurulmuştur. Bu topluluğa ait üye ülkeler: Türkiye, Amerika Birleşik Devleti, Japonya, Çin, Almanya, İngiltere, Fransa, Rusya, Endonezya, Suudi Arabistan, Hindistan, İtalya, Kanada, Meksika, Güney Afrika, Güney Kore, Arjantin, Avustralya, Brezilya ve Avrupa Birliği' dir (Asal, 2018: 71-104).

Her yıl gerçekleştirilen bu zirveye ülkeler devlet başkanları seviyesinde katılmaktadırlar. Ayrıca zirveye belirtilen ülkeler dışında Birleşmiş Milletler, IMF, Dünya Bankası, Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ), OECD, Uluslararası Sendikalar Konfederasyonu (ITUC), OECD Sendikal Danışma Komitesi (TUAC), Uluslar arası Çalışma Teşkilatı (ILO) ve Finansal İstikrar Kurulu (FSB)'de katılım sağlayarak temsil imkânı bulabilmektedirler. Aşağıda yer alan tabloda G-20 dönem başkanlığını üstlenen ülkeler, G-20 Liderler Zirvesi' nin gerçekleştiği şehirler ile yılları yer almaktadır.

Tablo 8: Yıllar İtibariyle G-20 Dönem Başkanlıkları

Dönem Başkanı Ülke	Zirve Şehri Dönem Başkanlığı	Yılı
Rusya Federasyonu	St. Petersburg	2013
Avustralya	Brisbane	2014
Türkiye	Antalya	2015
Çin	Hangzhou	2016
Almanya	Hamburg	2017
Arjantin	Buenos Aires	2018

Kaynak: (Asal, 2018: 71-104).

Bu topluluğun kurulma nedenlerinin başında, Asya kıtasında yer alan gelişmekte olan ülkelerin 1997-1998 yıllarında yaşadığı ve etkilerinin tüm dünyada hissedildiği ekonomik kriz gelmektedir. Yaşanan ekonomik krizin küresel anlamda tahmin edilemeyen bir yapıya kavuşmasında çeşitli kredi derece kuruluşları ve IMF’ nin yetersizlikleri gözler önüne serilmiştir. Yaşanan bu süreç, küreselleşmenin etkin bir idari yönetim altında birleştirilmesinin gereğini ortaya koymuştur. Bu sebeple daha önceden G-7 olarak oluşturulan ülkeler topluluğunun yapısı, gelişmekte olan diğer ülkelerin de bu gruba dâhil edilmesiyle, G-20 olarak yeniden bir grup altında yapılandırılıp düzenlenmiştir (Asal, 2018: 71-104).

3.8. G-20 Ülkeler Topluluğunun Amaçları

G-20 topluluğu küresel piyasalar aracılığıyla ülkelerin sağlıklı bir şekilde kalkınabilmeleri adına çeşitli sorumluluklar üstlenmiştir. Bu sorumluluklardan bazıları şu şekildedir: (Apak ve Yılmaz, 2010: 20-21).

- Küresel ekonomik dengesizlikleri ve krizleri engelleme amaçlı ve istikrara yönelik uzun vadeli makro ekonomik politikalar geliştirmek,
- Serbest piyasanın ve rekabet edilebilir yapının önündeki engellerin kaldırılması için çalışmak,
- Çeşitli ekonomik politikalar aracılığıyla, kaynakların etkin dağılımını gerçekleştirmek,
- Finans piyasalarının şeffaf, hesap verilebilir ve denetlenebilir bir yapıya sahip olması için çalışmak,
- Küresel ısınmayı tehdit edebilecek ve çevresel ortamı tehlikeye sürükleyecek üretim, tüketim alışkanlıklarından uzaklaşmak,
- Yoksulluk ve ayrımcılıkla mücadele adına sosyal ve eğitim politikalarına işlerlik kazandırıp ilgili alanlara ağırlık vermek,
- Hayatın daha adil bir şekilde sürdürülebilir bir seviyeye ulaşmasını sağlamaktır.

3.9. G-20 Ülkeler Topluluğu’ nun İdari ve Ekonomik Yapısı

G-20 yapısının daimi anlamda bir yönetim sekreteryası bulunmamaktadır. Bu nedenle faaliyetlerini değişimli başkanlık sistemine göre yürütmektedir. Bu sistem bir önceki yılın, mevcut yılın ve bir sonraki dönem başkanlıklarının oluşturduğu bir sistem içerisinde yürütülmektedir. Yürütülmekte olan bu sisteme ise “Troyka” adı verilmiştir (Yıldız, 2015: 70).

Farklı coğrafyalardan oluşan G-20 ülkeler topluluğunun sosyo-ekonomik yapısı incelendiğinde dünyanın gelişmiş veya gelişmekte olan öncü ülkeler arasında olduğu görülmektedir. Nitekim G-20 topluluğu, küresel ekonominin yüzde 85’ini, dünya ticaretinin de yüzde 79’ unu oluşturmaktadır (URL-29, 2017).

4. KRİTERLER

Bu çalışmada belirlenen Endüstri 4.0 kriterleri bir nedensellik ilişkisi ortaya konarak belirlenmiştir. Nitekim Endüstri 4.0 ile bağlantılı olarak; girişimcilik, inovasyon, rekabet edilebilirlik ve ileri teknoloji kaynaklı teknolojik gelişim kavramları birbirini desteklemekte ve bu kavramlar Endüstri 4.0 yapısına uygun kriterlerin seçilmesine yardımcı olmaktadır. Bahsedilen konulardaki bağlantıların ortaya konulduğu çalışmalar literatürde incelendiğinde: (TÜSİAD, 2016), (Kibritçioğlu, 1998.), (Sungur vd., 2016), (Soylu, 2018), (Kılıç ve Alkan, 2018), (Aydın ve Oral, 2016), (Bulut ve Akçacı, 2017), (Koca, 2018), (Açıkgöz, 2015), (Fikirli ve Çetin, 2015), (Zerenler ve vd., 2007). Çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bilişim altyapısı ve teknoloji alanının Endüstri 4.0 yapısının işleyişinde öneminin işlendiği literatürdeki çalışmalara ise; (Yıldız, 2018), (Özsoylu, 2017), (Ertuğrul ve Deniz, 2018), (Dengiz, 2017) örnek gösterilmektedir. Bu kapsamda Endüstri 4.0 yapısının unsurlarını oluşturan nitelikler çerçevesince incelenip belirlenen ve çalışmada kullanılması adına değerlendirmeye alınan kriterler: Açık Pazar Endeksi, Bilgi İletişim Teknolojileri Gelişme Endeksi, Birleşmiş Milletler E-Devlet Kalkınma Endeksi, Küresel Rekabet Endeksi, Şebekeleşmiş Hazır Bulunuşluk Endeksi, Küresel İnovasyon Endeksi, Küreselleşme Endeksi, Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi, Çalışma Çağındaki 15-64 Yaş Aralığının Toplam Nüfusa Oranı, Toplam Nüfus İçerisinde İnternete Bağlanma (Penetrasyon) Oranı, Yüksek Teknolojinin Toplam İhracat İçerisindeki Payı, Küresel Girişimcilik Monitörü, Çalışan Nüfus İçerisindeki Tarım Sektöründe Çalışan Oranı, Toplam Üretim İçerisindeki Orta-İleri Teknoloji Üretim Oranı olmak üzere toplamda 14 tane olarak belirlenmiştir.

Çeşitli kaynaklardan elde edilen bu kriterler aracılığıyla, G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0 yapısının mevcut durumu ve kendi aralarındaki sıralaması belirlenmesi amaçlanmıştır.

4.1. Bilgi İletişim Teknolojileri Gelişme Endeksi

Nesnelerin internetinin Endüstri 4.0 sürecinin vazgeçilmez bir parçası olduğu düşünüldüğünde bilgi iletişim teknolojilerinin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Dijital dönüşümde belirlenen hedeflere ulaşabilmenin, ülkelerin bilgi iletişim teknolojilerinin gelişip yaygınlaşmasıyla mümkün olacağı düşünülmektedir.

Bu endeks, bilgi iletişim alanındaki gelişmeleri belirlemek amacıyla ülkelerin talepleri doğrultusunda ilk kez 2009 yılında oluşturulup rapor şeklinde yayımlanmıştır. Endeks bilgileri UNESCO ile ülkeler tarafından toplanan verileri derleyerek rapor şeklinde her yıl yayımlanmaktadır. Ayrıca rapora ait verileri oluşturan ülke sayısı 2018 yılı itibarı ile 176' yı bulmuştur (URL-30, 2017).

Endeksin amaçları;

- Bilgi iletişim teknolojilerinin yıllar itibarı ile seyrini gözlemlemek ve elde edilen bulgular ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin karşılaştırılması,

- Bilgi iletişim alanında yaşanan teknolojik dijital farklılığın belirlenmesidir.

Endekse ait veriler 3 ana başlık içerisinde oluşturulan 11 gösterge üzerinden hesaplanmaktadır. Bu göstergeler ve ağırlık dereceleri şu şekildedir (URL-31, 2017).

1. 100 kişi başına düşen sabit telefon aboneliği % 8
2. 100 kişi başına düşen mobil telefon aboneliği % 8
3. İnternet kullanıcısı başına düşen uluslararası internet bant genişliği (bit/s) % 8
4. Bilgisayar kullanılan hane oranı (%) 8
5. İnternet erişimine sahip hane oranı (%) 8
6. İnternet kullanan birey oranı (%) 13,33
7. 100 kişi başına düşen sabit genişbant internet aboneliği (%) 13,33
8. 100 kişi başına düşen kablosuz genişbant internet aboneliği (%) 13,34
9. Ortalama okullaşma yılı (Referans değer 15 yıl) (%) 6,66
10. Ortaöğretimde brüt okullaşma oranı (%) 6,6
11. Yükseköğretimde brüt okullaşma oranı (%) 6,67

4.2. Birleşmiş Milletler E-Devlet Kalkınma Endeksi

E-Devlet kalkınma endeksi ülkelerin kamusal hizmetlerini sunarken bilgi ve iletişim teknoloji araçlarından yararlanma oranlarını ölçen bir veri bütünüdür.

Endeks bu veri demetini, kamu tarafından verilen online hizmetlerin nitelikleri, ilgili telekom altyapısının durumu ve insan gücünün gerekli donanıma sahip olması gibi kriterler çerçevesinde oluşturmaktadır.

Geliştirilen rapor iki yılda bir yayımlanmakla birlikte elde edilen veriler, UNESCO ile ülkelerin kendileri tarafından derlemiş oldukları verilerden oluşmaktadır (URL-32, 2018).

4.3. Küresel Rekabet Endeksi 4.0

Küresel rekabet endeks raporu, Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından yaklaşık 2005 yılından beri her yıl düzenli olarak yayımlanmakta ve içerisinde yaklaşık 140 ülke ekonomisinin verisi yer almaktadır. Raporun hazırlanma amacı ülkelerin rekabet edilebilir düzeye erişebilmek adına verimlilik düzeylerini belirleyen güçlü ve zayıf taraflarındaki etkenlerin belirlenmesi yoluyla yöneticilere bir yol gösterebilmektir.

2018 yılında yayımlanan raporun içeriğinde Endüstri 4.0 yeni küresel rekabetçilik başlığı ile dördüncü endüstri devrimine ayrıca önem ve anlam getirilmiştir. Bu sayede rapor ülkelerin üretim yapısı değişimindeki yapısal farklılıklara da ayrıca bir betimleme ve yol gösterici etki yapmıştır.

Endeks ile ilgili veriler elde edilirken ana başlıklar ve onların da altında yer alan çeşitli alt başlıklar şeklinde bir yol izlenmiştir. Bahsedilen alt başlıkları kapsayan bu dört ana başlık ise şu şekildedir: Beşeri sermaye, yenilenebilir çeşitli ekosistemler, piyasalar ve rekabet edilebilir ortamın sağlanması için gerekliliklerdir (URL-33, 2018: 1-15).

4.4. Şebekeleşmiş Hazır Bulunuşluk Endeksi

Bu endeks ülkeler tarafından verilen bilgi iletişim teknoloji hizmetlerinden ne şekilde yararlanıldığını ölçmektedir. Endeks bu kapsamda 139 ülkenin derlenmiş verilerini her yıl şebekeleşmiş hazır bulunuşluk endeks raporu adı altında yayımlamaktadır.

Rapor üç temel yapıdan meydana gelmektedir. Bunlar, ülkelerin bilgi ve iletişim teknolojileri için sağladığı ortam, ülkede yer alan kurumların bu teknolojik sistemlerden faydalanabilme potansiyeli ve kurumlar arasındaki bu teknolojilerin kullanılma potansiyelleridir.

Endeks hesaplanması aşağıda gösterilen 4 ana başlık altında oluşturulan çeşitli alt başlıklar ile oluşturulmaktadır:

- Çevresel faktörler,
- Dijital altyapısal hazırlık gelişimleri,
- Kurumlar ve kişilerin kullanım durumları,
- Bilgi iletişim alanını etkileyebilecek ekonomik ve siyasi etkilerdir.

Endeks ile ilgili veriler sağlanırken Birleşmiş Milletler, Dünya Bankası ve Uluslar arası Haberleşme Örgütü kurumlarından alınarak hazırlanmaktadır (URL-34, 2016: 1-10).

4.5. Küresel İnovasyon Endeksi

Küresel İnovasyon Endeksi raporu oluşturma kapsamında 2011 yılında bir danışma kurulu oluşturulmuştur. Danışma kurulu içerisinde çeşitli kuruluşların ki bunlar arasında Birleşmiş Milletler, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), STI Afrika Gözlemevi ile Afrika Birliği Komisyonu üyelerinden kişiler bulunmaktadır.

Endeks hesaplaması yapılırken elde edilen verilerin sayısı 30'u geçen ilgili mercilerden toplanmakta ve yedi temel nokta üzerinde inşa edilmektedir. Bunlar: Kurumlar, beşeri sermaye ve araştırma, altyapı, pazarda oluşan karışıklık, ticari olgunluk, teknolojik ve yaratıcı çıktılardır. Bu ana başlıklar daha sonra sayısı 80'i bulan alt başlıklara ayrılarak gösterge hesaplaması yapılmaktadır (URL-35, 2018).

4.6. Küreselleşme Endeksi

Endeks İsviçre Ekonomi Araştırmaları Enstitüsü tarafından hazırlanıp yıllık olarak yayımlanmaktadır. Rapor hazırlanırken küreselleşmenin getirmiş olduğu nedenler ve sonuçlar çeşitli şekillerde ele alınarak incelenir.

Endüstri 4.0 seviyesine gelmek ve bu süreci devam ettirmek iletişimin ve etkileşimin sürekliliğini devam ettirmek suretiyle gerçekleşebilmektedir. Küreselleşmeye neden olan etkenlerin hazırlanması kapsamında endeks, ilgili ülkelerin sosyal, ekonomik ve siyasi seviyelerini birbiri ile ilintili olacak şekilde ele alır ve inceler.

Çalışma toplamda 185 ülkeyi kapsamaktadır. Ayrıca incelenen üç endekse ilaveten aşağıda belirtilen beş alt endeks de hesaplama kapsamına alınmaktadır.

- 1- Gerçekleşen ekonomik olaylar,
- 2- Ekonomik yaptırımlar, kısıtlamalar ve boykotlar,
- 3- Karşılıklı bilgi alışverişleri,
- 4- Kişisel olarak gerçekleşen ve uygulanan iletişim akışı verileri,
5. Ülke ve toplumların kültürel olarak yakınlık dereceleridir (URL-36, 2015).

4.7. Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi

Yeni üretim sistemleri ve şeklinin değişmesi insanları farklı üretim tekniklerine itmiştir. Kendi projelerini hayata geçirmek isteyen insanların önündeki en büyük engellerden bir tanesi de çeşitli şekillerde gerçekleşen bir takım kurallar ve bürokratik engellerdir. Yeni projeler gerçekleştirerek dünyaya açılmak isteyen insanların Endüstri 4.0 dönemine özgü şekillerde gerçekleşen ekonomik girişimlerini, ülkelerin onlara tanıyacağı çeşitli teşvikler ve bir takım kanunsal düzenlemeler ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu endeks, Endüstri 4.0 gelişimini destekleyecek veriler içermesi dolayısıyla çalışma için ayrı bir önem arz etmektedir.

Fraser Institute tarafından 162 ülkenin verileri ile hazırlanıp yayımlanan Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi raporunda 5 ana başlık altında 42 tane alt başlık düzenlenmiştir. Ana başlıklar şu şekilde yer almaktadır.

- 1- Ülkelerin sağlamış olduğu ekonomik aktiviteler ile desteklemiş olduğu aktiviteler,
- 2- Ekonomi alanında sağlanan yasal düzenlemeler,
- 3- Yatırımcılar ve girişimcilerin kararlarını olumlu etkileyen ekonomik istikrarı sağlayan politikalar,
- 4- Ülkeler tarafından uluslararası alanda karşılıklı olarak sağlanacak ekonomik teşvik ve politikalar,
- 5- İş gücü alanında gerçekleştirilen sosyal haklardır (URL-37, 2016).

4.8. Çalışma Çağındaki 15-64 Yaş Aralığının Toplam Nüfus İçerisindeki Payı

Yeni üretim anlayışına ayak uydurmak günümüzde aktif olarak iş yaşamında yer alan işgücü tarafından gerçekleştirilecektir. Gelecek yeni nesiller ise bu değişimin kalitesini ve hızını artırarak yeniliğin vazgeçilmez yanını anlamamızı kolaylaştıracaktır.

Dijital dönüşüm ile farklılaşan dünyamızda, bu çalışmada kriter olarak belirlenen yaş aralığının toplam nüfus içerisindeki payının diğer ülkeler ile kıyaslanarak çalışma çağındaki nüfusun yoğunluğunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda günümüzde belirlenen toplam nüfus içerisindeki bu yaş aralığının çalışma hayatına etkisini

ve gücünü belirlediği için belirlenen oranın yüksek çıkması olumlu bir kriter olarak değerlendirilip hesaplamaya alınmıştır. Çalışma içerisinde kullanılan sayısal veriler Dünya Bankasından alınmıştır (URL-38, 2017).

4.9. Toplam Nüfus İçerisinde İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı

Endüstri 4.0 bileşenleri arasında yer alan öğelerin bir çoğu internet sayesinde kendi aralarında ve dışarıyla bağlantı kurarak iletişim kurmaktadır. İnternet ağının yaygınlaşması ile birlikte yeni üretim sistemlerinin hayata geçirilmesi mümkün olabilmektedir. Belirtilen nedenlerden dolayı çalışmada, toplam nüfus içerisinde internet penetrasyonu (bağlanma oranı) kriter olarak seçilmiştir.

Kriter toplam nüfusta internet kullanıcı sayısının oranlanarak ölçümünü yapmaktadır. Belirlenen oranın fazla olması olumlu bir değer olarak çalışmada değerlendirilmiştir (URL-39, 2018).

4.10. Yüksek Teknolojinin Toplam İhracat İçerisindeki Payı

Endüstri 4.0 ile başlayan ve hayatımızın her alanını etkileyeceğine inanılan değişimde yeni teknoloji üretimi ve dolayısıyla başka ülkelere ihracat çok önemlidir. Ülkelerin toplam ihracat içerisinde ileri teknoloji payının yüksek olması üretimdeki katma değeri artıran bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır.

Katma değeri artıran ileri teknolojiler ve bunun getirmiş olduğu kazançlar, tekrardan yeni teknolojilerin gelişmesine ve ülkelerin Endüstri 4.0 dönemine uygun bir yapıya sahip olmasına neden olacaktır. Bu nedenle bahsedilen kriter oranının yüksek olması çalışmada olumlu bir değerlendirme içerisinde yer almasına neden olmuştur (Çelik vd. 2018: 91).

4.11. Küresel Girişimcilik Monitörü

GEM (Global Entrepreneurship Monitor) 1999 yılından beri her yıl düzenli olarak belirli bir düzende toplanan veriler aracılığıyla raporlar yayımlamaktadır. Ülkelerin girişimcilik ile ilgili verileri anket yoluyla toplanmaktadır. Bu anketler iki bölümden oluşmaktadır: Yetişkin Nüfus Anketi (APS) ve Ulusal Uzman Anketi (NES)'dir.

Yetişkin nüfus anketi her ülkede en az 2000 kişiye, ulusal uzman anketi ise en az 36 alanında uzman kişiye uygulanmaktadır. Toplanan veriler her ülkede verilerden sorumlu akademik veya araştırma kurumu tarafından yönetilen ve “Milli Takım” ile temsil edilen bir grup tarafından, Global Girişimcilik Araştırma Derneğine (GERA) verilerin denetlemesi amacıyla gönderilir (URL-40, 2017).

GEM verileri toplarken iki unsur üzerinde durmaktadır:

- Girişimci davranış ve tutumlar,
- Ulusal düzen içerisinde yer alan kuralların girişimciliği nasıl etkilediğidir.

Toplanan veriler ile ülkeler arasında karşılaştırmalı olarak girişimcilik faktörü değerlendirilmektedir. Girişimciliğin yaygınlaşmasının yaşanan endüstri devrimi içerisinde önemi ve değeri ülkeler tarafından iyi anlaşılması kavranması gerekmektedir. Çalışmada bahsedilen oranın yüksek olması olumlu bir değerlendirme içerisinde yer almaktadır.

4.12. Çalışan Nüfus İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı

Endüstri 4.0 ile yeni üretim anlayışında istihdam yapısı değişmektedir. Artık kalifiyesiz işgücü bu üretim anlayışında verimlilik ve karlılık sebebiyle düşünülmemektedir. Onun yerine bu işi üstlenebilecek otonom robotlar yer alacaktır. Fakat burada bahsedilen insanın üretim anlayışı içerisinde silinmesi değildir. Kalifiyeli iş gücü ve mühendisler robotların yetersiz kaldığı noktalarda ve denetim aşamasında devreye girip üretim içerisinde bir bütünü oluşturmaya devam edeceklerdir.

Tarım alanında iş gücünün toplam nüfus içerisindeki payının yüksek olması, üretim alanında Endüstri 4.0 üzerindeki gelişimin önündeki en büyük engellerden bir tanesi olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda, bahsedilen oranın yüksek çıkması çalışmada bahsedilen gerekçelerden dolayı olumsuz olarak değerlendirilmiştir (URL-41, 2017).

4.13. Toplam Üretim İçerisindeki Orta-İleri Teknoloji Üretim Oranı

Günümüzde gerçekleşen ve gelecekte bir bütünleşik yapı olarak karşımıza çıkacak yeni üretim anlayışına ancak orta ve ileri düzey teknoloji üretimi ile ulaşılması mümkün olacaktır. Üretilen ve katma değeri yüksek olan teknolojiler ülkelerin kalkınmasına öncülük ederken diğer taraftan da insanların daha refah bir şekilde yaşamasına neden

olmaktadır. Bu kapsamda ülkelerin bu alandaki verilerinin yüksek olması çalışmada olumlu bir şekilde değerlendirilerek yorumlanmıştır (URL-42, 2015).

4.14. Açık Pazar Endeksi

Açık Pazar Endeksi, ülkelerin ticaret ve yeniliklere açıklıklarını ölçebilmek amacıyla Uluslararası Ticaret Odası tarafından iki yılda bir oluşturulmaktadır.

2017 yılında yayımlanan raporda 4 ana kriter üzerinde durulmuştur. Bunlar;

- Ticaret politikası
- Ticaret politikalarındaki açıklığın gözlenmesi
- Doğrudan yabancı yatırım
- Ticarete imkân veren altyapısal çalışmalardır.

Endeksin verileri: Uluslararası kuruluşların veritabanları, Dünya bankasının araştırmaları ve uluslararası ticaret merkezi verilerinden oluşmaktadır (URL-43, 2017).

5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (ÇKKV) TEKNİKLERİ

5.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

ÇKKV teknikleri, birbiri ile aynı olmayan zıt kriterlerin karşılaştırılması ile çözülmek istenilen sorulara uygun bir şekilde seçim yapılabilmesini sağlayan kavram şeklinde tanımlanabilir. Bu karşılaştırmalar belirli teknik ve yöntemler aracılığıyla bir kurala dayalı olarak geliştirilir ve bir sonuca ulaşılır.

Genellikle girişimciler ve işletmecilerin birçok alanda süregelen faaliyetlerinde oluşan karar verme süreçlerindeki alternatif seçeneklerin artması kendilerini zamanla bu sürecin ortaya çıkmasını sağlamıştır. İşletmeler karar verme süreçlerinde kendilerine olumlu katkıda bulunacak güvenilir bilgilere bilimsel teknikler kullanarak çeşitli seçeneklerin arasından en uygun ve anlamlı olanı seçmektedir. Birçok alternatif alanda kullanılan bu yöntem ile işletmeler önemli fayda sağlamaktadır (Yücel, 2018: 30).

ÇKKV, alternatiflerin birden fazla kriter değerlerine göre değerlendirildiği çeşitli kurallar bütünüdür. Bu nedenle bir sorunun ÇKKV olarak çözüme kavuşturulması için en az iki tane kriter ve iki tane alternatif çözümün olması gerekmektedir (Yücel, 2018: 31).

ÇKKV, hayatın her alanında karar verme süreçleri aşamasında karşımıza çıkabilmektedir. Örneğin bir araba alırken fiyat, model, kilometre, arıza kaydı gibi niteliklere dikkat edilmesi veya benzer bir şekilde belirlenen bir ev alınırken evin bulunduğu konum, fiyat, eve yakın olan alışveriş ve sağlık merkezleri, ulaşım gibi kriterlerin değerlendirilmesi söz konusu olabilmektedir (Öztel, 2016: 7).

5.2. Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Temel Faydaları

1-ÇKKV birbirinden farklı niteliklere sahip kriterleri karar verilirken bir bütün olacak şekilde değerlendirmektedir.

2- ÇKKV var olan sorunun çözümün yapılandırılmasında etken bir faktör olarak ön plana çıkar.

3- Yapılan analizler ile duygulara dayanan tahminsel sezgileri kendisine tamamlayıcı bir nitelik olarak görmekte ve onların yerlerini almamaktadır.

4- Yoğun ve karmaşık problemleri yapılan analizler ile şeffaf ve anlaşılabilir çözümler seviyeye getirmektedir (Eş, 2013: 6).

5.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Genel Özellikleri

ÇKKV birbirinden farklı ve birden fazla kriterin çeşitli alternatiflerin arasından en uygun olanın seçilmesidir. Alternatifler arasından en uygun olanlarının karar verilmesindeki nitelikleri şu şekilde belirtilir:

1- Ulaşılmak istenilen sonuçlar

2- Karar verecek gruplar

3- Birbirinden bağımsız değişkenler ve karar verilecek ortamlar

4-Alternatif kriterler ve kısıtları

5-Karar alternatifleri

Bir karar matrisi oluşumunun içerisinde: kriterler, alternatifler ve kriterlerin önem derecelerini gösteren ağırlıklar vardır (Eş, 2013: 6).

Birbirinden farklı nitelikte ÇKKV problemi oluşmaktadır. Bütün bu problemlerin ortak niteliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

Seçim Problemi: Karar alınma aşamasında alternatifler arasından en iyi seçeneğin veya seçeneklerin belirlenme aşamasıdır. Bir topluluk içerisinde faaliyet yürütecek kişilerin belirlenmesi bu aşamaya bir örnek olarak gösterilebilmektedir.

Sıralama ve Sınıflandırma Problemi: Daha önceden belirlenen seçeneklerin belirli niteliklere göre kategorize ve sınıflandırılma yapılma aşamasıdır.

Derecelendirme Problemi: Bu aşamada kısmen veya tamamen ölçülebilir yeterliliğine sahip seçenekleri ifade etmektedir. Örneğin, çeşitli ülkelerin kalkınma seviyelerinin farklı kriterlere göre derecelendirilmeye tabi tutulması bu probleme örnek gösterilebilir.

Problemlerin Açıklanması: Bu aşamada karar verici karşılaşılan problemlerin çözümüne ilişkin sonuçlar elde etmektedir (Demirci, 2017: 65).

Çok sayıda ÇKKV metodu var olmakla birlikte ortak olarak kullanılan planlamalar şu şekildedir.

Karar Verici: Problemin çözüme ulaşması çerçevesince planlanan kriterler ile alternatifleri değerlendiren kişiye denilmektedir.

Kriter: Önceden belirlenen alternatiflerin performans değerlendirilebilmesi için gerekli olan bir ölçüt olarak nitelendirilmektedir. Belirlenen sorunların yapısına göre farklılık göstermektedirler.

Kriterin Ağırlıkları: Kriterlerin karar vericilere göre ifade ettikleri önem sırasını ifade etmek için kullanılmaktadır. Karar vericilere göre her kriter aynı önem derecesine sahip olmamakta ve bu nedenle de kriterlerin ağırlık ve önem sıraları farklılık arz etmektedirler.

Alternatifler: karar vericinin çeşitli sayıda ve çeşitte olabilen seçeneklerin arasından tercih edebileceği değerleri ifade etmek için kullanılır.

Nitelikler: Nitelikler karar vericiler tarafından problemin sağlıklı çözümlenebilmesi adına anlaşılır bir şekilde nitelendirilmelidir. Problemlerde belirlenen alternatiflerin nitelikleri birden fazla sayıda ve hiyerarşik yapıda olabilmektedir. Örneğin cep telefonu alacağımızı değerlendirdiğimizde cep telefonu alternatifin nitelikleri işlemci hızı, bellek, kamera sistemleri, fiyat gibi öğelerdir.

Amaçlar: Bu terim karar vericinin problemin sonucunda ulaşmak istediği sonucu ifade etmek için kullanılır. Amaca ulaşmak adına karar verici değerleri maksimum veya minimum şeklinde nitelendirmektedir.

Karar Matrisi: ÇKKV bir matris formatında ifade edilir. Bu matrisin içerisinde kriter, kriter ağırlıkları gibi temel unsurlar mevcuttur (Dursun, 2018: 28-30).

5.4. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Ağırlıklandırma Yöntemleri

Karar verilirken önceden belirlenen kriterler karar vericiler açısından her zaman aynı önem derecesine sahip olmayabilmektedir. Bu aşamada karar vericiler problemlerin çözümünde sağlıklı sonuçlar elde edebilmek adına kriterlerin ağırlıklandırılmasında pek

çok farklı yöntemden faydalanılır. Bu bölümde ağırlıklandırma yöntemlerinden Entropi yöntemi incelenip anlatılmıştır (Demirci, 2017: 68).

5.4.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi başta sayısal bilimlerde olmak üzere sosyal alanların da konusuna giren birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kavram olarak ilk kez 1865 yılında Rudolph tarafından Termodinamik alanında kullanıp geliştirilmiştir. Entropi daha sonra 1865 yılında Cladue E. Shannon tarafından Enformasyon alanına uyarlanmıştır (Ömürbek ve Karataş, 2018: 179).

Entropi Ağırlık Yöntemi diğer ağırlıklandırma yöntemlerinin aksine elinde bulunan verileri objektif bir şekilde hesaplayan bir yöntemdir. Ayrıca bu teknik içerisindeki Entropi ağırlıklandırma derecesi arttıkça endeksten yararlanma oranı da aynı şekilde artmaktadır. Bu faydalarından dolayı ÇKKV yöntemlerinde son yıllarda kullanımının arttığı görülmektedir (Ömürbek ve Karataş, 2018: 179).

Entropi Ağırlık Yöntemi hesaplanışının hesaplama adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1. Standart Karar Matrisinin Oluşturulması: X_{ij} değerlerinden oluşan ve D ile gösterilen karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi aşağıda gösterilmiştir (Ömürbek ve Karataş, 2018: 179-181).

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ X_{j1} & X_{j2} & \dots & X_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

A_i satırındaki değerler i. alternatifin tüm kriterlere göre başarı değerlerini, X_i sütunundaki değerler ise i. kriterlere göre tüm alternatiflerin başarı değerlerini göstermektedir.

Adım 2: Kriterler farklı ölçeklere sahip olduklarından, değerlendirme yapılabilmesi için ölçekten arındırılması gerekmektedir. Bu nedenle karar matrisi (5.1) numaralı eşitlik yardımıyla normalize edilmiş karar matrisine dönüştürülür.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (5.1)$$

Bu eşitlik ile r_{ij} ve $m \times n$ yardımı ile normalleştirilmiş karar matrisi elde edilir. Her bir kriter için belirsizlik ölçüsü yani entropi değeri aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

Adım 3: Her bir değer için Entropi değeri eşitlik (5.2) yardımıyla hesaplanır.

$$e_j = - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \quad (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (5.2)$$

Adım 4: Eşitlik (5.3) yardımıyla Entropi değerlerinin kriter ağırlıklarının hesaplanması:

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)}, \quad (j=1, \dots, n) \quad (5.3)$$

Burada W_j değeri j. kriterin ağırlığıdır ve aynı zamanda $\sum_{j=1}^n W_j = 1$ bu kavramdır.

5.5. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Ağırlıklandırma Yöntemleri

5.5.1. TOPSIS Yöntemi

ÇKKV tekniklerinden birisi olan TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde en iyi alternatif, pozitif (ideal) alternatif'e en yakın, negatif (anti-ideal) alternatife en uzak mesafede olması gereken şekilde geliştirilip kullanılmaktadır (Jadidi vd. 2008: 763).

Adım 1: Karar matrisi oluşturulması: Bu aşamada değerlendirmeye esas kriterler ile ağırlık katsayıları hesaplanarak matris formatında gösterilir (Akyüz vd. 2011: 78-80).

$$D = \begin{bmatrix} A_1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ A_2 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_i & X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalleştirilmesi: Bu işlemin amacı birbirinden farklı ölçekteki kriterlerin arındırılarak karşılaştırılabilir hale gelmesini sağlamaktır. Bu amaçla kritere ait veriler kriterlerin kareleri toplamının kareköküne bölünmektedir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (5.4)$$

Adım 3: Normalleştirilmiş karar matrisinin ağırlıklandırılması: Bu adımda karar verici matris'te yer alan sütun değerlerini ifade eden ağırlık değerleri ile çarpılır ve bu şekilde ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir.

$$V = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ V_{j1} & V_{j2} & \dots & V_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \cdot X_{11} & W_2 \cdot X_{12} & \dots & W_n \cdot X_{1n} \\ W_1 \cdot X_{21} & W_1 \cdot X_{13} & \dots & W_n \cdot X_{2n} \\ W_1 \cdot X_{i1} & W_1 \cdot X_{14} & \dots & W_n \cdot X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_1 \cdot X_{m1} & W_1 \cdot X_{m2} & \dots & W_n \cdot X_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.5)$$

Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin oluşturulması: Bu adımda pozitif ve negatif ideal değer aralığı belirlenir. Böylece en çok tercih edilen alternatif (ideal çözüm) ve en az tercih edilen alternatif (negatif ideal çözüm) oluşturulmuş olur.

$$A^* = \{(max v_{ij} | j \in J), (min v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, \dots, m\} \quad (5.6)$$

$$A^- = \{(min v_{ij} | j \in J), (max v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, \dots, m\} \quad (5.7)$$

J fayda kriterlerinin, J maliyet kriterlerinin indeks setidir.

$$J = \{j = 1, 2, \dots, n | j \text{ fayda kriterine aittir.}\}$$

$$J' = \{j = 1, 2, \dots, n | j \text{ maliyet kriterine aittir.}\}$$

Adım 5: Ayırma Ölçüsü Hesaplanması: İki alternatif arasındaki uzaklık farkı aşağıdaki ayırma ölçüsü (5.8) ve (5.9) eşitliklerinin yardımıyla hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i=1, \dots, m \quad (5.8)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1, \dots, m \quad (5.9)$$

Adım 6: İdeal çözüm için nispi yakınlığının hesaplanması: İdeal çözüme yakınlık aşağıdaki eşitlik (5.10) yardımıyla hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i=1, \dots, m \quad (5.10)$$

Adım 7: Yakınlık Değerinin Sıralanması: Hesaplanan yakınlık değeri 0 ile 1 arasında değer alır ve büyükten küçüğe doğru sıralanır, alternatifler arasında uygunluk açısından bakıldığında öncelik sıralamaları böylece belirlenmiş olur. $0 \leq C_i^* \leq 1$.

TOPSIS uygulaması örneği: Aşağıda 3 farklı arabanın 4 tane kriter üzerinden değerlendirildiği bir örnek TOPSIS karar matrisi oluşturulup sıralama belirlenmiştir. Tablo'da belirtildiği üzere ilk başta bir karar matrisi oluşturulur.

Tablo 9: TOPSIS Yöntemi Karar Matrisi Örneği

	Arabanın Yaşı	Fiyatı (TL)	Kilometresi	Motor Gücü (CC)
X	8	55000	30000	1200
Y	4	65000	15000	1600
Z	6	58000	45000	1800

Yöntem bahsedildiği üzere karar matrisinin normalize edilmesiyle başlamaktadır.

Tablo 10: TOPSIS Yöntemi Normalize Edilmiş Karar Matrisi Örneği

	Arabanın Yaşı	Fiyatı (TL)	Kilometresi	Motor Gücü (CC)
X	0,742781353	0,533854795	0,534522484	0,445976488
Y	0,371390676	0,630919303	0,267261242	0,594635317
Z	0,557086015	0,562974147	0,801783726	0,668964732

Karar matrisini, kriterlere göre ağırlıklandırmak için aşağıdaki değerler kullanılmıştır:

Tablo 11: TOPSIS Yöntemi Ağırlıklandırılmış kriterler Örneği

Kriter	Arabanın Yaşı	Fiyatı (TL)	Kilometresi	Motor Gücü (CC)
Q	0,3	0,15	0,4	0,15

Normalize edilmiş karar matrisleri belirtilen oranlarda ağırlık dereceleri ile değerlendirilir.

Tablo 12: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş TOPSIS Karar Matrisi Örneği

	Arabanın Yaşı	Fiyatı (TL)	Kilometresi	Motor Gücü (CC)
X	0,742781353	0,533854795	0,534522484	0,445976488
Y	0,371390676	0,630919303	0,267261242	0,594635317
Z	0,557086015	0,562974147	0,801783726	0,668964732

Ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş karar matrisi Tablo 12’ de yer aldığı üzere düzenlenmiştir.

Tablo 13: TOPSIS Yöntemi İdeal ve Negatif İdeal Değerlerin Belirlenmesi Örneği

	X	Y	Z
Si+	0,186	0,14754556	0,167125804
Si-	0,158522601	0,214367969	0,057109459
Ci	0,460122501	0,592318197	0,254685449

Tablo 14: TOPSIS Yöntemi İdeal Alternatife Göre Uzaklık Dereceleri Örneği

	Arabanın Yaşı	Fiyatı (TL)	Kilometresi	Motor Gücü (CC)
A*	0,222834406	0,08	0,107	0,067
A-	0,111	0,095	0,321	0,1

Değerlendirmesi yapılan alternatifler ile arasında olan uzaklığı ölçebilmek adına gerekli ayırma ölçüleri ve uzaklıklar hesaplanmış ve uygunluk sıralamaları belirlenmiştir. Bu kapsamda Alternatiflerin uygulama sonrasındaki sıralamaları $Y > Z > X$ şeklinde olmuştur.

5.5.2. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE kelimesi gerçeği yansıtmak amacıyla yapılan elemenden gelmektedir. Bu yöntemde iki çeşit endeks yer almaktadır. Bunlar uyum ve uyumsuzluk endeksleridir. ELECTRE bu endekslerin değerlendirilmesinde birçok alanda kullanılmaktadır (Ömürbek vd. 2015: 57).

ELECTRE metodu problemlere getirmiş olduğu esnek çözümler ile bazen çeşitli alternatifler arasında ayırım yapılmadan, farklı sonuçlar elde etmektedir. Bu nedenle fazla sayıda alternatiflerin yer aldığı problemlerin alternatiflerin sayısını azaltması dolayısıyla ELECTRE yönteminin bu gibi durumlarda daha kullanışlı ve uygun olduğu belirtilmiştir (Demirci, 2017: 76).

Bu metodun uygulamasında iki temel ilke yer almaktadır. Bunlardan birincisi alternatiflerin ikili kıyaslanmaları sonucunda uyum ve uyumsuzluk eşiklerinin belirlenmesi, ikincisi ise alternatifler arasındaki üstünlüklerin uygun bir durumda olacak şekilde karar verici tarafından elde edilmesidir (Ömürbek vd. 2015: 57).

ELECTRE metodu toplamda 7 adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması: Aşağıdaki matrisin satırlarında üstünlükleri belirtilmek istenen alternatifler, sütunlarında ise karar vermede yer alacak değerlendirme maddeleri yer almaktadır.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ X_{j1} & X_{j2} & \dots & X_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalleştirilmesi: Aşağıdaki eşitlik (5.11) yardımıyla karar matrisleri normalleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (5.11)$$

Adım 3: Normalleştirilmiş karar matrisinin ağırlıklandırılması: Normalize edilmiş karar matrislerindeki kriterlerinin ağırlıkları ile çarpılması sonucu normalleştirilmiş ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.12)$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 \cdot X_{11} & W_2 \cdot X_{12} & \dots & W_n \cdot X_{1n} \\ W_1 \cdot X_{21} & W_1 \cdot X_{13} & \dots & W_n \cdot X_{2n} \\ W_1 \cdot X_{i1} & W_1 \cdot X_{14} & \dots & W_n \cdot X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_1 \cdot X_{m1} & W_1 \cdot X_{m2} & \dots & W_n \cdot X_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.13)$$

Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin oluşturulması: Alternatifler kıyaslanma amaçlı ikiye ayrılır ve ikili karşılaştırma yapılır. Bu yöntemde her uyum setinin karşısında bir uyumsuzluk seti vardır. Böylece her ikisi de eşit sayıda mevcut bulunmuş olmaktadır.

A_k ve A_l ($1, 2, \dots, m$ ve $k \neq l$) Uyum kümesinde A_k alternatifi A_l e tercih edilir.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\} \quad (5.14)$$

A_k alternatifi, A_l den daha kötü bir alternatif ise “uyumsuzluk” kümesi oluşturulur.

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, j = 1, \dots, n \quad (5.15)$$

Adım 5: Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulması: Uyum ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulurken 4. Adımda oluşturulan uyum ve uyumsuzluk setlerinden yararlanılır.

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j \quad (5.16)$$

$$\text{Uyum Matrisi } C = \begin{bmatrix} - & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & - & \dots & C_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & - \end{bmatrix}$$

$$D_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (5.17)$$

$$\text{Uyumsuzluk Matrisi } \mathbf{D} = \begin{bmatrix} - & D_{12} & \cdots & D_{1m} \\ D_{21} & - & \cdots & D_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{m1} & D_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$

Adım 6: Uyum ve uyumsuzluk eşik değerlerinin belirlenmesi: Uyum eşik değeri aşağıdaki eşitlik (5.18) yardımıyla elde edilir.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl} \quad (5.18)$$

Eşitlikte m simgesi karar noktası sayısını göstermektedir. Başka bir ifade ile anlatmak gerekirse $\underline{c}$ değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile C matrisini oluşturan değerlerin toplamının çarpımına eşittir.

Uyumsuzluk eşik değeri $\underline{d}$ aşağıdaki eşitlik (5.19) yardımıyla bulunur.

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad (5.19)$$

Eşitlikteki $\underline{d}$ değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile D matrisini oluşturan değerlerin toplamının çarpımına eşittir.

Adım 7: Karar Noktalarının Kendi Aralarındaki Üstünlüklerinin Belirlenmesi:

C ve D matrislerinin öğeleri birbirlerinin eşik değerleri ile karşılaştırılır. $\underline{c}$ ve $\underline{d}$ değerlerinden büyük olanlar 1'e bu değerlerden küçük olanlar ise 0'a eşitlenir. Böylece uyum ve uyumsuzluk matrisleri elde edilmiş olur.

5.5.3. MOORA Yöntemi

MOORA yöntemi, ilk kez 2006 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından yayınlanan "the MOORA method and its application to privatization in a transition economy" isimli makale ile uygulamaya konulmuştur (Yavuz vd. 2017: 4).

Bu yöntem diğer ÇKKV tekniklerine nazaran hesaplaması daha basit, kullanışlı, güvenilir ve anlaşılır olduğundan dolayı analizlerde çok tercih edilen türlerden birisidir.

MOORA yöntemi iki yapıdan meydana gelmektedir. Bunlar oran sistemi ve referans noktası yaklaşımıdır (Bircan vd. 2018: 85-86).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ X_{j1} & X_{j2} & \dots & X_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalleştirilmesi: Aşağıdaki eşitlik (5.20) yardımıyla karar matrisi normalleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (5.20)$$

Adım 3: Optimizasyon amaçlı maksimizasyon ve minimizasyon değerlerinin hesaplanması: Bu aşamada maksimize edilecek ve minimize edilecek kriterlere ulaşılması amaçlanılır. Elde edilen veriler üzerinden değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak en iyi alternatife karar verici tarafından karar verilir. Bu kapsamda en yüksek değere sahip olan alternatif birinci, en düşük değer sahip olan alternatif ise sonuncu olarak ifade edilmektedir.

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_i^* - \sum_{j=g+1}^n x_i^* \quad (5.21)$$

5.5.4. COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi ilk kez 1996 yılında, Zavadskas ve Kaklauskas tarafından karmaşık oransal değerlendirme adı altında uygulanmıştır. Bu yöntem değerlendirmeye tabi olan kriterlerin önem ve yarar dereceleri gözetilmek suretiyle bir sıralamaya tabi tutulmaktadır (Podvesko, 2011: 137).

COPRAS yöntemi alternatifler arasındaki fayda derece farklarını göstermektedir. Ayrıca problem içerisinde yer alan alternatifler arasında karşılaştırma suretiyle hangi alternatifin daha iyi ve kötü olduğunu yüzde olarak değerlendirir (Zavadskas vd 2008: 242-243; Podvezko 2011: 138-139).

COPRAS uygulaması kolay olduğundan ve çeşitli alternatifler arası sıralama ve değerlendirme yapmasından dolayı ÇKKV tekniklerinde çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Ömürbek ve Balcı, 2017: 16).

Bu çalışmalar arasında; Yatırım alanı projeleri için seçim değerlendirilmesi (Popovic, vd, 2012), konut alanlarının seçimi (Mulliner, vd, 2013), takım tezgahı seçimi (Nguyen vd., 2014), kırsal alanlarda bina yapısının değerlendirmesi çalışması (Zolfani, Zavadskas, 2013), petrol üreten şirketlerin performans sıralaması (Rabbani vd., 2014), personel seçimi sıralaması (Zolfani vd., 2012), farklı normalizasyon yöntemlerinde tercih sıralaması (Özdağoğlu, 2013b), enstitü performansının değerlendirilmesi (Das, vd, 2012), uzun ömürlü evlerde ekonomik modernleşme çalışması (Staniunas vd., 2013), sosyal medya platformlarının tercihi (Tavana vd, 2013), imalat işletmeleri için eksantrik pres, alternatiflerinin değerlendirilmesi (Özdağoğlu, 2013a) çalışmaları sıralanabilir.

COPRAS yönteminin adımları şu şekilde sıralanmaktadır (Şahin ve Öztel, 2017);

A_i : i. alternatif	$i= 1,2, \dots, m$
C_j : j. değerlendirme kriteri	$j= 1,2, \dots, n$
W_j : j. değerlendirme kriterinin önem düzeyi	$j=1,2, \dots, n$
X_{ij} : j. değerlendirme ölçütü açısından i. alternatifin değeri	

Adım 1: Öncelikle karar matrisi oluşturulur.

$$X_{ij} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & \dots & A_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrisinin normalleştirilmesi: Eşitlik (5.22) yardımıyla karar matrisi normalleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (5.22)$$

Adım 3: Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisinde yer alan değerlendirme kriterlerinin ağırlık değerleri (w_j) ile normalize edilmiş

karar matrisi çarpılarak d_{ij} olarak adlandırılan ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$D' = d_{ij} = x_{ij} \times w_j \quad (5.23)$$

Adım 4: Faydalı ve faydasız kriterlerin hesaplanması: Bu aşamada faydalı kriterler çalışmanın amacına ulaşmasındaki en yüksek değerleri ifade etmektedir ve S_{i+} olarak simgelenmektedir. Faydasız kriterler ise faydalı kriterlere göre düşük değerler alan değerleri ifade etmek için kullanılır ve S_{i-} olarak simgelenir. Kriterlerin hesaplanması aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

Faydalı kriterler:

$$S_{i+} = \sum_{j_i}^k d_{ij} = 1, 2, \dots, k \text{ faydalı kriterler} \quad (5.24)$$

Faydasız kriterler:

$$S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j = k + 1, k + 2, \dots, n \text{ faydasız ölçütler} \quad (5.25)$$

Adım 5: Alternatiflerin göreceli önem değerlerinin hesaplanması: En iyi alternafi ifade eden göreceli önem değerleri aşağıdaki eşitlik (5.26) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$Q_i = S_i + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \times \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}} \quad (5.26)$$

Adım 6: En yüksek göreceli öncelik değerinin bulunması: En yüksek göreceli öncelik değeri hesaplaması aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{max} = \text{En büyük } \{Q_i\} \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (5.27)$$

Adım 7: Her alternatifin performans endeksinin hesaplanarak sıralanması:

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \%100 \quad (5.28)$$

P_i olarak simgelenen performans endeksi 100 değerini alarak en iyi alternatifi ifade eder. Performans endeksi sahip oldukları değerlere göre büyükten küçüğe sıralı olacak şekilde ifade edilir.

COPRAS uygulaması örneği: Aşağıda 3 farklı ilin 4 tane kriter üzerinden değerlendirildiği bir örnek COPRAS karar matrisi oluşturulup sıralama belirlenmiştir.

Tablo 15: COPRAS Yöntemi Karar Matrisi Örneği

	GSYİH	NÜFUS MİKTARI	İŞSİZLİK	İNSANİ GELİŞMİŞLİK ENDEKSİ
A	25.000,00	8.000.000,00	75.164,00	0,76
B	35.000,00	7.000.000,00	74.402,00	0,77
C	45.000,00	9.000.000,00	75.782,00	0,73

Örnek uygulamaya başlarken ilk başta karar matrisi oluşturulmaktadır.

Tablo 16: COPRAS Yöntemi Karar Matrisinin Normalize Edilmesi Örneği

	GSYİH	NÜFUS MİKTARI	İŞSİZLİK	İNSANİ GELİŞMİŞLİK ENDEKSİ
A	0,2380952	0,3333333	0,3335463	0,3370239
B	0,3333333	0,2916667	0,3301649	0,3410097
C	0,4285714	0,3750000	0,3362888	0,3219663

Karar matrisleri Tablo 16’ da görüldüğü üzere normalize edilmiştir.

Tablo 17: COPRAS Yöntemi Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi Örneği

	GSYİH	NÜFUS MİKTARI	İŞSİZLİK	İNSANİ GELİŞİMİŞLİK ENDEKSİ
A	0,0595238	0,0833333	0,0833866	0,0842560
B	0,0833333	0,0729167	0,0825412	0,0852524
C	0,1071429	0,0937500	0,0840722	0,0804916

Karar matrisleri ağırlıklandırılırken kriterler eşit oranda aynı öneme sahip olarak değerlendirilip işleme tabi tutulmuştur.

Tablo 18: COPRAS Yöntemi Faydalı ve Faydasız Kriterlerin Belirlenmesi Örneği

	Si-	1/Si-
A	0,039080553	25,5881745
B	0,0383602	26,0686858
C	0,102042335	9,7998542

Ağırlıklandırılması yapılan karar matrisleri faydalı ve faydasız kriterleri Tablo 18’ de görüldüğü üzere hesaplanmıştır.

Tablo 19: COPRAS Yöntemi En Yüksek Göreceli Öncelik Değeri ve Sıralamanın Bulunması Örneği

	Qi	Sıralama
A	89,29003399	2
B	100	1
C	88,368644	3

Önem değerleri hesaplanan ve sıralaması yapılan karar matrisleri Tablo 20’ de görüldüğü üzere son halini almıştır.

6. ARAŞTIRMA PROBLEMİNİN UYGULANMASI

6.1. Araştırmaya İlişkin Literatür Taraması

Endüstri 4.0 kavramı hayatımıza yakın zamanda girmiştir. Teknolojinin gelişmiş olduğu noktada değişen koşullar ile farklılaşan hayatımızın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Yaşanılan bu değişim ve oluşum hakkında yapılan çalışmalar, bahsedilen nedenlerden dolayı diğer konulardaki çalışmalara göre nispeten miktar olarak daha az olmasını sağlamakta ve çalışmaya örnek gösterilebilecek seçenekler azınlık olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu nedenlere rağmen literatür taraması sonucunda çeşitli analiz yöntemleri ile yapılan bazı çalışmalara rastlanılmıştır:

Ünlü ve Atik (2018), çalışmada Türkiye'deki işletmeler ile Avrupa Birliği ülkelerinin işletmelerini Endüstri 4.0' a geçişte karşılaştırmalı olarak ampirik analiz ile incelemiştir. Çalışmada işletmelere ait kriterler olarak Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan Monitoring the Digital Economy & Society 2016-2021 adlı rapordan hareketle 10 farklı kriter seçilmiştir. Belirlenen kriterler: İnternete mobil bağlantı için taşınabilir cihazlar kullanan firmaların payı, internet üzerinden sipariş alan firmaların payı, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) gibi yazılımlar kullanan firmaların payı, farklı fonksiyonel alanlar arasında bilgi paylaşmak için kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılım paketine sahip olan firmaların payı, geniş bant erişimi olan firmalar, ücretli bulut bilişim uygulamalarını kullanan firmalar, kamu kurumları ile iletişimde interneti kullanan firmaların oranı, kurumsal kaynak planlamasını (ERP) kullanan firmaların payı, müşteri ilişkileri yönetimini (CRM) kullanan firmaların payı, tedarik zincirinde bilgi paylaşımını gerçekleştiren firmaların payıdır. Çalışmada faktör analizi ve kümeleme analizi kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Almanya 1. sırada yer alırken, Türkiye kendisine 15. sırada yer bulmuştur.

Bulut ve Akçacı (2017), Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi çalışmasını gerçekleştirmiştir, bu çalışmada Türkiye, Almanya, Japonya, Finlandiya ülkeleri bir takım veriler üzerinden karşılaştırılmıştır. Bunlar: Ar-Ge harcamalarının gayri safi yurtiçi hâsılaya oranı, özel ve kamu sektörlerinin harcamaları içerisindeki teknoloji oranı, yüksek öğretim içerisinde yer alan Ar-Ge harcamaları içerisinde mühendisliğin ve teknolojinin oranı, internet kullanımının toplam nüfus içerisindeki payı, ileri teknoloji ihracatının toplam ihracat içerisindeki oranı değerlendirilmiş

ve sonuç kısmında ülkemizin Endüstri 4.0 alanında mevcut veriler ışığında durumu özetlenerek anlatılmıştır.

Kökümer (2018), ÇKKV yöntemi ile beyaz eşya sektöründe Endüstri 4.0 dijital yetkinlik analizi çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada 7 firmanın dijital dönüşüm performanslarını değerlendirmek amacıyla ÇKKV tekniklerinden TOPSIS ve MACBETH yöntemini kullanmıştır. Yapılan çalışmada uygulama şu sıralar izlenerek yapılmıştır: Performans ölçüm kriterlerinin belirlenmesi, kriterler bazında performans değerlendirme için anket uygulanması, performans ölçüm kriterlerinin önem sırasının belirlenmesi, MACHBETH yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması, TOPSIS yöntemi ile karar matrisinin oluşturulması ve firmaların dijital dönüşüm performanslarına göre sıralanması olarak belirlenmiştir. Ayrıca Firmalarda dijital dönüşüm yetkinliğinin belirlenmesi için 4 ana kriter; teknoloji kullanım seviyesi, personel alt yapısı, yalın üretim uygulama seviyesi ve üretim yönetim araçları kullanım seviyesi olarak belirlenmiştir. Her bir ana kriter için de 23 alt kriter belirlenip bu değerler üzerinden ölçüm yapılmıştır.

Ataman (2018), Savunma sanayinde Endüstri 4.0 seviyesini tereddütlü Bulanık AHP yöntemi ile incelemesinde alanında 3 uzman kişi ile 5 tane ana kriter; strateji, yönetim ve organizasyon, insan ve Ar-Ge kültürü, ürün ve teknoloji, operasyon ve 17 alt kriter üzerinden anket yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda uzmanların değerlendirmesi ile ana kriter önceliklendirilmesi sonucu strateji kriteri diğerlerine göre daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Kılıç ve Alkan (2018), Dördüncü sanayi devriminin Türkiye ve Dünya'yı literatür taraması gerçekleştirerek çeşitli veriler eşliğinde değerlendirmiştir. Çalışmada karşılaştırmaya tabi tutulan veriler; Dünya'nın ve Türkiye'nin robotik sektör verileri, Ar-Ge harcama verileri, Üniversite bölümlerine göre iş gücü durumu verileridir. Çalışma sonucunda Ar-Ge harcamalarının artırılması, üniversitelerin çeşitli mühendislik alanlarına ve uygulama birimlerine yatırımın artırılması, nitelikli katma değer yaratan üretime daha fazla önem verilmesi gibi sonuçlar ortaya çıkmıştır.

6.2. Araştırmanın Yöntemi ve Kısıtları

Araştırma, Entropi tabanlı COPRAS yöntemi kullanılarak ve Endüstri 4.0' a uyumlu olacak şekilde belirlenen kriterlere ait verilerin arasından analiz edilerek oluşturulmuştur.

Endüstri 4.0 konu itibariyle Türkiye'de ve Dünya'da yeni gelişmekte olan bir konu olduğundan, yapılan çalışmaya benzer bir çalışma örneğine rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın kriterleri konuya uygun ve erişilebilir kaynaklar arasından büyük bir titizlikle seçilip değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada G-20 ülkeleri grubunda yer alan Avrupa Birliği bir topluluk olduğundan ülke karşılaştırmalarında herhangi bir değerlendirmeye alınmamıştır.

Literatürde ÇKKV yöntemi ile yapılan birçok çalışma mevcuttur. Fakat bu çalışmada COPRAS metodunun seçilmesinde kriterlerin önem ve fayda derecelerinin gözetilerek alternatiflerin sıralama ve değerlendirilmesine imkân tanınması ve faydasız kriterlerin ise minimum olacak şekilde kullanıma tabi tutulması söz konusudur.

COPRAS yöntemi ile sayılamayan renk, koku gibi kriterlerin de çalışma içerisinde değerlendirme imkânı mevcuttur. Ayrıca bu yöntemin bazı ÇKKV yöntemlerinden üstün olan tarafı negatif değerler için herhangi bir dönüşüm yapılmasına gerek olmamasıdır. Bu sayede gereksiz işlem yapılmayarak zaman kaybından kaçınılmaktadır. COPRAS sisteminin diğer sistemlere nazaran bir diğer üstünlüğü ise alternatifler arasında yarar derecelerini belirtmekte ve bu sayede aralarındaki farklılık derecelerinin yüzdesel olarak ifade edilmesini sağlamaktadır.

6.3. Araştırmanın Uygulanması

6.3.1. Ülkelerin COPRAS Yöntemiyle Endüstri 4.0 Düzeylerinin Analizleri

Çalışmada COPRAS yönteminin uygulama aşamaları anlatılmıştır. Bu kapsamda G-20 içerisinde yer alan ülkelere ait 2015-2018 yıllarından elde edilmiş verilerden oluşturulmuş karar matrisi Tablo-21' de, Tablo-22' de normalize edilmiş karar matrisi, Tablo-23' te kriterlerin ağırlık oranları, Tablo-24' de ağırlıklandırılmış karar matrisi, Tablo-25' de faydalı ve faydasız kriterlerin hesaplanması sonuçları, Tablo-26' te ülkelerin Endüstri 4.0 seviyesindeki göreceli önem değerleri ve sıralama sonuçları yer almaktadır.

Tablo 20: COPRAS Yöntemine Göre Ülkelerin Belirlenmiş Karar Matrisi

	Açık Pazar Endeksi	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Gelişmişlik Endeksi	Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi	E-Devlet Kalkınma Endeksi	KOF Küreselleşme Endeksi	Küresel Rekabet Endeksi	Şebekeleşmiş Hazır Bulunurluk Endeksi	Orta-İleri Teknoloji Üretimin Toplam Üretim İçerisindeki Payı	Küresel İnovasyon Endeksi	Küresel Girişimcilik Monitörü	İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı	Toplam Çalışan İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı	15-64 Yaş Aralığının Toplam Nüfusun İçerisindeki Payı	Toplam İhracat İçerisinde Yüksek Teknoloji İhracatı Oranı
TÜRKİYE	3,28	6,08	6,84	0,71	70,87	61,60	4,40	17,51	37,42	45	67	19,4	67	2
ABD	3,62	8,18	8,03	0,88	79,95	85,60	5,80	11,76	59,81	84	88	1,7	66	20
ÇİN	3,94	5,60	6,46	0,68	61,23	72,60	4,20	29,34	53,06	41	53	17,5	72	25
RUSYA	3,13	7,07	6,83	0,80	69,06	65,60	4,50	11,92	37,9	25	76	6,7	68	11
İNGİLTERE	3,86	8,65	8,00	0,90	82,43	82,00	5,70	9,20	60,13	78	95	1,1	64	22
GÜNEY AFRIKA	3,34	4,96	6,65	0,66	68,63	60,80	4,20	11,86	35,13	33	54	6	66	5
BREZİLYA	2,44	6,12	5,75	0,73	59,64	59,50	4,00	10,15	33,44	20	66	10,3	70	13
HİNDİSTAN	2,88	3,03	6,63	0,57	56,77	62,00	3,80	15,00	42,53	28	34	42,7	66	7
ALMANYA	3,94	8,39	7,69	0,88	86,89	82,80	5,60	20,66	63,27	66	91	1,3	65	17
FRANSA	3,72	8,24	7,25	0,88	87,34	78,00	5,30	10,14	63,31	69	88	2,9	62	27
JAPONYA	3,71	8,43	7,47	0,88	77,30	82,50	5,60	20,88	65,41	52	93	3,5	60	16
ENDONEZYA	2,96	4,33	7,16	0,53	62,04	64,90	4,00	20,16	37,12	21	50	31,2	67	6
AVUSTURALYA	3,85	8,24	7,98	0,91	79,29	78,90	5,50	5,75	38,3	75	88	2,6	65	15
İTALYA	3,52	7,04	7,27	0,82	82,15	70,80	4,40	14,69	38,28	41	73	3,9	63	7
KANADA	4,08	7,77	7,98	0,83	83,45	79,90	5,60	14,60	40,28	79	90	2	67	13
SUUDİ ARABİSTAN	3,61	6,67	6,52	0,71	61,86	67,50	4,80	12,80	21,81	40	91	6,3	72	3
MEKSİKA	3,49	5,16	6,90	0,68	70,46	64,60	4,00	17,12	35,34	26	65	13,1	66	15
GÜNEY KORE	3,69	8,85	7,53	0,90	76,67	78,80	5,60	27,57	56,63	54	93	4,9	66	27
ARJANTİN	2,55	6,79	4,84	0,73	63,02	57,50	3,80	12,95	30,65	24	78	1	64	9

Tablo 21: COPRAS Yöntemine Göre Ülkelerin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Açık Pazar Endeksi	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Gelişmişlik Endeksi	Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi	E-Devlet Kalkınma Endeksi	KOF Küreselleşme Endeksi	Küresel Rekabet Endeksi	Şebekeleşmiş Hazır Bulunusluk Endeksi	Orta-İleri Teknoloji Üretimin Toplam Üretim İçerisindeki Payı	Küresel İnovasyon Endeksi	Küresel Girişimcilik Monitörü	İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı	Toplam Çalışan İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı	15-64 Yaş Aralığının Toplam Nüfusun İçerisindeki Payı	Toplam İhracat İçerisinde Yüksek Teknoloji İhracatı Oranı
TÜRKİYE	0,0500	0,0469	0,0511	0,0485	0,0514	0,0454	0,0485	0,0595	0,0440	0,0499	0,0468	0,1089	0,0533	0,0077
ABD	0,0552	0,0631	0,0600	0,0598	0,0580	0,0631	0,0639	0,0400	0,0704	0,0932	0,0614	0,0095	0,0525	0,0769
ÇİN	0,0601	0,0432	0,0483	0,0464	0,0444	0,0535	0,0463	0,0998	0,0624	0,0455	0,0370	0,0983	0,0573	0,0962
RUSYA	0,0477	0,0546	0,0511	0,0543	0,0501	0,0484	0,0496	0,0405	0,0446	0,0277	0,0530	0,0376	0,0541	0,0423
İNGİLTERE	0,0588	0,0667	0,0598	0,0614	0,0598	0,0605	0,0628	0,0313	0,0708	0,0866	0,0663	0,0062	0,0510	0,0846
GÜNEY AFRİKA	0,0509	0,0383	0,0497	0,0451	0,0498	0,0448	0,0463	0,0403	0,0413	0,0366	0,0377	0,0337	0,0525	0,0192
BREZİLYA	0,0372	0,0472	0,0430	0,0499	0,0432	0,0439	0,0441	0,0345	0,0393	0,0222	0,0461	0,0578	0,0557	0,0500
HİNDİSTAN	0,0439	0,0234	0,0496	0,0386	0,0412	0,0457	0,0419	0,0510	0,0500	0,0311	0,0237	0,2398	0,0525	0,0269
ALMANYA	0,0601	0,0647	0,0575	0,0598	0,0630	0,0611	0,0617	0,0703	0,0745	0,0733	0,0635	0,0073	0,0518	0,0654
FRANSA	0,0567	0,0636	0,0542	0,0599	0,0633	0,0575	0,0584	0,0345	0,0745	0,0766	0,0614	0,0163	0,0494	0,1038
JAPONYA	0,0565	0,0650	0,0558	0,0600	0,0561	0,0608	0,0617	0,0710	0,0770	0,0577	0,0649	0,0197	0,0478	0,0615
ENDONEZYA	0,0451	0,0334	0,0535	0,0358	0,0450	0,0479	0,0441	0,0686	0,0437	0,0233	0,0349	0,1752	0,0533	0,0231
AVUSTURALYA	0,0587	0,0636	0,0597	0,0617	0,0575	0,0582	0,0606	0,0195	0,0451	0,0832	0,0614	0,0146	0,0518	0,0577
İTALYA	0,0537	0,0543	0,0543	0,0560	0,0596	0,0522	0,0485	0,0500	0,0450	0,0455	0,0509	0,0219	0,0502	0,0269
KANADA	0,0622	0,0600	0,0597	0,0563	0,0605	0,0589	0,0617	0,0496	0,0474	0,0877	0,0628	0,0112	0,0533	0,0500
SUUDİ ARABİSTAN	0,0550	0,0515	0,0487	0,0485	0,0449	0,0498	0,0529	0,0435	0,0257	0,0444	0,0635	0,0354	0,0573	0,0115
MEKSİKA	0,0532	0,0398	0,0516	0,0465	0,0511	0,0476	0,0441	0,0582	0,0416	0,0289	0,0454	0,0736	0,0525	0,0577
GÜNEY KORE	0,0562	0,0683	0,0563	0,0614	0,0556	0,0581	0,0617	0,0938	0,0666	0,0599	0,0649	0,0275	0,0525	0,1038
ARJANTİN	0,0389	0,0524	0,0362	0,0500	0,0457	0,0424	0,0419	0,0440	0,0361	0,0266	0,0544	0,0056	0,0510	0,0346

Tablo 22: COPRAS Yöntemine Göre Kriterlerin Ağırlık Oranları

Kriterler	Açık Pazar Endeksi	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Gelişmişlik Endeksi	Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi	E-Devlet Kalkınma Endeksi	KOF Küreselleşme Endeksi	Küresel Rekabet Endeksi	Şebekeleşmiş Hazır Bulunurluk Endeksi	Orta-İleri Teknoloji Üretimin Toplam Üretim İçerisindeki Payı	Küresel İnovasyon Endeksi	Global Girişimcilik Endeksi	İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı	Toplam Çalışan İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı	Toplam Nüfus İçerisindeki 15- 64 Yaş aralığı	Toplam İhracat İçerisinde Yüksek Teknoloji İhracatı Oranı
Ağırlık Oranları	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08

Tablo 23: COPRAS Yöntemine Göre Ülkelerin Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	Açık Pazar Endeksi	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Gelişmişlik Endeksi	Dünya Ekonomik Özgürlükler Endeksi	E-Devlet Kalkınma Endeksi	KOF Küreselleşme Endeksi	Küresel Rekabet Endeksi	Şebekeleşmiş Hazır Bulunmuşluk Endeksi	Orta-İleri Teknoloji Üretiminin Toplam Üretim İçerisindeki Payı	Küresel İnovasyon Endeksi	Global Girişimcilik Endeksi	İnternet Penetrasyon Bağlanma Oranı	Toplam Çalışan İçerisinde Tarım Sektöründe Çalışan Sayısı Oranı	Toplam Nüfus İçerisindeki 15-64 Yaş aralığı	Toplam İhracat İçerisinde Yüksek Teknoloji İhracatı Oranı
TÜRKİYE	0,0035	0,0033	0,0036	0,0034	0,0036	0,0032	0,0034	0,0042	0,0031	0,0035	0,0037	0,0076	0,0037	0,0006
ABD	0,0039	0,0044	0,0042	0,0042	0,0041	0,0044	0,0045	0,0028	0,0049	0,0065	0,0049	0,0007	0,0037	0,0062
ÇİN	0,0042	0,0030	0,0034	0,0033	0,0031	0,0037	0,0032	0,0070	0,0044	0,0032	0,0030	0,0069	0,0040	0,0077
RUSYA	0,0033	0,0038	0,0036	0,0038	0,0035	0,0034	0,0035	0,0028	0,0031	0,0019	0,0042	0,0026	0,0038	0,0034
İNGİLTERE	0,0041	0,0047	0,0042	0,0043	0,0042	0,0042	0,0044	0,0022	0,0050	0,0061	0,0053	0,0004	0,0036	0,0068
GÜNEY AFRİKA	0,0036	0,0027	0,0035	0,0032	0,0035	0,0031	0,0032	0,0028	0,0029	0,0026	0,0030	0,0024	0,0037	0,0015
BREZİLYA	0,0026	0,0033	0,0030	0,0035	0,0030	0,0031	0,0031	0,0024	0,0028	0,0016	0,0037	0,0040	0,0039	0,0040
HİNDİSTAN	0,0031	0,0016	0,0035	0,0027	0,0029	0,0032	0,0029	0,0036	0,0035	0,0022	0,0019	0,0168	0,0037	0,0022
ALMANYA	0,0042	0,0045	0,0040	0,0042	0,0044	0,0043	0,0043	0,0049	0,0052	0,0051	0,0051	0,0005	0,0036	0,0052
FRANSA	0,0040	0,0045	0,0038	0,0042	0,0044	0,0040	0,0041	0,0024	0,0052	0,0054	0,0049	0,0011	0,0035	0,0083
JAPONYA	0,0040	0,0046	0,0039	0,0042	0,0039	0,0043	0,0043	0,0050	0,0054	0,0040	0,0052	0,0014	0,0033	0,0049
ENDONEZYA	0,0032	0,0023	0,0037	0,0025	0,0031	0,0034	0,0031	0,0048	0,0031	0,0016	0,0028	0,0123	0,0037	0,0018
AVUSTURALYA	0,0041	0,0045	0,0042	0,0043	0,0040	0,0041	0,0042	0,0014	0,0032	0,0058	0,0049	0,0010	0,0036	0,0046
İTALYA	0,0038	0,0038	0,0038	0,0039	0,0042	0,0037	0,0034	0,0035	0,0032	0,0032	0,0041	0,0015	0,0035	0,0022
KANADA	0,0044	0,0042	0,0042	0,0039	0,0042	0,0041	0,0043	0,0035	0,0033	0,0061	0,0050	0,0008	0,0037	0,0040
SUUDİ ARABİSTAN	0,0039	0,0036	0,0034	0,0034	0,0031	0,0035	0,0037	0,0030	0,0018	0,0031	0,0051	0,0025	0,0040	0,0009
MEKSİKA	0,0037	0,0028	0,0036	0,0033	0,0036	0,0033	0,0031	0,0041	0,0029	0,0020	0,0036	0,0051	0,0037	0,0046
GÜNEY KORE	0,0039	0,0048	0,0039	0,0043	0,0039	0,0041	0,0043	0,0066	0,0047	0,0042	0,0052	0,0019	0,0037	0,0083
ARJANTİN	0,0027	0,0037	0,0025	0,0035	0,0032	0,0030	0,0029	0,0031	0,0025	0,0019	0,0044	0,0004	0,0036	0,0028

Tablo 24: COPRAS Yöntemine Göre Faydalı ve Faydasız Kriterlerin Belirlenmesi

Ülkeler	Sİ +	Sİ-
TÜRKİYE	0,0428	0,0076
ABD	0,0586	0,0007
ÇİN	0,0532	0,0069
RUSYA	0,0442	0,0026
İNGİLTERE	0,0589	0,0004
GÜNEY AFRİKA	0,0393	0,0024
BREZİLYA	0,0399	0,0040
HİNDİSTAN	0,0369	0,0168
ALMANYA	0,0591	0,0005
FRANSA	0,0586	0,0011
JAPONYA	0,0570	0,0014
ENDONEZYA	0,0392	0,0123
AVUSTURALYA	0,0529	0,0010
İTALYA	0,0461	0,0015
KANADA	0,0550	0,0008
SUUDİ ARABİSTAN	0,0426	0,0025
MEKSİKA	0,0443	0,0051
GÜNEY KORE	0,0618	0,0019
ARJANTİN	0,0397	0,0004

Tablo 25: Ülkelerin Endüstri 4.0 Seviyelerinin Göreceli Önem Değerleri ve Sıralamaları

Ülkeler	Qİ	Sıralama
TÜRKİYE	63,70	15
ABD	94,86	3
ÇİN	79,08	9
RUSYA	67,26	12
İNGİLTERE	100,00	1
GÜNEY AFRİKA	60,21	17
BREZİLYA	60,16	16
HİNDİSTAN	54,62	19
ALMANYA	98,27	2
FRANSA	91,32	4
JAPONYA	88,04	7
ENDONEZYA	58,16	18
AVUSTURALYA	83,47	8
İTALYA	71,56	11
KANADA	88,30	6
SUUDİ ARABİSTAN	64,96	14
MEKSİKA	66,32	13
GÜNEY KORE	94,00	5
ARJANTİN	73,00	10

ENTROPİ tabanlı COPRAS yöntemi ile G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0 seviyelerinin belirlenmesi adına yapılan çalışmada İngiltere 1. Olurken, Almanya ise 2. Olmuştur. Ülkemiz ise Brezilya, Hindistan, Güney Afrika ve Endonezya gibi ülkeleri geride bırakarak 15. Sırada yer almıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0, başta üretim olmak üzere hayatın bütününe etkileyecek bir teknolojik değişme ve dijitalleşme süreci olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik yeniliklerin çoğu insanların arzularından doğmaktadır. Bu nedenle belirli bir zaman diliminde oluşabilecek teknolojik yenilikleri hayatımızdan çıkarabilme düşüncesi bir hayli zayıftır. Karşılaşılan bu durum karşısında yapılması gereken, teknolojiyle uyumlu bir şekilde ve bir arada yaşamamız gerektiğidir.

Çalışmada araştırma grubu olarak G-20 ülkelerinin seçilme nedeni, bu ülkelerin küresel ekonominin yüzde 85'ini, dünya ticaretinin de yüzde 79'unu oluşturmalarıdır. Ülkemiz de bu yapının içerisinde gelişmekte olan ülkeler grubu içerisinde yer almaktadır. Dünya ekonomisinde ve ticaretinde böyle büyük bir yapıya sahip olan grubun kendi içerisinde Endüstri 4.0 yapısının sıralanması ülkemiz adına, mevcut durumumuzun gözden geçirilmesi gereken alanlarının ortaya çıkarılmasına faydası olacağı öngörülmüştür.

Ülkelerin Endüstri 4.0 seviyelerinin belirlenmesi adına çeşitli kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler: Açık pazar endeksi, bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişlik endeksi, dünya ekonomik özgürlükler endeksi, e-devlet kalkınma endeksi, kof küreselleşme endeksi, küresel rekabet endeksi, şebekeleşmiş hazır bulunuşluk endeksi, e-katılım endeksi, orta-ileri teknoloji üretimin toplam üretim içerisindeki payı, global inovasyon endeksi, küresel girişimcilik monitörü, internet penetrasyon bağlanma oranı (toplam nüfus içerisindeki internet kullanıcı sayısı), toplam çalışan içerisinde tarım sektöründe çalışan sayısı oranı, 15-64 yaş aralığının toplam nüfusun içerisindeki payı, toplam ihracat içerisinde yüksek teknoloji ihracatıdır.

Çalışmanın en önemli kısıtı, çalışmanın yapıldığı ana kadar literatürde daha önce ülkelerin Endüstri 4.0 seviyelerinin belirlenmesi adına herhangi bir çalışma ile karşılaşılamamasıdır. Bu aynı zamanda yapılan araştırmanın kendi alanında özgün bir yapıya sahip olmasını da sağlamaktadır. Ayrıca çalışmada yer alan 19 ülkenin veri bütünlüğünü sağlamak da çalışmada karşılaşılan diğer kısıtlardan birisidir.

Araştırma, çok kriterli karar verme tekniklerinden COPRAS yönteminin kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. G-20 ülkelerinin Endüstri 4.0 seviyelerinin kendi aralarında karşılaştırılmasında, ülkemiz 15. olmuştur. Ülkemizin Endüstri 4.0 seviyesi içerisinde, geri kalmasının nedenleri aşağıda belirtilen öneri kısmında açıklanmıştır.

Eksikliklerin giderilmesi ve daha sağlam temeller ile Endüstri 4.0 sürecine girilebilmesi adına sunulan öneriler şu şekildedir:

- Modern üretim tesisleri içerisinde tarım ve hayvancılık geliştirilmelidir. Böylece hem ekonomide iç tüketim endeksli ihtiyaç karşılanırken hem de Endüstri 4.0 sürecinde oluşan niteliksiz iş gücünün işsiz kalmaması sağlanacaktır.

- Start-up'lar (sıfırdan başlayıp büyük bir şirket olma yoluna devam eden günümüzün yeni girişimci sistemleri) devlet tarafından teşvik edilmelidir. Böylece başta genç nüfusu yüksek olan kendi ülkemiz ve diğer dünya ülkelerinin işsizlik problemi, geliştirilen yeni iş alanları sayesinde çözülmüş olacak ve katma değeri yüksek buluşlar ile ekonomiye olumlu bir katkısı olacaktır. Ülkemiz adına yerli yazılım ve programlar ile akıllı uygulamaların desteklenmesi bu duruma örnek gösterilebilir.

- Endüstri 4.0 süreci üretimsel olarak bir yenilik olarak gözüktse de aslında hayatın bütün alanlarında karşımıza çıkan bir olgu olmuştur. Yeni teknolojilerin doğru kullanılması ve geliştirilmesi bu anlamda büyük önem arz etmektedir. Eğitim hayatında teknolojiye dönük geliştirici eğitim verilmesi, dijital bilgiyi artıracak mühendislik alanlarının geliştirilmesi, üniversitelerde bilgi-iletişim laboratuvarındaki Ar-Ge çalışmalarına daha fazla kaynak ayrılması, Endüstri 4.0 sürecinde eğitim alanlarına verilecek önerilerden sadece bir kaçıdır. Bu önerilerin daha farklı şekillerde çeşitlenmesi ve değerlendirmeye alınarak uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir.

- Endüstri 4.0 sürecine geçişimizi hızlandıracak ve geliştirecek bilgi-iletişim teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde de diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi internetin daha fazla kişiye hızlı ve sağlıklı bir şekilde ulaşması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda altyapısal çalışmaların hızlandırılması, geride kaldığımız alanlarda eksikliklerin tamamlanması gerekmektedir.

- Üretim yapısının büyük bir çoğunluğunu oluşturan KOBİ' lere dijitalleşme kapsamında teknik ve mali yardımlar sağlanması gerekmektedir.

- Nitelikli iş gücünü geliştirecek kurslar, eğitimler devletimiz tarafından daha fazla teşvik edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

- Üretimde rekabeti artırıcı eylemler desteklenmeli, küçük ve orta boy işletmelerin rekabet ortamından zarar görmesi engellenmelidir.

- Gelecekte daha fazla söz sahibi olacak, Y kuşağı (1980-1999 arası dönemde doğanlar) ve Z kuşağı (2000 yılı sonrasında doğanlar) eğilimlerinin iyi belirlenmesi, eylem ve planların ona göre şekillendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada değerlendirmeye alınan kriterlere ilave olarak Endüstri 4.0 yapısına uygun yeni kriterler belirlenebilir ve bu şekilde farklı yapıdaki ülkeler birbirleri arasında karşılaştırılabilir. Ayrıca bu çalışma farklı ÇKKV teknikleri ve ağırlıklandırma yöntemleriyle analiz edilebilir ve bulgular çıkan sonuçlara göre yorumlanabilir.



KAYNAKLAR

- Açıkgöz, A. (2015). İnovasyon Çiftustalığı: Bir Ölçek Uyarlama Çalışması. Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 4(2). 1-26.
- Akbaş, G., & Apar, A. (2010). Avrupa Birliği Genel Sekreterliği, Sosyal, Bölgesel ve Yenilikçi Politikalar Başkanlığı, Avrupa 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme için Avrupa Stratejisi. 25 Aralık 2018 tarihinde https://www.ab.gov.tr/files/SBYPB/Sosyal%20Politika%20ve%20%C4%B0stihdam/avrupa_2020_stratejisi.pdf adresinden alındı.
- Akben, İ., & Avşar, İ. İ., (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3(1), 27-37.
- Akses, S., (2014). İktisadi Kalkınma Vakfı. Avrupa 2020 Stratejisi. İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, 269, 1-144.
- Akyüz, Y., Bozdoğan, T., & Hantekin, E. (2011). TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 3 (1), 73-92.
- Altunpulluk, H., & Kesim, M., (2015). Geçmişten Günümüze Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarında Gerçekleşen Paradigma Değişimleri. 21 Ekim 2018 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/272164083_Gecmisten_Gunumuze_Artirilmis_Gerceklik_Uygulamalarinda_Gerceklesen_Paradigma_Degisimleri adresinden alındı.
- Altunpulluk, H. (2018). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Eğitim Ortamlarında Kullanımı. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 4(1), 94-111.
- Apak, S., & Yılmaz, G., (2010). G-20 Ülkeleri ve Küreselleşme. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 46, 11-24.
- Arkan, Ö. (2018). Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ataman, (2018). Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü Bulanık AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Aydın, F., & Oral, M. (2016). Yenilikçilik Ve Teknocoğrafya İlişkisi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9(42). 903-910.
- Aydın, O., & Baran, G. (2010). Toplumsal Değişme Sürecinde Evlenme ve Boşanma. Toplum ve Sosyal Hizmet Dergisi, 21, 116-117.
- Aytekin, A., Erdoğan, Y., & Kavalcı, K. (2016). Yeni Bir İş Modeli: Muhasebe Alanında Bulut Bilişim. 3. Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi (Icafr 16) Özel Sayı, 47-62.

- Asal, U. Y. (2018). Modern Uluslararası Sistemde Güç Dengesi Teorisinin Yeniden Kurgulanması: G-20 Örneğinde Hiyerarşinin Hegemonyası. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Aslay, F. (2017). Siber Saldırı Yöntemleri ve Türkiye'nin Siber Güvenlik Mevcut Durum Analizi. International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, 1(1), 24-28.
- Banger, G. (2017). Endüstri 4.0 Ekstra (1 b.). Ankara: Dorlion Yayınları.
- Baransel, E. A. (2017). Bilgi, İletişim Teknolojileri ve Enerji Dergisi, 2 Kasım 2018 tarihinde <http://ictmedia.com.tr/Issue/List>. adresinden alındı.
- Batı, K. (2015). Bulut Bilişim ve Etkileri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2018). İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası. 25 Aralık 2018 tarihinde <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf> adresinden alındı.
- Bircan, H., Eleroğlu, H., & Arslan, R. (2018). Yozgat İlinde Kurulabilecek Kompost Tesislerinin MOORA Yöntemiyle Optimallık Sıralaması. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5(12), 83-90.
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı. (2016). 2016 İnsanı Gelişme Raporu. 28 Ekim 2018 tarihinde <http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/hdr2016/HDR%202016%20Overview%20TR.pdf>. adresinden alındı.
- BMWİ, (2016). Digitale Strategie 2025. 29 Ekim 2018 tarihinde https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=18 adresinden alındı.
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 7(1), 50-72.
- CDO WORLD, (2017). Sanayide Dijital Dönüşüm Özel Sayısı. 21 Aralık 2018 tarihinde <http://www.cdoworld.com/bulletin/3/docs/3.pdf> adresinden alındı.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry 1(1). 9-26.
- Çelik, K., Güleriyüz, S., & Özköse, H. (2018). 4. Endüstri Devrimine Kuramsal Bakış. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5(9), 86-95.
- Çevik, D. (2018). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisinin Seri ve Kesikli Üretim Sistemleri Üzerine Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Sakarya.
- Çevik, G. Z. (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.

- Das, M.C., B, Sarkar., & S, Ray. (2012), A Framework to Measure Relative Performance of Indian Technical Institutions using Integrated Fuzzy AHP and COPRAS Methodology, Socio- Economic Planning Sciences, 46(3), 230-241.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 15(1). 38-45.
- Demirci, F. (2017). Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemiyle Borsa İstanbul'da İşlem Gören Futbol Kulüplerinin Sportif, Finansal ve Finansal Fair Play Performanslarının Karşılaştırmalı Analizi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Bartın.
- Doğan, K., & Arslantekin, S., (2016). Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum. Ankara Üniversitesi Dil, Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dergisi, 56(1), 15-36.
- Dursun, B. (2018). TOPSIS ve ELECTRE Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi: Kozmetik Sektöründe Bir Uygulama. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü MBA, İstanbul.
- Dr. Wieselhuber & Partner GmbH (2015). Geschäftsmodell-Innovation Durch Industrie 4.0. 20 Ekim 2018 tarihinde https://www.wieselhuber.de/migrate/attachments/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf adresinden alındı.
- Eldem, O. M. (2017). Endüstri 4.0. TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, 3, 1-7.
- Erbaşlar, G., & Dokur, Ş. (2016). Elektronik Ticaret. Ankara: Nobel Yayınları.
- Erçağ, G. (2018). 4. Endüstri Devrimi İçin Yol Haritası Belirlenmesinde Farklı Ülke Örneklerinin İncelenmesi ve Türkiye İçin Model Önerisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Ersoy, R. A. TİAD, (2016). On The Way To Industry 4.0: Digital Enterprise. 17 Ekim 2018 tarihinde https://www.tiad.org/assets/admin/js/plugins/kcfinder/upload/files/Siemens_AliRizaErsoy.pdf adresinden alındı.
- 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.
- Eş, A. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye Ekonomisinde Yer Alan Sektörlerin Finansal Performanslarının Karşılaştırması. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Bolu.
- Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots. (2018). 23 Ekim 2018 tarihinde https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf adresinden alındı.
- Fırat, Z. O., & Fırat, Ü. S. (2017). Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 46(2), 211-223.

- Fikirli, Ö., & Çetin, K. A. (2015). Ar-Ge Sermaye Birikiminin Toplam Faktör Verimliliğine Etkisi: Türkiye Örneği. *İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 4(2), 147-166.
- Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye. *Sosyoekonomi Dergisi*, 26(36), 235-243.
- Gordon, J. R. (2012). Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds, 1-23.
- Görkem, L., & Bozuklu, M. (2016). Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dengesi*, 13, 47-68.
- Gündüz, Z. M., & Daş, R. (2017). Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Harari, N. Y. (2018). 21. Yüzyıl için 21 Ders. İstanbul: Kolektif Kitap.
- Hekim, H., & Başbüyük, O. (2013). Siber Suçlar ve Türkiye'nin Siber Güvenlik Politikaları. *Uluslararası Güvenlik ve Terörizm Dergisi*, 4(2), 135-157.
- İnan, A. (2015). Türkiye Bankalar Birliği Bankacılık Dergisi. Avrupa Birliği Ekonomik Yaklaşımı: Lizbon Stratejisi ve Maastricht Kriterleri. 52, 67-87.
- İSDP, (2018). Made in China 2025. 21 Ekim 2018 tarihinde <http://isdpeu/content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf> adresinden alındı.
- Jadidi, O., Hong, T.S., Firouzi, F., Yusuff, R.M., & Zulkifli, N. (2008). TOPSIS and Fuzzy Multi-Objective Model İntegration for Supplier Selection Problem. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 31(2), 762-769.
- Kahraman, R. T. (2017). İnternet of Things ya da Nesnelerin İnterneti Nedir. 02 Şubat 2019 tarihinde https://www.tamindir.com/blog/internet-of-things-ya-da-nesnelerin-interneti-nedir_24829/ adresinden alındı.
- Kesayak, B. Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk. 25 Ekim 2018 tarihinde <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> adresinden alındı.
- Kılıç, S., & Alkan, M. R. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29-49.
- Kibritçioğlu, A. (1998). İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53(1), 207-230.
- Koca, K. C. (2018). Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler. *Sosyoekonomi Dergisi*, 26(36), 245-252.
- Koyuncugil, S. A., & Özgülbaş, N. (2009). Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2(2), 21-32.

- Köküner, Z. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Beyaz Eşya Sektöründe Endüstri 4.0 Dijital Dönüşüm Yetkinlik Analizi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Koceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Koceli.
- Manufacturing USA. (2016). National Network For Manufacturing Innovation Program Strategic Plan. 08 Kasım 2018 tarihinde <https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/docs/resource/2015-NNMI-Strategic-Plan.pdf> adresinden alındı.
- Manufacturing USA. (2017). Report to Congress on Program Performance Fy 2017. https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/Manufacturing_USA_2017_Annual_Report_Congress.pdf. adresinden alındı.
- Mevlütöğlu, A. M. (2016). Robotik Teknolojileri Sektör Raporu. 20 Ekim 2018 tarihinde https://www.stm.com.tr/documents/file/Pdf/9.Robotik%20Teknolojileri_2016-08-03-11-00-47.pdf. adresinden alındı.
- McKinsey Global İnstitü. (2011). Big Data: The Next Frontier For Innovation, Competition, and Activity. 20 Ekim 2018 tarihinde https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_exec_summary.ashx. adresinden alındı.
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An Assessment of Sustainable Housing Affordability using a Multiple Criteria Decision Making Method. Omega, 41(2), 270-279.
- MÜSİAD, (2017). Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği, 30 Ekim 2018 tarihinde http://www.musiad.org.tr/F/Root/Pdf/lojistik_raporlari_2017_12_25.PDF. adresinden alındı.
- Nguyen, H.T., Dawal, S. Z. M., Nukman, Y., & Aoyama, H. (2014). A Hybrid Approach for Fuzzy Multi-Attribute Decision Making in Machine Tool Selection with Consideration of the Interactions of Attributes, Expert Systems with Applications, 41(6), 3078-3090.
- OECD, (2018). <https://www.oecd.org/innovation/transformational-technologies-and-jobs-of-the-future.pdf> 08 Kasım 2018.
- Ömürbek, N., & Balcı, F. H. (2017). Entropi Temelli COPRAS Yöntemi ile Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin Havayolu Taşımacılığının Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 8(18), 13-25.
- Ömürbek, N., & Karataş, T. (2018). Girişimci ve Yenilikçi Üniversitelerin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(24), 176-198.
- Ömürbek, N., Bülbül, H., Aksoy, E., & Tunca, Z. M. (2015). AHP Temelli TOPSIS ve ELECTRE Yöntemiyle Muhasebe Paket Programı Seçimi. Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(1), 53-71.

- Özdağoğlu, A. (2013a). İmalat İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin COPRAS Yöntemi ile Karşılaştırılması. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 4(89), 1–22.
- Özdağoğlu, A. (2013b). Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinde Normalizasyon Tekniklerinin Sonuçlara Etkisi: COPRAS Örneği. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(2), 229–252.
- Özkurt, C. (2016). Endüstri 4.0 perspektifinden Türkiye'de İmalat Sanayinin Durumu: Sakarya İmalat Sanayi Üzerine Bir Anket Çalışması, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Özsoylu, F. A. (2017). Endüstri 4.0. Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1), 41-64.
- Özsoy, K., & Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 boyutlu baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. International Journal of 3d Printing Technologies and Digital Industry, 1(1), 36-48.
- Öznel, A. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı. Ankara.
- Öztuna, B. (2017). Endüstri 4.0 (1 b.). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Podvezko, V. (2011). The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 22(2), 134-146.
- Sedefçi, K. (2018). Endüstri 4.0 bakış açısıyla nesnelerin interneti ve müşteri deneyimi açısından incelenmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Sener, S., & ELEVLI, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. Mühendis Beyinler Dergisi, 1(2), 1-13.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, Pamukkale Sosyal Bilimler Dergisi, 32, 43-57.
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: Artırılmış Gerçeklik. Eğitim Teknolojisi: Kuram ve Uygulama Dergisi, 4(1), 63-80.
- Staniunas, M., Medineckiene, M., Zavadskas, E. K., Kalibatas, D. (2013). To Modernize or Not: Ecological–Economical Assessment of Multi-Dwelling Houses Modernization. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 13(1), 88-98.
- Sungur, O., Aydın, İ. H., & Eren, V. M. (2016). Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1), 173-192.
- Tavana, M., Momeni, E., Rezaeiniya, N., Mirhedayatian, S.M., Rezaeiniya, H. (2013). A Novel Hybrid Social Media Platform Selection Model Using Fuzzy ANP and COPRAS-G, Expert Systems with Applications, 40(14), 5694-5702.

- Seyrek, H. İ. (2011). Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(2), 701 -713.
- Şahin., C. & Öztel., A. (2017). Ülkelerin Yaşanabilirlik Düzeylerinin COPRAS Yöntemiyle Karşılaştırmalı Analizi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye. Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 1(1), 75-84.
- TUBİTAK, (2016). Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması (2016/101) kararı. 23 Aralık 2018 tarihinde <http://tehad.org/wp-content/uploads/2016/12/BTYK-2016-kararlar%C4%B1.pdf> adresinden alındı.
- TUBİTAK, Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, (2016). Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası. 20 Ekim 2018 tarihinde http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-03ocak2017.pdf adresinden alındı.
- Türkiye ve Dünyada Robotik ve Otomasyon Raporu. (2016). 21 Ekim 2018 tarihinde <http://40endustri40.com/turkiye-ve-dunyada-robotik-ve-otomasyon-raporu/> adresinden alındı.
- TÜSİAD, (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. 20 Ekim 2018 tarihinde www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf adresinden alındı.
- TÜSİAD, (2017). Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği, 20 Ekim 2018 tarihinde <https://cdnendustri40.4flyy.com/file/997b726707494962941dc353aae22fa1/turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi.pdf> adresinden alındı.
- Uğur, İ., & Apaydın, C. Ş. (2014). Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Reklam Beğeni Düzeyindeki Rolü. E-Journal of New World Sciences Academy, 9(4), 145-156.
- URL-1. Siemens, Endüstri 4.0 Yolunda, 2016, <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=6> (06 Ekim 2018).
- URL-2. (2017). <http://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html> (06 Ekim 2018).
- URL-3, (2012) <https://www.dunya.com/kose-yazisi/asya039da-ekonomik-buyume-ile-birlikte-asgari-ucetler-de-artiyor/12684> (19 Ekim 2018).
- URL-4, (2017). <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841> (19 Ekim 2018).
- URL-5, (2018). <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/08/29/the-future-of-work-are-you-ready-for-smart-cobots/#222ef5fc522b>. (20 Ekim 2018).
- URL-6, (2015). <https://hbrturkiye.com/dergi/3d-baski-devrimi>. (19 Ekim 2018).
- URL-7, (2018). <https://hbrturkiye.com/dergi/3d-baski-rehberi>. (19 Ekim 2018).

- URL-8, (2017). http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6. (28 Ekim 2018).
- URL-9, (2017). <http://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/nesnelerin-interneti-insanligin-gelecegi-olacak-40559017> (27 Ekim 2018).
- URL-10, (2015). <https://www.ihs.com.tr/blog/nesnelerin-interneti-ne-kadar-cok-cihaz-o-kadar-saldiri-riski/> (27 Ekim 2018).
- URL-11, (2014). <https://www.economist.com/briefing/2014/01/18/the-onrushing-wave?fsrc=scn/tw/te/pe/ed/>. (28 Ekim 2018).
- URL-12, (2015). <https://iot-analytics.com/top-5-new-industrial-iot-jobs/>. (28 Ekim 2018).
- URL-13, (2017). <https://www.businessinsider.com/21-weird-jobs-humans-will-have-when-robots-take-over-2017-11#walkertalker-2>. (28 Ekim 2018).
- URL-14, (2016). <https://emreinanckarakas.wordpress.com/2016/01/12/insan-kaynaklarinin-gelecegi/> (03 Kasım 2018).
- URL-15, (2016). <http://40endustri40.com/saglik-alaninda-4-0-devrimi/> (05 Kasım 2018).
- URL-16, (2017). <https://www.dunya.com/kose-yazisi/yapay-zekanin-vergilendirilmesi/392471> (05 Kasım 2018).
- URL-17, (2017). <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-41780346> (06 Kasım 2018).
- URL-18, (2018). <https://www.haberturk.com/ab-uyesi-ulke-robotlara-vatandaslik-verecek-2203711#> (06 Kasım 2018).
- URL-19, (2018). <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/shaping-digital-single-market> (07 Kasım 2018).
- URL-20, (2016). <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-connectivity-competitive-digital-single-market-towards-european-gigabit-society> (07 Kasım 2018).
- URL-21, (2018). <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digitising-european-industry> (07 Kasım 2018).
- URL-22, (2018). <http://www.moment-expo.com/endustri-4-0in-sonrasi-toplum-5-0> (07 Kasım 2018).
- URL-23, (2018). <https://hbrturkiye.com/blog/made-in-china-2025-stratejisi> 5 ocak 2018 (09 Kasım 2018).
- URL-24, (2017). http://yok.gov.tr/web/guest/icerik/-/journal_content/56_INSTANCE_rEHF8BIsfYRx/10279/38141297 (10 Kasım 2018).
- URL-25, (2018). <http://www.milliyet.com.tr/yazarlar/abbas-guclu/arastirma-universiteleri-2703626/> (11 Kasım 2018).

- URL-26, (2017). http://yok.gov.tr/web/guest/icerik/-/journal_content/56_INSTANCE_rEHF8BIsfYRx/10279/38141373 (11 Kasım 2018).
- URL-27, (2016). http://www.yok.gov.tr/web/100-2000/tum-duyurular/-/asset_publisher/GzYmFo7vLopZ/content/-100-2000-yok-doktora-burslar%C4%B1-projesi-hayata-geciriliyor-15-12-2016-?redirect=http%3A%2F%2Fwww.yok.gov.tr%2Fweb%2F100-2000%2Ftum-duyurular%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26_101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ_advancedSearch%3Dfalse%26_101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ_keywords%3D%26_101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ_delta%3D10%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ_cur%3D3%26_101_INSTANCE_GzYmFo7vLopZ_andOperator%3Dtrue (11 Kasım 2018).
- URL-28, (2018). <http://www.yok.gov.tr/web/100-2000/hangi-alanlarda> (11 Kasım 2018).
- URL-29, (2017). <https://tr.sputniknews.com/infografik/201707061029159822-rusya-turkiye-almanya-g20-abd/> (03 Aralık 2018).
- URL-30, (2017). <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html> (23 Aralık 2018).
- URL-31, (2017). <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (23 Aralık 2018).
- URL-32, (2018). <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2018> (25 Aralık 2018).
- URL-33, (2018). <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf> (28 Aralık 2018).
- URL-34, (2018). http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf (1 Ocak 2019).
- URL-35, (2018). <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#history> (1 Ocak 2019).
- URL-36, (2015). <https://www.kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html> (2 Ocak 2019).
- URL-37, (2016). <http://www.fraserinstitute.org/> (02 Ocak 2019).
- URL-38, (2017). <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.1564.TO.ZS?locations=ZA> (03 Ocak 2019).
- URL-39, (2018). <https://digitalreport.wearesocial.com/> (02 Ocak 2019).
- URL-40, (2017). <https://www.gemconsortium.org/> (02 Ocak 2019).

- URL-41, (2017).
<https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?end=2017&start=1991>
(02 Ocak 2019).
- URL-42, (2015). <https://data.worldbank.org/indicator/NV.MNF.TECH.ZS.UN> (03 Ocak 2019).
- URL-43, (2017). <https://iccwbo.org/publication/icc-open-markets-index-2017/> (08 Ocak 2019).
- Uslu, K., Sözen, İ., & Çelik, A., A. (2007). Enerji Kaynaklarından Petrol ve Doğalgazdaki Tekel Oluşumları, Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1), 82-107.
- Ünver, M., & Canbay, C. (2010). Ulusal ve Uluslar Arası Boyutlarıyla Siber Güvenlik. Elektrik Mühendisliği Dergisi, 438, 94-103.
- Ünlü, F., & Atik, Hayriye. (2018). Türkiye’deki İşletmelerin Endüstri 4.0’a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Ampirik Analiz. Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, 17(2), 431-463.
- Popovic, G., Stanujkic, D. & Stojanovic, S. (2012). Investment Project Selection by Applying COPRAS Method and Imprecise Data. Serbian Journal of Management, 7(2), 257-269.
- Rabbani, A., Zamani, M., Chamzini, A.Y., & Zavadskas, E.K. (2014). Proposing A New Integrated Model Based on Sustainability Balanced 4 Scorecard (SBSC) and MCDM Approaches By Using Linguistic Variables 5 For The Performance Evaluation of Oil Producing Companies. Expert Systems with Applications, 41(16), 7316-7327.
- Yavuz, E., Avcı, T., & Çağlar, A. E. (2017). Sosyal Güvenlik Kurumları Açısından İllerin Analizi: MOORA Yöntemi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(4), 1-17.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), 546-556.
- Yıldız, N. (2015). G-20, Küresel Sorunları Çözecek Bir Aktör Müdür?. HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 9(4), 65-91.
- Yıldız, R. Ö. (2009). Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetim. Sayıştay Dergisi, 5-23.
- Yücel, Y. B. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Tekstil Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi ve Bir Yazılım Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Bartın.
- Watson, J. H. (2014). Tutorial: Big Data Analytics: Concepts, Technologies, and Applications. Communications of the Association for Information Systems, 34(65), (1247-1268).

- White House, (2016). Executive Office of the President National Science and Technology Council Committee on Technology 02 Ocak 2019 tarihinde https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsite/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf. adresinden alındı.
- World Economic Forum, (2016). The Future of Jobs, 01 Kasım 2018 tarihinde http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf adresinden alındı.
- Zavadskas, E.K., Kaklauskas A., Turskis Z., & Tamosaitiene, J. (2008). Contractor Selection Multi-Attribute Model Applynig COPRAS Method With Grey Interval Numbers. International Conference 20th EURO Mini Conference Continuous Optimization and Knowledge-Based Technologies, 241-247.
- Zolfani, S.H., & Zavadkas E. K. (2013). Sustainable Development of Rural Areas' Building Structures Based on Local Climate, Procedia Engineering, 57, 1295-1301.
- Zolfani, S.H., Rezaeiniya, N., Aghdaie, M.H., Zavadskas, E. K. (2012). Quality Control Manager Selection Based on AHP-COPRAS-G Methods: A Case in Iran. Ekonomika Istraživanja, 25(1), 88-104.
- Zerenler, M., Türker, N., & Şahin, E. (2007). Küresel Teknoloji, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) ve Yenilik İlişkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17. 654-667.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Can ŞAHİN

Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara - 29.06.1988

Lisans Öğrenimi : Karadeniz Teknik Üniversitesi-Maliye (2008-2012)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniveristesi-İşletme (2017-2019)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyet/Yayınlar:

- Şahin, C., ve Öztel, A. (2018). Ülkelerin Yaşanabilirlik Düzeylerinin COPRAS Yöntemiyle Karşılaştırmalı Analizi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye. Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 1(1), 75-84.
- Şahin, C., ve Karakaş, A. (2017). Dünya’da ve Türkiye’de E-Ticaret Sektörü. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Kongresi (ICMEB 17), 27-33.

İş Deneyimi : Sahil Güvenlik Batı Karadeniz Grup Komutanlığı

Mali İşler Uzmanı (2016- Devam ediyor).

E-Posta Adresi : cnshn88@gmail.com

Tarih : 08/05/2019 (Tez sınav tarihi)