

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ 4.0 KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN
BELİRLENMESİ: GOSB TEKNOPARK FİRMALARI ÜZERİNE
UYGULAMA

BAŞAK OCAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

GEBZE

2023

T.C.

GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİ 4.0 KRİTİK BAŞARI
FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ: GOSB
TEKNOPARK FİRMALARI ÜZERİNE
UYGULAMA**

BAŞAK OCAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MEHMET ŞAHİN GÖK

GEBZE

2023

GTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 25/01/2023 tarih ve 2023/04-02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 08/02/2023 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Başak OCAK'ın tez çalışması İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Doç. Dr. M. Şahin GÖK

ÜYE

: Prof. Dr. Hakan KİTAPÇI

ÜYE

: Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

ÖZET

18. yüzyılda başlayarak devam eden sanayi devrimleri üretimlerin yapısını, ülke ekonomilerini ve toplumları etkilemiştir. Henüz hayatımıza yeni girmiş olmasına rağmen Endüstri 4.0, bilginin hızla yayıldığı günümüz ortamında ülkelerin rekabet edilebilirliği için oldukça önem arz etmektedir. Ancak yapılan literatür incelemesinde ülkelerin rekabetinde bu denli önemli rol oynayan Endüstri 4.0'ın kritik başarı faktörlerinin neler olabileceğine dair yapılan çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında Endüstri 4.0 sürecinde kritik başarı faktörlerine yönelik odak grup çalışması yöntemi ile faaliyetlerini GOSB Teknopark'ta sürdüren ve Endüstri 4.0 çözümleri üreten 19 teknoloji firması üzerinde araştırma gerçekleştirilmiş ve gerek işletmeler gerekse de devletler düzeyinde atılması gereken adımlar belirtilerek yol haritası sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Başarı Faktörleri, Odak Grup Çalışması, Teknopark

SUMMARY

Industrial revolutions, which started in the 18th century, affected the structure of production, country economies and societies. Although it has just entered our lives, Industry 4.0 is very important for the competitiveness of countries in today's environment where information is spreading rapidly. However, in the literature review, it has been determined that there are limited studies on what the critical success factors of Industry 4.0, which plays such an important role in the competition of countries, could be. Within the scope of this study, research was carried out on 19 technology firms, producing industry 4.0 solutions in GOSB Technopark with the focus group study method on critical success factors in the Industry 4.0 process, and the road map was presented by stating the steps to be taken at both the enterprises and the state level.

Keywords: Industry 4.0, Success Factors, Focus Group Discussion, Technopark

TEŞEKKÜRLER

“Endüstri 4.0 Kritik Başarı Faktörlerinin Belirlenmesi: GOSB Teknopark Firmaları Üzerine Uygulama” adlı tez çalışmamda gerek akademik bilgisi gerek sektörel bilgisiyle değerli desteklerini esirgemeyen, gösterdiği büyük bir sabır ve anlayışı için danışman hocam Sayın **Doç. Dr. Mehmet Şahin GÖK**'e teşekkürü borç bilirim.

Eğitim hayatımda edindiğim teorik bilgilerin pratiğe dökülmesine fırsat tanıyan, ayrıca odak grup çalışmamın gerçekleştirilmesinde büyük katkı sunan GOSB Teknopark Genel Müdürü Sayın **Tolga BİLDİRİCİ**'ye;

Tezim ile ilgili çalışmalarımı bıkmadan, sabırla ve dikkatle dinleyerek hep yanımda olan; desteğini benden esirgemeyen kıymetli hayat arkadaşım **Tuğkan ARICI**'ya;

Bugünlere gelmemde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem **Yaşar OCAK**'a, babam **Mustafa OCAK**'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>No</u>
ÖZET	iii
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜRLER	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
1 GİRİŞ	1
2 SANAYİ GELİŞMELERİ	3
2.1 SANAYİ DEVRİMLERİ	3
2.1.1 Birinci Sanayi Devrimi	4
2.1.2 İkinci Sanayi Devrimi	6
2.1.3 Üçüncü Sanayi Devrimi	7
2.1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi	8
2.1.4.1. Endüstri 4.0'ın Faydaları	10
2.1.4.2. Endüstri 4.0'ın Riskleri	12
2.2 SÜREÇ OLARAK SANAYİ 4.0	13
2.3 TEKNOLOJİ ÜSTLERİ: TEKNOPARKLAR	18
2.3.1 Teknopark Tanımları	19
2.3.2 Tarihsel Gelişim	20
2.3.3 Türkiye’de Teknoparklar, Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri	21
3 ENDÜSTRİ 4.0 VE KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ	24
3.1 AKILLI FABRİKALAR	25
3.2 BÜYÜK VERİ YÖNETİMİ	27
3.3 NİTELİKLİ İŞ GÜCÜ YAPISI	30
3.4 SİBER GÜVENLİK	31
3.5 SOSYAL VE TEKNOLOJİK ALTYAPI	33
3.6 SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER	35
4 METODOLOJİ	37
4.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ	37
4.2 ODAK GRUP UYGULAMA ÖNCESİ HAZIRLIKLAR	38
4.2.1 Odak Grup Üyelerinin Belirlenmesi	38
4.2.2 Odak Grup Üyeleri Hakkında Bilgiler	39

4.3	ODAK GRUP ÇALIŞMASI	43
4.3.1	Odak Grup Uygulaması	44
4.3.2	Odak Grup Prosedürü	44
4.3.3	Odak Grup Araştırma Soruları	45
4.4	ODAK GRUP BULGULAR	46
5	SONUÇ VE TARTIŞMA	56
5.1	ARAŞTIRMA SONUÇLARI	56
5.2	SONRAKİ ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER	58
5.2.1	İşletmelere Yönelik Öneriler	58
5.2.2	Devlet ve Kanun Koyuculara Yönelik Öneriler	58
	KAYNAKÇA	60
	ÖZGEÇMİŞ	68
	EKLER	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Sanayi Devrimleri	3
Şekil 2.2: Teknopark Üçlü Sarmal Modeli	19
Şekil 3.1: Akıllı Fabrikaların Çalışma Sistemi	26
Şekil 3.2: Büyük Veri Bileşenleri	29
Şekil 3.3: Sosyal Altyapı Geliştirilmesine Yönelik Eylem Planı	35
Şekil 3.4: Siber Fiziksel Sistemlerin Birbirleriyle Olan İletişim Ağı	36



TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1: Ülkelerin Endüstri 4.0 Stratejileri	14
Tablo 2.2: Dijital Rekabet Edilebilirlik Sıralaması (2019-2020)	17
Tablo 2.3: Türkiye’deki Teknoparklara İlişkin Sayısal Bilgiler	22
Tablo 2.4: Türkiye’deki Ar-Ge ve Tasarım Merkezlerine İlişkin Sayısal Bilgiler	23
Tablo 3.1: Geleneksel ve Akıllı Fabrika Sistemlerinin Karşılaştırması	27
Tablo 3.2: Gelecek Dönemde İhtiyaç Duyulacak Meslek Grupları	34
Tablo 4.1: Literatüre Göre Endüstri 4.0 Kritik Başarı Faktörleri	38
Tablo 4.2: Odak Grup Çalışması Kapsamında Sorulan Araştırma Soruları	46

1. GİRİŞ

Sanayi devrimlerine bir bütün olarak bakıldığında her devrimin, kendine has gelişmeleri ve etkilerini bir sonraki devrime aktardığı görülmektedir. Sanayi devriminin temelinde insan ihtiyaç ve beklentileri yer almaktadır. Bu ihtiyaç ve beklentiler ise teknolojiye yaşanan gelişmeler ile ortaya çıkmış ve günümüzde bilgi, hızla yayılabilir hale gelmiştir. Bilgi dağılımının hızlanmasının bir etkisi olarak ise küreselleşme kavramı ortaya çıkmıştır.

Küreselleşme ürünlerin, fikirlerin, kültürlerin ve dünya görüşlerinin uluslararası bir bütün haline gelme sürecidir. Dünyanın bir bütün haline gelmesiyle rekabet yerel sınırlardan küresel bir boyuta taşınmıştır. İşletmeler içerisinde buldukları bu rekabet ortamında varlıklarını devam ettirebilmek için kaynaklarını etkin ve verimli kullanmalı, üretim hatalarını azaltmalı ve müşterilerin beklenti ve isteklerini yakından takip etmelidir. Bu ortamlarda varlıklarını devam ettiren ve rekabetten geri kalmak istemeyen ülkeler sanayileşme hızına ve üretim süreçlerinde yaşanan gelişmelere ayak uydurmalı, üretim süreçlerini Endüstri 4.0'a adapte etmelidir.

İlk kez 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarında dile getirilen "Endüstri 4.0" kavramı, internetin üretimde daha fazla kullanılmasıyla bugüne kadar hep ayrı düşünülmüş olan teknolojik yeniliklerin, değişen tüketici ihtiyaçlarına anlık cevap verebilen üretim yapılarına dönüşmesidir. Endüstri 4.0 kavramı temelde, tüm sistemlerin birbirleriyle iletişim halinde olmasıdır. Bu sayede makineler birbirleri ile iletişime geçebilecek, verilerin analizi yapılabilecek, kişiselleştirme daha hızlı ve tematik olabilecektir.

Tüketicilerin istek ve beklentilerinin hızla değişmesi, rakip firmaların birbirlerine çok benzer ürün ve hizmet gruplarını piyasaya sunması ve rekabetin uluslararası sınırlara dayanmış olması işletme maliyetlerinin de artmasına neden olmaktadır. Temelde işletmelerden beklenen ise girdi maliyetlerini azaltarak en etkin ve verimli ürün ve hizmetleri sunabilmesidir. Tüketici beklentileri ile işletme maliyetlerinin aynı düzlemde bulunmaması ürünlerin müşteriler tarafından tercih edilmemesine sebebiyet verecektir. Tüm bu parametreler göz önüne alındığında işletmeler için Endüstri 4.0 süreci kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Fakat ülkemizdeki

endüstri seviyesi, TÜBİTAK'ın 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşuyla yapmış olduğu çalışmaya göre Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasındadır.

Makro düzlemde ülkemizin 2023 hedefleri başta olmak üzere belirlenmiş hedeflerin gerçekleştirilebilmesi ve gelişmekte olan ülkeler içerisindeki yerini hızla gelişmiş ülkeler seviyesine çıkarabilmesi; mikro düzlemde ise işletmelerin verimli, etkin ve tüketici beklentilerine anlık cevap verebilen bir ürün ve hizmet modeline kavuşabilmesi için Endüstri 4.0 uygulamalarına daha fazla önem verilmelidir. Bu kapsamda ülkemizin Endüstri 4.0'a yönelik atmış olduğu adımların doğru ve eksiksiz olabilmesi için kritik başarı faktörlerinin, ülke dinamiklerine göre belirlenmesi çok önemlidir.

Endüstri 4.0 kritik başarı faktörlerinin incelendiği bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde dünyada yaşanan sanayi devrimleri ile teknoparklar hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde; literatürde Endüstri 4.0 uygulamaları için önemli ve kritik olduğu belirtilen faktörler detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümü olan metodoloji kısmında faaliyetlerini GOSB Teknopark'ta sürdüren ve Endüstri 4.0 alanında firmalara çözüm üreten 19 teknoloji firması ile odak grup çalışması yürütülmüştür. Elde edilen bulgular bu bölümde özetlenmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise, odak grup çalışması kapsamında elde edilen bulgular yorumlanmış, hem firmalar hem de kanun koyucular için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

2. SANAYİ GELİŞMELERİ

2.1 SANAYİ DEVRİMLERİ

Tarih boyunca insanoğlu sürekli değişim ve dönüşüm içerisinde yer almış, hayatını devam ettirebilmek için ekonomik kaygılar ile birtakım faaliyetler yürütmüştür. İnsanlar, toplayıcılık – avcılık dönemlerinde sadece “tüketim” yaklaşımını benimsemişken tarımın gelişerek yaşam tarzı haline gelmesi sonucunda “üretim” yaklaşımına sahip olmuştur.

Yıllar içerisinde kullanılan üretim teknikleri, insanların değişen beklenti ve ihtiyaçları sonucunda değişmiştir. Hayvan gücü ile insan gücünün esas alındığı üretim şekilleri yerini zamanla makinelere bırakmıştır. Salt insan gücü ve hayvan gücü ile işleyen üretim sürecine mekanik kuvvetin dahil olmasıyla teknolojik gelişmeler yaşanmaya başlamış ve ilk sanayi devrimi ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.1: Sanayi Devrimleri

İlk sanayi devriminin ortaya çıktığı 18. yüzyıldan günümüze kadar teknolojiye yaşanan gelişmeler toplumların ve ülkelerin bakış açısını zenginleştirerek ekonomik ve sosyal alanlarda önemli değişimlerin yaşanmasına önderlik etmiştir. Bu değişikliklerin üretim süreçlerine olan etkileri ise “sanayi devrimi” olarak nitelendirilmektedir. İlk sanayi devriminin 18. yüzyılda ortaya çıkmasından bugüne kadar geçen yaklaşık 300 yıllık sürede, dünya üç sanayi devrimini tamamlamıştır. Bugün itibariyle ise artık 4. Sanayi Devrimi'nin yaşandığını görmekteyiz.

Sanayide yaşanan her devrim, sadece üretimin şeklini ve yapısını değiştirmekle kalmamaktadır. Sanayi gelişmeleri aynı zamanda toplumları da derinden etkilemiştir (Kaya, 2020). Çünkü sanayi devrimleriyle birlikte insanların yaşam tarzları etkilenmekte; gelir dağılımı, refah düzeyi, satın alma gücü gibi ekonomik gelişmeler yaşanmaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ve bilginin hızla yayılması ile sanayide yaşanan gelişmeler ve etkiler sadece gelişmelerin başladığı ülkede değil sınırlar ötesinde de hayata geçmiştir. Gelişmelerin sınırlar ötesine taşınmasıyla rekabet halindeki işletmeler ve ülkeler her bir sanayi devrimini benimsemiş ve yaşanan gelişmelere kayıtsız kalamamıştır.

2.1.1 Birinci Sanayi Devrimi

Birinci Sanayi Devrimi, İngiltere’de 18. yüzyılın sonlarına doğru James Watt tarafından bulunan buhar makinesi ile gelecekteki tüm sanayi devrimlerinin kapısını aralamıştır (Başer, 2011). James Watt tarafından geliştirilen buhar makinelerinden önce insanlar, alet ve makinelerin çalıştırılması için yel ya da su değirmenlerini kullanmaktaydı. Bu yöntem ilk zamanlar insanlar için büyük bir verimlilik artışı sağlamış olsa da zamanla yetmemeye başlamıştır.

Geliştirilen buhar makinesi ilk olarak el emeği ile üretimi yapılan dokuma tezgahlarında kullanılmaya başlamış ve insan emeği ile hayvan gücüne dayanan üretim gücü yerini mekanik güce bırakmıştır (Başer, 2011). Buhar gücünün kullanılmaya başlanmasıyla dokuma tezgahlarının yanı sıra un değirmenleri, kâğıt fabrikaları, lokomotif, gemicilik gibi çeşitli sektörlerde önemli bir gelişme yaşanmıştır. Önceleri aile ortamlarında, küçük gruplar halinde el emeğine dayalı yapılan üretim yaşanan bu

gelişmeler neticesinde makineye dayalı üretimi artırmış ve sonucunda üretim süresi kısalmış; üretim miktarı ise artırmıştır (Akbaba, 2018). Özellikle buhar gücünün gemilerde kullanılmasıyla ulaşımda gelişme yaşanmış sanayileşmenin uluslararası bir boyut kazanmasına yol açmıştır (Başer, 2011).

Birinci Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın sonları ile 19. yüzyılın ilk yarısına kadar etkili olmuştur. Bu süre zarfında ortaya çıkan gelişmeler ve değişimler ise sadece üretimin şekli ve kapasitesi üzerinde yaşanmamıştır. Bu alandaki gelişmelerin haricinde sanayi devrimi hem toplumun yaşayış biçimi üzerinde hem de ülkeler üzerinde pek çok olumlu ve olumsuz etkilere de neden olmuştur.

Birinci Sanayi Devrimi İngiltere’de ortaya çıkmış olması nedeniyle İngiltere’yi 19. yüzyılın süper gücü yapmış olsa da etkileri sadece İngiltere’yi değil tüm dünyayı etkilemiştir (Turan, 2018; Başer, 2011). Üretimin daha kısa sürede ve düşük girdi maliyetleriyle gerçekleşmesi; kitlesel üretimlerin oluşmasına, insanların çok daha uygun fiyata daha fazla ürün alabilmesine, çalışanların daha fazla kazanmasına ve tüm bu gelişmelere bağlı olarak yaşam standartlarının artmasına fayda sağlamıştır (EGSO, 2015).

Birinci sanayi devrimi beraberinde getirdiği tüm bu avantajlara ek olarak bir takım dezavantajlar da getirmiştir. Şehirlerdeki fabrikalaşmanın artması sonucunda köyden şehre doğru göçlerin başlaması tarımdaki iş gücünün azalmasına, tarım ürünlerindeki verim ve kapasitelerin düşmesine, şehir nüfusunun artmasına bağlı olarak altyapı sorunlarının daha şiddetli yaşanmasına, evlere temiz su, elektrik gibi zaruri ihtiyaçlarda sorunlar yaşanmasına neden olmuştur (Günay, 2002).

Birinci sanayi devrimi ile birlikte özellikle çelik üretim yöntemlerinde yaşanan gelişmeler, içten yanmalı motorların keşfi ve radyo gibi teknolojik buluşların ortaya çıkmasıyla birlikte insanoğlunun istekleri artmaya, üretim ve tüketim toplumu hızla gelişmeye başlamıştır. Yaşanan tüm bu gelişmeler zamanla İkinci Sanayi Devriminin temellerinin atılmasına neden olmuştur.

2.1.2 İkinci Sanayi Devrimi

Birinci Sanayi Devrinde buhar gücünün demir yollarında kullanılması ile üretimin sınırları ülkeler arası boyutlara genişlemiştir. Üretim ve teknolojiye yaşanan gelişmelere ek olarak sanayi devriminin ülke sınırlarını aşması ise yeni bir sanayi devrimine zemin hazırlamıştır.

İkinci sanayi devrimi, 19. yüzyılın ortalarında başlayıp 20. yüzyılın başlarına kadar devam etmiştir. Birinci sanayi devrimi ile buhar gücünün sanayide kullanılması ve özellikle çelik üretim yöntemlerinin gelişmesi; elektrik, içten yanmalı motor, telefon-radyo gibi buluşların ortaya çıkmasıyla beraber İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya yeni devrimin etkisi altına girmiştir (Koçak ve Diyardin, 2018).

Elektriğin üretimde kullanılması ile üretim hızının artması seri üretimi ve montajı mümkün hale getirmiştir. Bu dönemin ilk örneğini ise Henry Ford, sahibi olduğu otomobil fabrikasında seri üretim tekniğini kullanarak göstermiştir. Montajlama sayesinde otomobilin tüm parçaları çalışanların önüne gelerek üretim hızı artmış bu da satış fiyatlarının azalmasına katkı sağlamıştır (Turan, 2018).

İkinci Sanayi Devrimi ile yaşanan diğer önemli gelişmeler arasında çelik üretiminin başlaması ile ağır sanayinin gelişmesi yer almaktadır (Erçağ, 2017). Birinci Sanayi Devriminde yapımına başlayan demiryolları İkinci Sanayi Devrinde hızını artırmıştır. Elektriğin yanı sıra petrol ve doğalgazın yine bu dönem kullanılmaya başlanması otomobil ve uçak üretimine de olanak tanımıştır. Böylece hava yolu taşımacılığının temelleri de bu dönemde atılmaya başlamıştır. Taşımacılık sisteminde yaşanan tüm bu gelişmeler lojistik sektörünü de olumlu yönde etkilemiştir.

Birinci Sanayi Devrinde icat edilen telgraf, İkinci Sanayi Devrinde telefonun icadı ile devam ederek iletişim sektörü oluşmaya başlamıştır (Arslan ve Demirağ, 2017). Telekomünikasyon ve ulaşım sektörünün Birinci Sanayi Devrimi ile başlayıp İkinci Sanayi Devriminde hızını artırmasıyla yeni teknolojilerin keşfi sınırlar ötesine taşınma imkânı bulmuştur (Özdoğan, 2017). Üretimin artması ile birlikte yeni ürünleri satabilmek için farklı pazarlara ihtiyaç duyulması da küreselleşmeyi zorunlu kılarak uluslararası ilişkileri önemli hale getirmiştir.

İkinci Sanayi Devrinde üretim teknolojilerinin gelişmesi ve üretim kapasitesinde yaşanan gelişmeler küresel gelişmelerin de temelini oluşturmuştur. Sanayinin gelişmesi ile birlikte iş gücüne olan ihtiyaç artmış, daha fazla insanın çalışma hayatına atılması sosyo-ekonomik değişime yol açmıştır. Birinci Sanayi Devrine kıyasla elektrik hanelerin aydınlatmasında kullanılmaya başlamış ve yine temiz suya erişim ve kanalizasyon problemleri İkinci Sanayi Devrinde çözüme kavuşarak yaşam kalitelerinde iyileşme görülmüştür. Böylece yeterli altyapıya sahip olmadığı için yaşamın kısıtlandığı yerlerde de yerleşimler görülmüştür. Önceleri köy yerlerinde yaşayarak sadece tarım ve hayvancılık ile uğraşan toplum, şehirlere göç ile farklı iş kollarında çalışma imkanı bulmuştur. Dolayısıyla, İkinci Sanayi Devrinde yaşanan gelişmelerle, insanlar ulaşımda daha rahat olanaklara sahip olmuş, seyahat imkanları artmış, sağlık sisteminde yaşanan gelişmeler ile sağlık hizmetlerine erişimleri artmıştır (Özdoğan, 2017).

2.1.3 Üçüncü Sanayi Devrimi

1914 yılında başlayan Birinci Dünya Savaşı, 1929 yılında meydana gelen ve tüm dünyayı olumsuz etkileyen Büyük Buhran ile 1939 yılında başlayan İkinci Dünya Savaşı dünyadaki sanayi faaliyetlerine büyük bir darbe indirmiştir (Akbaba, 2018). Yaşanan bu üç önemli olay sonucunda ilk iki sanayi devriminde yaşanan teknolojik gelişmeler İkinci Dünya Savaşı'nın sonuna kadar aynı kalmış ve sanayide yeni bir gelişme yaşanmamıştır. Ekonomi olumsuz etkilenmiş, halk yoksullaşmıştır. Ülkelerin kendilerini toparlaması ve yeni gelişmelerin yaşanması ancak 1945 yılından sonra olmuş ve bu tarihten sonra dijital teknolojilerde yaşanan gelişmeler ile Üçüncü Sanayi Devrinin temelleri atılmıştır.

İkinci Sanayi Devri ile seri üretime geçilmesi ve sanayileşmenin hız kazanması ürünlerin ve/veya üretimin kontrol ve takip sorununu beraberinde getirmiştir ve bu da Üçüncü Sanayi Devrimine zemin hazırlamıştır (Genç, 2018). 20. yüzyılda başlayan Üçüncü Sanayi Devrimi, üretim süreçlerinde otomasyonun kullanılması ve teknolojiye yaşanan dijital gelişmeler ile karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik gelişmeler nedeniyle "Dijital Devrim" olarak adlandırılan bu dönemde ilk kez kişisel bilgisayarlar ve internet hayatımıza girmiştir (Schwab, 2017). İnternet kullanımı ile birlikte

haberleşme anlık hale gelmiş ve iletişim hızlı ve kolay gerçekleşmeye başlamıştır. Tüm bu gelişmeler, bilginin daha kolay yayılmasını sağlamış ve bu da küreselleşmenin hızını artırmıştır.

İkinci Sanayi Devri ile fark edilen yeni pazarların varlığı bu dönemde ülkeler için yeni pazarlara girmenin önünü açmıştır. Küreselleşme ile ülkeler arası sınırların ortadan kalkması rekabet ortamını beraberinde getirmiştir. İnternetin kullanımı ve dijital gelişmelerin yaşanması Endüstri 4.0 sürecinin hayatımıza girişini de kolaylaştırmıştır. Bu da insan gücünün üretimde gitgide azalmasına ve robotik - otomasyon sistemlerin üretimde daha fazla görülmesini imkân tanımıştır (Kaya, 2020). İnsan gücüne olan ihtiyacın ortadan kalkması sadece iş kollarında olmamış; makinelerin günlük hayatta da kullanılmaya başlanmasıyla kişilerin kendilerine ayırdıkları vakit çoğalmış ve beden gücü kişilerin özel hayatında da azalmıştır (Erçağ, 2017).

2.1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi

Sanayi devrimlerine bir bütün olarak baktığımızda her devrimin kendine has gelişmelerinin ve etkilerinin bir sonraki devrime zemin hazırladığını görmekteyiz. Temelinde insan ihtiyaç ve beklentilerinin bir sonucu olarak teknolojide yaşanan tüm gelişmeler, bugün bilgiyi hızla yayılabilir hale getirmiş ve bunun bir etkisi olarak küreselleşme ülkeler arası rekabet ortamını doğurmuştur. Rekabet ortamında geride kalmak istemeyen ülkeler, sanayileşme hızına ve üretim süreçlerinde yaşanan gelişmelere ayak uydurmuşlardır (Ünlü ve Atik, 2019). Üretim sürecinde kaynakların etkin ve verimli kullanılması ve üretim hatalarının azaltılması işletmelerin rekabet edilebilirliği için son derece önemlidir. Dolayısıyla, üretim süreçlerinde değişimin tetiklenmesi ise yeni bir sanayi devriminin ortaya çıkmasında itici bir güç olmuştur.

Değişimin yarattığı bu noktada, Dördüncü Sanayi Devrimi bir diğer adıyla Endüstri 4.0 ilk olarak 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarında Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (ACATECH) Başkanı Henning Kagermann tarafından dile getirilmiştir (Koçak ve Diyadin, 2018). Günümüzde hakimiyetini sürdüren Endüstri 4.0, internetin üretimde daha fazla kullanılmasıyla bugüne kadar

hep ayrı düşünölmüş olan teknolojik yeniliklerin, değışen tüketici ihtiyaçlarına anlık cevap verebilen üretim yapılarının ortaya çıkması ve tüm üretim süreçlerin birbirleri ile sürekli iletişim halinde olması şeklinde ifade edilmektedir (Kagermann vd., 2013).

Endüstri 4.0, nesnelerin interneti, büyük veri, sosyal medya, bulut bilişim, sensörler, yapay zeka, robotik gibi teknolojilerin internet ortamında ağ üzerinde bir araya gelerek, insan gücünden bağımsız bir şekilde üretimin gerçekleştirilmesi ve son kullanıcıya iletilmesi süreçlerini kapsamaktadır (Fuchs, 2018). Yani Endüstri 4.0 tedarikten ürünün kullanıcıya ulaştırılmasına değin geçen tüm üretim süreçlerini kapsayan değerler zinciri ve yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Hermann vd., 2015). Değerler zinciri ise, siber-fiziksel sistemler ile nesnelerin interneti ve hizmetlerin internetinin birleştii birbirine bağıli sistemlerin oluşturduğu kolektif bir yapıdır (Özkan vd., 2018).

Siber Fiziksel Sistemler, insan faktörünü devre dışı bırakarak internet ortamındaki makinelerin birbirleri ile iletişimini sağlamaktadır (Davutoğlu, 2020). Bu iletişim de büyük veri (Big Data) olarak adlandırılan sensörler ve makinelerden gelen devasa verilerin devamlı üretilmesi ve siber-fiziksel sistemler tarafından işlenmesi ve yönetilmesi ile mümkün olmaktadır. Kısacası; sensör, makine, enformasyon sistem ve teknolojilerden sağlanan veriler siber-fiziksel sistemler sayesinde sanal ve gerçek dünyayı birbirine entegre etmekte ve tüketici ihtiyaçlarına cevap verebilecek bir model sunmaktadır (ACATECH, 2013). Bu da akıllı fabrika kavramını beraberinde getirmektedir (Schwab, 2017). Akıllı fabrikaların ortaya çıkmasını sağlayan Siber Fiziksel Sistemler ile akıllı makineler, depolama sistemleri ve üretim tesislerinin birbirini kontrol edebilmesi, eylem ve hareketlerini tetikleyebilmesini sağlamaktadır (Kagermann vd., 2013). Yani gerçek zamandan alınan anlık büyük veriler toplanmakta ve analiz edilmektedir. Analiz edilen veriler makinelerin birbirleri ile olan haberleşmesini sağlamaktadır. Böylece bir üretim için en optimal kararlar siber-fiziksel sistemler sayesinde alınmaktadır (Lee vd., 2015).

Nesnelerin İnterneti, bir ağ aracılığıyla makinelerden alınan verilerin farklı makine ve sistemlere aktarılmasıdır. Tedarik süreci, üretimin planlaması gibi üretimin her aşamasında gerçek zamanlı problemlerle karşılaşılmaktadır. Tüm bu problemlerle başa çıkılması aşamasında üretime dahil edilecek cihaz, sensör, makinelerden toplanan

verilerin işlendiği bir ağ sistemlerine yani nesnelerin internetine ihtiyaç duyulmaktadır (Anbalagan ve Moreno-Garcia., 2020).

Hizmetlerin İnterneti ise, internet ortamında hizmetlerin kullanıcılara ulaştırılması ve iki yönlü bilgi ve veri akışının sağlandığı sistemler olarak tanımlanmaktadır (Hermann vd., 2015). Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti, fabrikaları akıllı bir ortama dönüştüren tüm üretim sürecini içeren ağlar oluşturmayı mümkün kılmaktadır (ACATECH, 2013).

Endüstri 4.0, sadece bir üretim aşamasında değil fikir aşamasından ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar olan tüm süreci izleyebilmemize olanak tanımaktadır. Böylece ürün yaşam döngüsü boyunca uçtan uca mühendisliğe de imkan tanımaktadır. Bu da sadece makineye dayalı hatasız ve hızlı bir üretimi değil tüketiciden gelen dönüşlere göre de şekillenebilen esnek bir üretim yapısını ortaya çıkarmaktadır (Ünlü ve Atik, 2019). Bu haliyle, Endüstri 4.0 insan zekası ile makinedeki hatasız, hızlı ve verimli çalışabilme özelliklerini birleştiren bir sistem olarak hayatımıza girmiş durumdadır (Özkan vd., 2018). Etkileri ise sadece üretim sürecinde kalmayıp hayatımızın pek çok alanında varlığını göstermektedir (Schwab, 2017). Ancak geçmişteki üç sanayi devriminde de olduğu gibi Dördüncü Sanayi Devrimi de beraberinde hem fayda hem de bazı riskleri getirmiştir.

2.1.4.1 Endüstri 4.0'ın Faydaları

Endüstri 4.0, sadece üretim süreçlerinde değil ekonomi, yeni iş modellerinin oluşması, çalışma ortamı, ürün ve hizmetlerin inovasyon ve teknolojik seviyesi, ekonomi, sağlık, tarım gibi çeşitli alanları etkilemektedir (Pereiara ve Romero, 2017). Sağlık teknolojisinde yaşanan gelişmeler insan yaşamı üzerinde olumlu etkiler yaratırken, tarımda kullanılan yeni bir teknoloji bitkilerin zararlı mikroorganizmalardan korunmasını sağlamaktadır. Dijital ve teknolojiye yaşanan gelişmeler ile kullanım alanımıza giren pek çok yenilik insan hayatını pratikleştirmekte ve işlerimizi tamamlarken zaman ve maliyet tasarrufu sunmaktadır (Schwab, 2017).

İlk üç sanayi devriminde de görüldüğü gibi Endüstri 4.0 da üretim süreçlerinde üretim ve verimlilik artışını sağlamaktadır (Pfeiffer, 2017). Siber-fiziksel sistemler sayesinde üretim süreci ürün ya da hizmetin fikir aşamasından tüketiciye ulaştığı ana kadar izlenebilir olduğu için üretimde yaşanan aksaklık ya da hatalar erken tespit edilmekte ve böylece hata payları azalmakta, maliyetler minimum seviyeye inmekte, enerji tasarrufu sağlanmakta ve üretimde inovasyon hızı artmaktadır (Bartodziej, 2017). Ayrıca süreç içerisinde kaynak eksikliğinin erken fark edilmesiyle üretim durmadan devam etmektedir ve böylece üretim hızı ve kalitesi artmaktadır (Koçak ve Dişadin, 2018).

Endüstri 4.0, tüketicilerin özel ihtiyaçlarını anlık olarak karşılamaya odaklı esnek bir üretim modeli sunmaktadır (ACATECH, 2013). Üretici ve tüketici arasındaki bilgi alışverişinin sürekli hale gelmesi daha yakın bir ilişki kurmayı mümkün hale getirmekte ve pazara uygun iş modellerinin ortaya çıkmasını tetiklemektedir (PWC, 2016). Üretimin ve karar alma mekanizmalarının fiziksel ortamından internet ortamına dönüşmesi dijital pazarlamanın önünü açmaktadır (Pereiara ve Romero, 2017).

Üretim süreçlerinde gerekli verilerin depolanması ve analiz edilmesi, karar verme süreçlerinde optimizasyon sağlamaktadır. Endüstri 4.0, verileri depolayıp işleyebilen ve süreçleri bir bütün olarak görmemizi sağlayabilen bir sistemdir (Koçak ve Dişadin, 2018). Dolayısıyla uçtan uca mühendisliğe olanak sağlamaktadır (Kagermann vd., 2013).

Dijitalleşme ile birlikte makine ve robotların üretimde daha fazla yer almasıyla nitelikli personele olan ihtiyacın artması, uzman personellerin çalışma ortamında daha fazla yer verilmesini zorunlu hale getirmektedir (Petekci, 2021). Endüstri 4.0'a uygun yeni yetkinliklerin talep edilecek olması kaliteli bir eğitim ile disiplinler arası düşünebilme ve yeni becerilerin önünü açmaktadır (Erol vd., 2016). Öte yandan, robotların üretimde daha fazla yer alması, fiziksel güce dayalı risk içeren işlerde insan gücüne daha az ihtiyaç duyulmasını sağlayacak ve böylece iş kazalarını da azaltacaktır (Bag vd., 2020).

Tüm bu etkiler, ülkelerin rekabet edilebilirliğini artırarak daha yüksek katma değere sahip ürünlerin üretilmesine olanak vermektedir (TÜSİAD, 2016). Robotlar ve akıllı makinelerin üretime katılması çalışanların rutin işlerini azaltarak daha yaratıcı ve nitelikli faaliyetlere odaklanmalarını sağlamıştır. Bu da daha nitelikli istihdam yaratmaktadır (Kagermann vd., 2013).

2.1.4.2 Endüstri 4.0'ın Riskleri

Endüstri 4.0, fayda sağlamakla birlikte olumsuz yanı da sahiptir (Schwab, 2017). Bir ülkenin Endüstri 4.0'a geçiş süreci sadece büyük işletmeleri ile değil küçük ve orta ölçekli işletmeler ile kamu düzeyini de kapsamaktadır ve her dönüşüm altyapısal olarak bir hazırlık süreci gerektirmektedir. Altyapısal olarak mevcut yapıya hazırlanmak ise küçük ölçekteki işletmeler için bir miktar daha zor olmaktadır (TÜSİAD, 2016). Sürece uyum sağlamak ve değişime ayak uydurmak maliyet faktörünü de beraberinde getirmektedir. Bu da mali anlamda sorun yaşayan işletmelerin ya da kurumların Endüstri 4.0 sürecine geçişini yavaşlatabilmektedir (Kasa ve Arslan, 2020) Yavaşlamanın bir sonucu olarak işletmeler, dönüşüme isteksiz hale gelmektedir. Bununla birlikte, Endüstri 4.0'a uyum süreci üretim sistemlerinde, operasyon, süreç ve tasarım gibi alanlarda önemli değişimler getireceği için işletmelerin yeni zorluklarla karşılaşması kaçınılmaz hale gelmektedir (Pereira ve Romero, 2017).

Dönüşümü tamamlayan ya da dönüşüm süreci içerisinde yer alan kurumlarda ise Endüstri 4.0 ile birlikte nitelikli işgücüne olan ihtiyaç artmaktadır. Bu da işletme ve devlet düzeyinde eğitime kaynak ayrılması ve planlama yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Petekci, 2021). Ayrıca, otonom sistemlerin hayata geçmesi ile birlikte insan gücüne olan ihtiyaç azalarak işsizliğin artmasına neden olmaktadır. Bu da ülke nüfusu üzerinde gelir eşitsizliğine sebebiyet vermektedir (Schwab, 2017).

Endüstri 4.0, internetin üretimde kullanılması ile siber fiziksel sistemlerin devreye girdiği ve üretimin akıllı fabrikalara dönüştüğü bir süreci kapsamaktadır. Bilgi paylaşımının eş zamanlı yapıyor olması da beraberinde bilgi güvenliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Aynı değer zincirinde yer alan noktalar arasında ağ kurma ve iş

birliğine olanak tanınması ise bilgilere erişimde yetki sorununu da ayrıca beraberinde getirmektedir (Kagermann vd., 2013). Siber fiziksel sistemler ile verilerin toplanması, işlenmesi ve tutulması siber güvenlik alanında işletmelerin önlemler almasını zorunlu kılmaktadır. Bu durum da hukuk alanında yeni yaptırımlar ve düzenlemelerin gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır (Raj vd., 2020).

Endüstri 4.0 ile birlikte üretimde maliyetlerin ve insan emeğinin gittikçe azalması ile ucuz iş gücü maliyetlerini avantaj olarak kullanan ve bu şekilde rekabet ortamında ayakta kalan gelişmekte olan ülkelerin ihracatlarının olumsuz etkileneceği düşünülmektedir (Alçın, 2016). Dönüşüm süreci ile birlikte, yüksek teknolojiye ve nitelikli insan gücüne sahip ülkelerin tekrar güç elde edeceği ve üretimin Almanya, Japonya, Fransa gibi gelişmiş ülkelere kayacağı öngörülmektedir (TÜSİAD, 2016).

2.2 SÜREÇ OLARAK SANAYİ 4.0

Endüstri 4.0, ülkelerin ve özelinde işletmelerin rekabet gücünü artırabilmesi ve ekonomik güçlerini koruyabilmesinde önemli bir avantaj olarak görülmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0'ı benimseyebilmeleri ise ülkelerin Endüstri 4.0 eylem ve politikaları ile doğru orantılıdır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

İlk defa Hannover Fuarında dile getirilen Endüstri 4.0 kavramı Almanya'nın ulusal sanayi politikası olarak dünyaya Almanya tarafından tanıtılmıştır (Sharma vd., 2021). Endüstri 4.0 kavramı temelde, Almanya'nın üretimini artırmak, ileri seviye üretim sistemlerini kurmak ve verimlilik artışının sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Dolayısıyla Endüstri 4.0, birçok teknolojiyi birlikte kullanarak yeni bir endüstriyel seviyenin oluşturulmasına liderlik etmektedir. Bu sayede firmalar değişen koşullara göre esnek hatlar ve üretim süreçlerini otomatik olarak ayarlayabilecek ve müşteri memnuniyetini, minimum maliyet ile, en üst seviyeye taşıyabilecektir.

Almanya, üretimdeki dijital dönüşümü şekillendirmek üzere, iş ve bilim dünyasından önemli temsilcilerin yer aldığı bir Endüstri 4.0 Platformu (Platform Industrie 4.0) kurmuştur (Web 1, 2022). Platform çalışmaları neticesinde yüksek teknoloji üretim planı oluşturmak amacıyla "Yüksek Teknoloji Aksiyon Planı 2020"

oluşturulmuş ve Platform ile alınan stratejik kararlar devlet politikasına dönüştürülmüştür (Sharma vd., 2021). Bu platformun kurulmasından önce, 2013 yılında, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (ACATECH) tarafından Sanayi 4.0 raporu oluşturulmuştur. Bu rapora göre Endüstri 4.0 uygulamaları ile üretim maliyetleri %5 oranında düşecek, üretim firmalarının gelir seviyesi yükselecek ve istihdam oranında önemli artışlar yaşanacaktır (ACATECH, 2013).

ACATECH tarafından ortaya konulan ve Endüstri 4.0'ın önemini vurgulayan sonuçlar ışığında 2016 yılında Almanya, "2025 Dijital Strateji Raporu"nu yayımlanmıştır. Raporla, KOBİ statüsünde yer alan firmalar için yeni iş alanlarının açılması, girişimciliğin desteklenmesi, yatırım odaklı sistemlerin geliştirilmesi, eğitimin dijitalleştirilmesi, teknoloji okur - yazarlık seviyesinin artırılması, veri güvenliği alanındaki çalışmaların geliştirilmesi ve dijitalleşme yolundaki firmalara mali ve teknik desteklerin sunulması hedeflenmiştir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

Tablo 2.1: Ülkelerin Endüstri 4.0 Stratejileri

ÜLKELER	ENDÜSTRİ 4.0 STRATEJİSİ
Amerika Birleşik Devletleri	Akıllı İmalat Koalisyonu Akıllı İmalat Açık Platformu
Avrupa Birliği	Geleceğin Fabrikaları Kaynak ve Enerji Verimliliği Sürdürülebilir Proses Endüstrileri
Almanya	Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi Vizyon 2025 Uygulama Stratejisi
Japonya	Toplum 5.0 Akıllı Üretim Sistemleri Yeni İmalat Sistemleri
İngiltere	Katma Değerli İmalat Girişimi 7 Uzmanlaşmış Merkez
Türkiye	Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası

Almanya, Endüstri 4.0'ı keşfeden ve ilk uygulayan ülke olsa da; bu kavramın üretime adapte edilmesi ve üretimin dijitalleşmesi adına pek çok ülke çalışmalar yürütmektedir. Dolayısıyla her ülkenin Endüstri 4.0'a uyum seviyesi ve eylem planları birbirinden farklıdır (Rüssmann vd., 2015). Tablo 2.1'de ülkelerin Endüstri 4.0 Stratejileri kısaca özetlenmektedir (Bayrak, 2018).

ABD, Endüstri 4.0 kavramını "Akıllı İmalat" ile desteklemiş ve "Akıllı İmalat Koalisyonu ve Akıllı İmalat Açık Platformu"nu hayata geçirmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0 çalışmaları kapsamında akıllı fabrika sistemine odaklanmış ve bunun için de siber fiziksel sistemlerle ilgili eksiklerin tamamlanması ve geliştirilmesi yönünde çalışmalar gerçekleştirmektedir.

İngiltere, "Katma Değerli İmalat Girişimi" ve "7 Uzmanlaşmış Merkez" oluşturmuş, CATAPULT Merkezleri ile Endüstri 4.0 çalışmalarını sürdürmektedir. Tematik alan olarak yapay zeka teknolojilerini benimsemiş olan İngiltere, Endüstri 4.0 uyum sürecindeki Ar-Ge çalışmalarında kullanılmak üzere 725 Milyon Sterlin bütçe ayırmıştır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

Japonya Endüstri 4.0 kavramını bir adım daha ileriye götürerek "Toplum 5.0" stratejisini duyurmuştur. Toplum 5.0 felsefesi ile Japonya, dijital dönüşümü sadece üretim ve ekonomi odaklı ele almayarak toplumsal dönüşümün önemine vurgu yapmaktadır (Bayrak, 2018).

Avrupa Birliği tarafından ise Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin desteklenmesine yönelik 100 milyar dolarlık hibe programı oluşturulmuş, sanayinin dijitalleşmesi stratejisi geliştirilmiştir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

Endüstri 4.0'ın başlatıcısı konumunda yer alan Almanya ve Endüstri 4.0'a hızla uyum sağlamak üzere stratejiler geliştiren Amerika'ya rağmen Çin, dijital dönüşüm konusunda önemli atılımlar sağlamıştır (Sağbaşı ve Gülseren, 2019). Çin, Endüstri 4.0 uyum çalışmaları kapsamında 2025 yılı stratejileri oluşturmuştur ve bu stratejiler doğrultusunda teknolojinin sanayiye aktarılması için çalışmalar yürütmektedir. Çin, 1500'ün üzerindeki firma için toplamda 230 Milyar Dolarlık bir yatırım fonu oluşturmuştur. Bu yatırımlar sayesinde Çin, "Made in China 2025" stratejileri

doğrultusunda 2035 yılına kadar dünyada en önemli üretim güçlerinden biri haline gelmeyi hedeflemektedir (Acet ve Koç, 2020).

Son dönemde tüm dünyanın öncelikli ilgilendiği konu haline gelen Endüstri 4.0'a yönelik ülkemizde atılan adımları görmek için TÜBİTAK tarafından 2016 yılında “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknolojik Yol Haritası” isimli rapor yayınlanmıştır. Bu rapora göre ülkemizin dijital olgunluk seviyesi Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasındadır ve araştırmaya dahil edilen firmaların sadece %22’si Endüstri 4.0 konusu hakkında detaylı bilgiye sahiptir (TÜBİTAK, 2016).

Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği (TÜBİSAD) tarafından yayınlanan “Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2021” raporunda ülkelerin dijital dönüşümdeki konumları incelenmiştir (TÜBİSAD, 2022). Bu rapora göre; Ar-Ge harcamalarında İsrail %4,95 ile en yüksek paya sahip ülkedir. İsrail’i %4,81 ile Güney Kore takip etmektedir. Her iki ülke de söz konusu alanda lider olmalarına karşın, 2020 yılında bu alandaki harcamalarını, bir önceki yıla göre önemli biçimde artırmıştır.

Aynı rapora göre ise Türkiye’nin, Ar-Ge harcamalarının Gayrisafi Milli Hasılaya Oranı %1,03’tür. Türkiye bu oran ile, araştırmaya dahil edilen ülkeler arasında Meksika ve Hindistan’ın ardından sondan üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye’nin “Dijital Olarak Teslim Edilebilir Hizmet İhracatı” ise toplam hizmet ticaretinin yalnızca %10,98’ini oluşturmaktadır. Bu oranla Türkiye, Yunanistan’ın (%9,66) ardından sondan ikinci sırada yer almaktadır. Bu alandaki en yüksek paya sahip olan ülkeler ise sırasıyla İrlanda (%90,83), İngiltere (%73,81) ve İsrail (%71,99)’dir.

International Institute for Management Development (IMD) tarafından yayınlanan Dijital Rekabetçilik Sıralaması’na göre de ülkemiz henüz istediğimiz sıralarda yer alamasa da yıl bazında önemli artışlar kaydetmiştir. Listede yer alan 63 ülkenin yer aldığı sıralamada, Amerika dijital rekabet gücü en yüksek ülke olarak yer almaktadır. Amerika’yı Singapur, Danimarka ve İsveç izlemektedir. Türkiye ise bu sıralamada 2019 yılında 52’nci sırada yer alırken 2020 yılında 44’ncü sıraya yükselmiştir. Tablo 2.2’de ülkelerin 2019 ve 2020 yıllarına ait Dijital Rekabet Edebilirlik Sıralaması yer almaktadır (IMD, 2020)

ABD'nin sıralamadaki başarısının arkasında bilgi ve geleceğe hazırlık faktörlerinin iyi derecede yönetilmesi yer almaktadır. Bilimsel ve teknik istihdam, Ar-Ge'ye ayrılan pay, iş çevikliği gibi unsurlar ABD'yi ilk sıraya yükseltmektedir. Singapur'un performansı ise bilgi ve teknoloji faktörlerindeki başarıyla orantı göstermektedir. Çalışanların eğitim seviyesi, teknoloji düzeyi yönünden başarı göstermektedir (IMD, 2020).

Tablo 2.2: Dijital Rekabet Edebilirlik Sıralaması 2019 ve 2020

ÜLKE	2020	2019
Amerika Birleşik Devletleri	1	1
Singapur	2	2
Danimarka	3	4
İsveç	4	3
Hong Kong	5	8
İsviçre	6	5
Hollanda	7	6
Kore Cumhuriyeti	8	10
Norveç	9	9
Finlandiya	10	7
Tayvan, Çin	11	13
Kanada	12	11
Birleşik Krallık	13	15
BAE	14	12
Avustralya	15	14
Çin	16	22
Avusturya	17	20
Almanya	18	17
İsrail	19	16
İrlanda	20	19
Türkiye	44	52

Endeks rakamları, ülkemizin dijital dönüşüme açık ve hevesli olduğunu göstermekle birlikte dönüşüm yetkinliklerinin artırılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. TÜSİAD ve BCG Consulting'in birlikte hazırlamış olduğu Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Etkinliği raporunda 1207 firma ile yapılan anket sonucunda; şirketlerin sanayide dijital dönüşüm konusunda yol kat etmelerine rağmen sadece %10'unun kayda değer seviyede ilerleme kaydedebildiği ortaya çıkmıştır (TÜSİAD, 2017).

Ülkemiz adına ortaya konulan bu veriler birlikte değerlendirildiğinde ülkemizin; Endüstri 4.0 için önem arz eden dijitalleşmede henüz istenilen seviyede olmadığı ve farkındalık düzeylerinin az olduğu görülmektedir. Bu durumun devam etmesi halinde Türkiye, küresel rekabette önemli bir yara olarak rekabet gücünü kaybedecektir.

2.3 TEKNOLOJİ ÜSTLERİ: TEKNOPARKLAR

Dünya genelinde yaşanan ekonomik, teknolojik ve bilimsel gelişmelerle birlikte ticari sınırlar ortadan kalkmakta ve dünya tek bir ülke haline gelmektedir. Ülkelerin küreselleşmesinin tetikleyici faktörü olan bilgi ve bilimsel gelişmeler, bu dönemin en kuvvetli ve etkili rekabet silahı olmuştur. Bu nedenle günümüzde tüm ülkeler bilgi, teknoloji ve bilimsel bir rekabet içerisinde yer almaktadır. Bu pastadan pay almak isteyen gerek ülke gerek firma olsun, küresel dünyanın teknoloji hızını yakalamak zorundadır. Bu nedenle ülkeler Ar-Ge ve inovasyon odaklı hamlelerin yapılması için çeşitli stratejik planlar hazırlamakta; firmalar ise gelecek yatırımlarını üretim yerine bilim ve teknoloji düzlemine inşa etmektedir.

Teknoparklar, ekonomik büyüme modelinin temelini oluşturan teknoloji, inovasyon ve Ar-Ge dinamiklerinin bir arada hayat bulduğu yerlerdir. Kamu, Sanayi ve Üniversite iş birliğini (üçlü sarmal) sac ayağı modeli ile birlikte hayata geçiren teknoparklar, firmaların ihtiyaç duyduğu her türlü bilgi, teknoloji ve ekonomik desteklerin sağlandığı yerlerdir. Bu sayede teknoparkların içerisinde yer alan firmaların iş birlikleri ve etkileşimleri artarak daha başarılı ürün ve hizmetleri hayata geçirebilmektedir (Yalçıntaş, 2014).

“Yüksek/ileri teknoloji kullanan ya da yeni teknolojilere yönelik firmaların, belirli bir üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü ya da AR-GE merkez veya enstitüsünün olanaklarından yararlanarak teknoloji veya yazılım ürettikleri/geliştirdikleri, teknolojik bir buluşu ticari bir ürün, yöntem veya hizmet haline dönüştürmek için faaliyet gösterdikleri ve bu yolla bölgenin kalkınmasına katkıda buldukları, aynı üniversite, yüksek teknoloji enstitüsü ya da AR-GE merkez veya enstitüsü alanı içinde veya yakınında; akademik, ekonomik ve sosyal yapının bütünleştiği site veya bu özelliklere sahip bölgeler.”

2.3.2 Tarihsel Gelişim

Dünyadaki ilk teknopark Stanford Research Park ya da bilinen ismi ile Silikon Vadisi'dir. Silikon Vadisi, 1951 yılında Amerika Kaliforniya'nın kuzeyinde bulunan San Francisco'da Stanford Üniversitesi'nde kurulmuştur (Web 2, 2022).

Stanford Üniversitesi'nden mezun olan Bill Hewlett ve David Packard, Stanford Üniversitesi'nde görev yapan ve üniversite içerisine Radyo ve İletişim Merkezi kurmak isteyen Dekan Prof. Dr. Frederick Terman tarafından desteklenmiştir. Üniversitenin desteği ile üniversitenin yakınlardaki bir garajda kurulan Hewlett Packard (HP) şirketi, hem Silikon Vadisi'nin ilk girişimcileridir hem de kendilerinden sonra gelen pek çok firmaya bu anlamda öncü olmuşlardır (Topak, 2021). Bugün Silikon Vadisi dünyanın en değerli şirketleri olan Tesla, Google, Intel, Cisco, HP, Apple, Microsoft, Facebook, Uber gibi önemli şirketlerin kurulmasında, büyümesinde önemli rol oynamıştır.

Silikon Vadisi'nde gerçekleştirilen başarıların ardından Kuzey Karolina'da North Caroline Üniversitesi, Duke Üniversitesi ve North Carolina Eyalet Üniversitesi ortaklığı ile Research Triangle Park (Araştırma Üçgeni Parkı) hayata geçirilmiştir. Bu bölgede otomobil, biyoteknoloji ve ilaç sektörlerine yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Cumming ve Zhang, 2019).

Stanford Üniversitesi ve Research Triangle Park'ın Ar-Ge faaliyetlerine hız veren adımlar atması sonucunda yüksek teknolojili ve rekabet avantajı sağlayan

ürünler hızla hayata geçmeye başlamıştır. Bu gelişmenin gerisinde kalmak istemeyen Japonya 1963 yılında, Fransa ise 1969 yılında ülkelerindeki ilk teknoparkların temellerini atmıştır (Demirli, 2014). Ancak teknoparkların öneminin anlaşılması ve sayılarının artması 1980’li yıllarda mümkün olmuştur. Avrupa ülkeleri, Güney Kore, Tayvan, Singapur ve Çin’in teknoloji yoğun faaliyetleri artırmak adına açtıkları teknoparkların atılımları da yine 1980’li yıllardan sonra olmuştur (Demirli, 2014).

Silikon Vadisi’ndeki yüksek teknoloji odaklı cazibe merkezi yaratma fikri Avrupa’da ilk kez Fransa’da hayata geçmiştir. 1970 yılında kurulan Sophia Antipolis Teknoparkı, aslında bir bilim şehri olarak kurulmuştur. Doğa ile iç içe olan bölgede yenilenebilir enerji, otomotiv, biyoteknoloji, yazılım ve hayvancılık alanlarında çalışmalar yürütülmektedir. Bölgede, 2022 Aralık ayı itibariyle 2.500’den fazla firmada 40.000’den fazla çalışan görev yapmaktadır. 80 farklı ülkeden 4.500 araştırmacı ve 5.500 öğrenci ile 5.6 Milyar Euro ciro lu projeler yürütülmektedir (Web 3, 2022).

Asya kıtasındaki ilk önemli örnek ise Japonya’da hayata geçen Tsukuba Science City’dir (Lambert, 2000). 1961 yılında kurulan Tsukuba Science City, Silikon Vadisi ile kıyaslandığında daha laboratuvar ağırlıklıdır ve yürüttüğü strateji biraz daha farklıdır. Tsukuba Science City’nin kurucusu olan Tsukuba Üniversitesi, pasif ve edilgen öğrenciler yerine aktif ve problem çözen girişimci profiline inin oluşturulmasını önemsemektedir. Bölgede yaşayanların %10’u araştırmacıdır ve en çok yapay zeka, biyoteknoloji gibi Endüstri 4.0 odaklı çalışmalar yürütülmektedir (Web 4, 2022).

2.3.3 Türkiye’de Teknoparklar, Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri

Dünya genelinde hızla yayılmakta olan teknoparkların ülkemizde de kurulması için ilk çalışmalar 1960’lı yıllarda hayata geçmiş olsa da ilk teknopark örneklerinin kurulması 2000’li yıllara kadar uzanmaktadır.

1963 yılında 3747 Sayılı “Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Kurulması Hakkında Kanun” ile TÜBİTAK kurulmuş ve Ar-Ge ve teknoloji kavramlarının ekonomiye katkısına yönelik önemli adımlar atılmıştır. 1990 yılında

3624 Sayılı “Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı Kurulması Hakkında Kanun” ile KOSGEB kurulmuştur. Bu iki kanun maddesi ile ülkemizde, teknoloji transferinin yapılması ve Ar-Ge çalışmalarının önceliklendirilmesi sağlanmıştır.

KOSGEB’in kurulması ve üniversitelerin iş birliği çerçevesinde teknoloji geliştirme bölgelerinin ilk adımı olan Teknoloji Merkezleri (TEKMER) kurulmaya başlanmıştır (Web 5, 2022). 1990’lı yıllarda 5 adet kurulan TEKMER’lerden İTÜ ve ODTÜ’nün ortaya koyduğu başarılı sonuçlardan sonra teknoparkların kurulması teşvik edilmiştir ve teknoparklara yönelik yasal çerçeve 2001 yılında yayınlanan 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu ile çizilmiştir (Boz Yılmaz ve Tunalioglu, 2020). İlgili Kanun’un çıkmasıyla da birlikte ODTÜ ve TÜBİTAK MARTEK’in statüleri TEKMER’den teknoparka çevrilerek Türkiye’nin ilk teknoparkları kurulmuştur (Demirli, 2014).

Tablo 2.3: Türkiye’deki Teknoparklara İlişkin Sayısal Bilgiler

Faaliyette Olan Teknopark Sayısı	81
Yapımı Devam Eden Teknopark Sayısı	15
Firma Sayısı	8.528
Yabancı ve Yabancı Ortaklı Firma Sayısı	353
Kuluçka Firma Sayısı	2.137
Akademisyen Ortaklı Firma Sayısı	1.781
Toplam Personel	88.512
	<i>Ar-Ge</i> 73.851
	<i>Tasarım</i> 1.204
	<i>Destek</i> 6.156
	<i>Kapsam Dışı</i> 7.301
Yürütülen Proje Sayısı	13.564
Tamamlanan Proje Sayısı	48.617
Toplam Satış	192,4 Milyar TL
Toplam İhracat	7.8 Milyar USD
Ulusal/Uluslararası Patent Tescil Sayısı	1.571
Devam Eden Patent Başvurusu	3.225
Alınan Yazılım Telif Hakkı Sayısı	848

Ülkemizde 2022 Aralık ayı itibariyle 15'inin yapımına devam edilmekle birlikte toplamda 96 teknopark bulunmaktadır. Bu teknoparklarda yer alan 8 binden fazla firmada 88 binin üzerinde personel görev yapmaktadır ki bu personellerinde yaklaşık %83'ü Ar-Ge personelidir. Tablo 2.3'de ülkemizde bulunan teknoparklara ilişkin sayısal bilgiler paylaşılmaktadır (Web 6, 2022).

Ülkemizde sadece teknoparklar bulunmamaktadır. Teknopark içerisinde yer almak istemeyen ya da çeşitli sebepler nedeniyle yer alamayan firmalara yönelik olarak 2008 yılında 5746 Sayılı "Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi" Kanunu ile Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri kurulabilme imkanı tanınmıştır. Bu kanun ile birlikte firmaların Ar-Ge faaliyetleri ile yenilik kapasitelerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Kanun sayesinde firmalar, belli sayıda tam zamanlı Ar-Ge veya Tasarım personeli çalıştırdıkları halde teknoparkların sağladığı teşvik, destek ve hibelerden yararlanabilmektedir (ResGaz 2, 2022). Tablo 2.4'te 2022 Aralık ayı itibariyle ülkemizde yer alan Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri'ne ilişkin sayısal veriler sunulmuştur (Web 6, 2022)

Tablo 2.4: Türkiye'deki Ar-Ge ve Tasarım Merkezlerine İlişkin Sayısal Bilgiler

	Ar-Ge Merkezi	Tasarım Merkezi
Faaliyette Olan Merkez Sayısı	1.260	316
Toplam Personel Sayısı	75.117	7.434
<i>Lisans</i>	<i>45.035</i>	<i>4.689</i>
<i>Yüksek Lisans</i>	<i>13.780</i>	<i>609</i>
<i>Doktora ve Üstü</i>	<i>1.218</i>	<i>22</i>
Tamamlanan Proje Sayısı	52.229	9.541
Devam Eden Proje Sayısı	14.714	2.295
Patent Sayısı	31.811	600
<i>Tescil</i>	<i>10.028</i>	190
<i>Başvuru</i>	<i>21.783</i>	410

3. ENDÜSTRİ 4.0 VE KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ

İşletmeler dış ortamlarından etkilenen canlı birer organizmadır (Dominici ve Roblek, 2016). Dış ve iç paydaşlarının dış ve içsel faktörler sebebiyle yaşadıkları gelişmeler ile beklenti değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkan küreselleşmeler işletmelerin ürün operasyonları, başarıları hızla değişmektedir. Tüm bunlara ek olarak 21. yüzyılın bilgi ekonomisine dayanması ile bilgi, rekabetin temel kaynağı olmaya başlamıştır (Jerman vd., 2019). Bu nedenle atılacak her yeni adımın bilgi temelli olması gerekmektedir.

Son dönemde yaşanan teknolojik değişimler her alanda olduğu gibi üretim teknolojileri ve yapısında değişimlerin yaşanmasına neden olmuştur. Küreselleşmeyle birlikte ortaya çıkan ürün yaşam sürelerinin kısalması, kitlesel üretim yerine kişiselleştirilmiş ürünlerin pazarda önemli görülmesi gibi faktörler üretimde esnekliğin doğmasını zorlamaktadır (Koçak ve Dişadin, 2018). Tüm bu gelişmeler, dolayısıyla, verimlilik, esneklik, kalite, maliyet, müşteri değeri gibi faktörlerin yeniden tanımlanarak tüm sistemin birbirine entegre ve en az hata ile en hızlı şekilde çalışmasına neden olacak şekilde yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Geçmişteki sanayi devrimleri ile kıyaslandığında Dördüncü Sanayi Devrimi, bilgi temelli gelişmeler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu sayede üst düzey teknolojiye dayalı bir devrim ortaya çıkmış ve tüm dünyayı derinden etkilemiştir. Avantajı olduğu kadar dezavantajlarını da bünyesinde barındıran Endüstri 4.0'ın en önemli dezavantajının ise iş kaybı olacağı düşünülmektedir (Lasi vd 2014). Devrimin olumlu yanı ise etkinliğin ve verimliliğin artmasına ek olarak çağdaş iş modellerinin hayata bulacak olmasıdır (Hungerland vd., 2015; Kane vd., 2015).

İşletmelerin dış çevresi, işletmelerin belirledikleri stratejileri, iş modellerini, sahip oldukları verimlilik ve etkinliklerini derinden etkilemektedir. Endüstri 4.0 devrimi ise modern çağın sanayi devrimi olmakla birlikte herkesin eşit şartlara sahip olmasına imkan tanıyan, bir devrim bitmeden bir sonrakine geçilemez imajının

yıkıldığı bir devrim olarak görülmektedir. Bu nedenle Endüstri 4.0'a adapte olmak gelişmemiş ve az gelişmiş ülkeler arasındaki ayrımların hızla kapanmasına da imkan tanımaktadır. Bu yeni olgunun derinlemesine incelenmesi ve başarılı adımların atılması adına kritik faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, bilgi toplumunda iş modellerini etkileyen kritik faktörlerin belirlenmesi ve yöneticilerin örgütün geleceğini planlarken bunların farkında olmalarının teşvik edilmesi son derece önemlidir. Bu bölümde literatürde Endüstri 4.0 için kritik faktör olarak belirlenmiş 6 faktör derinlemesine incelenmiştir.

3.1 AKILLI FABRİKALAR

Endüstri 4.0 gelişen tüm yeni teknolojilerin birbiriyle haberleşmesine ve makine-insan ve makine-makine iletişiminin sağlanmasına dayanmaktadır. Bu da anlık bilgi alışverişi ve etkileşim anlamına gelmektedir (Roblek vd., 2016). Gerçek dünya ile sanal dünya arasındaki veri alışverişinin sağlandığı, Endüstri 4.0 teknolojileri arasında bilgi alışverişi sağlayan bu sistem "akıllı fabrika" olarak tanımlanmaktadır (Jerman vd., 2019). Diğer bir tanımla; akıllı fabrikalar, Endüstri 4.0'ın en önemli özelliği olan büyük veriye dayalı geri bildirim ve koordinasyonla desteklenen, kendi kendini organize eden çok aracı bir sistemdir (Wang vd., 2016b). Akıllı fabrikanın amacı tüm akıllı teknolojilerin birbiriyle bağlantısını sağlamak ve böylece optimal karar alma mekanizmasını etkinleştirmektir.

Akıllı fabrikalar ile geleneksel üretimdeki uygulamaları karşılaştırdığımızda karşımıza çıkan ilk olgu, geleneksel üretim sistemlerinin tek başına ve ayrı ayrı olduğudur (Kalsoom vd., 2020). Yani üretim sisteminin girdisini oluşturan ürün geliştirme, üretim, dağıtım, pazarlama gibi süreçler birbirinden bağımsızdır, otomatik izleme ya da kontrol yeteneği yoktur. Kısacası dijital entegrasyon sistemleri yoktur (Öcal vd., 2019; Lu, 2017). Zaman içerisinde üretim sistemlerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak akıllı imalat, esnek imalat ya da çevik imalat gibi bazı stratejiler geliştirilmiş olsa da bunlar tam anlamıyla bir dijitalleşme değildir. Dolayısıyla akıllı fabrikalar, geleneksel fabrikaların teknoloji ile donatılmış hali ve yapay zeka, IoT, büyük veri gibi teknolojileri kullanarak bir üretimdeki süreçleri

iyileştirmek üzerine çalışan akıllı bir sistem olarak tanımlanabilmektedir (Şekkeli ve Bakan, 2018).



Şekil 3.1: Akıllı Fabrikaların Çalışma Sistemi

Karmaşık süreçlerde en optimal kararlar almak, verimliliği artırmak, maliyetleri azaltmak ve esnek üretim yapısına sahip olmak isteyen işletmeler akıllı fabrikalara ihtiyaç duymaktadır (Wang vd., 2016b). Çünkü akıllı fabrikalar, yüksek düzeyde bağlantılı iş süreçleri ile çalışmaktadır ve sürekli bir veri akışı vardır. Dolayısıyla fabrikanın imalat, bakım, üretim takipleri, operasyon takibi, kalite kontrol süreçleri gibi verilerin anlık olarak işlenmesi gerekmektedir. Akıllı fabrikalar, bu temel ihtiyacın başarılı bir şekilde birbirine bağlı olarak ilerlemesine imkân tanımaktadır (Tanyingyong vd., 2016).

Akıllı fabrikaların içerisinde ve birbirine entegre şekilde çalışan cihazlar ile bilgi alışverişinin sağlanması, durumların değerlendirilmesi ve tüm işlerin dijitalleşmesi sağlanmaktadır. Bu zamanla üretim performansının ve kalitesinin artmasına; yönetilebildiği için daha kolay ve şeffaf yönetilebilmesine imkân tanımaktadır. Tüm

süreç dijital ortamda ilerlediği için makine özelliklerine bağlı olarak üretim faktörleri müşteri talepleri doğrultusunda değiştirilerek kitlesel üretimin kişiselleştirilmesi de mümkün olmaktadır. Tüm bunlara ek olarak zaman içerisinde değişecek ihtiyaç ve isteklere bağlı olarak sistemlerin entegre edilebilmesi, uyum sağlanabilmesi pazar dinamiklerine göre yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi gibi avantajlar da sağlamaktadır. Tablo 3.1’de Geleneksel ile Akıllı Fabrikaların Üretim Sistemlerinin Karşılaştırması yapılmıştır (Wang vd, 2016a).

Tablo 3.1: Geleneksel ve Akıllı Fabrika Sistemlerinin Karşılaştırması

Akıllı Fabrika Üretim Sistemleri	Geleneksel Üretim Sistemleri
Kaynak Çeşitliliği	Sınırlı ve Önceden Belirlenmiş Kaynak
Dinamik Yönlendirme	Sabit Yönlendirme
Geniş Ağ Yapısı	Atölye Bazında Kontrol Ağı
Derin Birleşme	Ayrılmış Tabaka
Kendi kendine Örgütlenme	Bağımsız Kontrol
Büyük Veri	Tek Bilgi Sistemi

Akıllı bir fabrikada iş modellerini etkileyen temel kritik faktörler, üst yönetim ve liderlik odaklılık, çalışan motivasyonu, ortak akıl, yaratıcılık ve yeniliklerdir. Yeniliklere açık, açık fikirli bir yönetime sahip olmayan akıllı bir şirkette iş modellerini optimize etmek mümkün değildir. Yönetim ayrıca çalışanlarını motive etmeli ve ortak bir akıl oluşturmalıdır. Capo vd. (2014) yaptıkları çalışmada inovasyonların şirketler için sürdürülebilirlik açısından öneminden bahsetmiştir. Çalışma sonucu aynı zamanda yaratıcılığın ve yeniliklere yönelimin akıllı fabrikada yeni bir iş modelinin önemli faktörleri olduğunu göstermektedir.

3.2 BÜYÜK VERİ YÖNETİMİ

Günümüz bilgi teknolojisinin ortaya çıkmasına etki eden en önemli faktör bilgi akışının daha da hızlanmış olmasıdır. Teknolojik gelişmeler, refah seviyesinin artması,

müşteri beklentilerindeki değişimler gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle bilgi üretimi ve üretim hızı artmaya başlamıştır. Bugün internet kullanan herkesin bilgiye erişmesi ve yeni bilgiler ürettiği olması verinin artmasına sebebiyet vermektedir. İnternette yer alan araştırmalar, arama motorlarında tutulan bilgiler, bloglar, formlar, sosyal medya ve akademik yayınların daha hızlı erişilebilir olması bilginin fazlalığa dönüşmesine ve dolayısıyla yönetilmesinde sorunların yaşanmasına neden olmaktadır. Oluşan verinin fazla, sürekli ve hızlı olması, bu verilerin doğruluğunun test edilmesi ve yönetilme süreçlerini zorlaştırmaktadır. Tüm bu zorluklar neticesinde büyük veri yönetimi bu aşamada ortaya çıkmaktadır.

TDK'ya göre veri, "bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temel odağı" olarak tanımlanmaktadır. Yine TDK'ya göre bilgi ise "insan aklının erebileceği olgu, gerçek ve ilkerin bütünü" şeklinde tanımlanmaktadır (Web 8, 2022). Tanımlardan da anlaşıldığı üzere veri, bilginin temelidir. Çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler, bir araya getirilip anlamlı sonuçlar elde edilerek bilgi kavramına erişilmektedir.

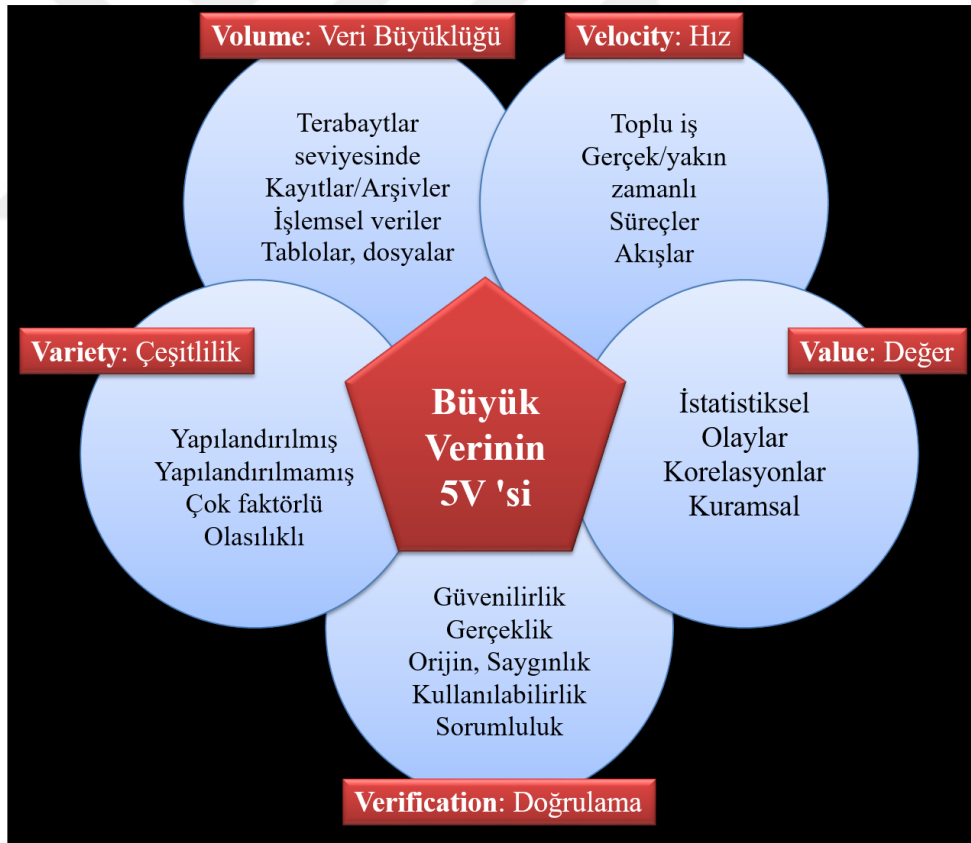
İşletmeler için önem arz eden verinin kaynakları kamudan, özel sektörden, işletmenin dış çevresinden, topluluklardan ya da çalışanlardan elde edilebilmektedir. Kamu otoritelerinin elinde bulundurduğu istatistikî bilgiler, müşterilerin yaptıkları işlemler, potansiyel müşteri gruplarının arama motorlarında yaptıkları aramalar ya da belli grupların talep yönelimlerinin her biri bir veri ve veri kaynağı olarak görülmektedir (Delibaş, 2017).

İşletmeler, elde ettikleri verileri anlamlı hale getirerek stratejik kararlar almaktadır (Delibaş, 2017). Endüstri 4.0'a kadar işletmeler elde ettikleri verileri kendileri analiz ederek çeşitli çıkarımlar elde etmekteydi. Ancak günümüzde verinin çoğalması, veri doğruluğunun test edilmesini ve anlamlı bilgiye ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu da elde edilen verinin yönetilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Endüstri 4.0 işletmelerin tüm süreçlerini dijital bir alt yapıya çevirmektedir. Bu, işletmenin sahip olduğu tüm süreçlerden ortaya çıkan verilerin toplanması, verinin bilgiye evrilmesi ve verilecek karar ve yönetim süreçlerinde bu bilginin kullanılması

anlamına gelmektedir. Bu verinin (dolayısıyla bilginin) etkin ve gerçek zamanlı kullanılması firmalar için kritik bir öneme sahiptir (Koçak ve Diyardin, 2018). Akıllı fabrikaların işleyebilmesi için tüm sistemlerin dijitalleştirildiği gibi elde edilen büyük verilerin analiz edilerek bütünleştirilmiş bir bilgi haline de getirilmesi gerekmektedir (Wang vd, 2016b). Endüstri 4.0 sürecinde yer alan akıllı fabrikalar, veri güvenliği, nesnelerin iletişimi vb. tüm süreçlerin başarısının arkasında veri yönetimi bulunmaktadır.

Büyük veri yönetimi temelde 3V olarak adlandırılan 3 alt bileşenden oluşmaktadır. Ancak yaşanan değişimler sonucunda 3V'nin bazı kaynaklarda 5V olarak da değiştiği görülmektedir. Bu bileşenler; çeşitlilik, büyüklük, hız, doğrulama ve değerdir. Bileşenler Şekil 3.2'de gösterilmiştir (Dahdouh vd., 2020)



Şekil 3.2: Büyük Veri Bileşenleri

Çeşitlilik (Variety); veri kaynaklarını ifade etmektedir. Veri ne kadar çeşitli ise veri daha iyi analiz edilebilmektedir.

Büyüklik (Volume); elde edilen verilerin kapasitelerini ifade etmektedir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte artan veri trafiği sonucunda saklanan veri büyüklüklerinde de artış yaşanmıştır.

Hız (Velocity); veri elde edim süresini ifade etmektedir. Teknolojik gelişmeler sonucunda artan yüksek kapasiteli cihazlar sayesinde elde edilen veriler daha hızlı üretilmektedir.

Doğrulama (Verification); elde edilen verilerin doğruluklarını ifade etmektedir. Veriler üzerinden elde edilen bilgilerin güvenli ve doğru olması oluşturulacak strateji ve iş modellerinin başarısını da etkilemektedir. Bu nedenle verilerin öncelikle doğrulanması ve sonrasında bilgiye dönüştürülmesi önem arz etmektedir

Değer (Value); elde edilen veriler anlık olarak bir bilgi oluşturmasa da zaman içerisinde değerli birer hazine haline gelmektedir. Verilerin saklanması ve büyük veri yönetimi sayesinde farklı zamanda elde edilen verilerin analiz edilmesi sonucunda veriler değerli bilgiler haline dönüşebilmektedir.

3.3 NİTELİKLİ İŞ GÜCÜ YAPISI

İşletmelerin ortaya koymuş olduğu her türlü strateji, hedef ve iş süreçlerinin yapılması insan ile mümkündür. Bu nedenle insan unsuru, organizasyonların başarısında önemli rol oynayan en önemli faktördür. İşletmenin başarısı tamamiyle işletme içerisinde bir takım ruhu ile hareket eden personelin başarısına bağlıdır. Bu nedenle günümüzde istihdam edilecek bir personelin yetkinlikleri kadar yapabilecekleri göz önünde bulundurularak iş için en uygun adayın belirlenmesi gerçekleştirilmektedir.

Nitelikli iş gücü yapısı temelde iki kavramı nitelemektedir: (1) işi yapan kişinin mesleki donanımına sahip olması, (2) işi yapabilme kabiliyetinin yüksek olması. Bu iki

kavramın bir araya gelerek oluşturduğu nitelikli iş gücü, tanım itibariyle de alanında uzmanlaşmış kişilerin ilgili iş kollarında çalışması olarak ifade edilmektedir (Işık vd., 2015).

Nitelikli iş gücü, alanında uzmanlaşmış ve eğitimlerle donanımlı hale getirilmiş personeli tanımladığı için aslında bir güç unsuru olarak görülmektedir. Nitelikli iş gücüne sahip olan işletmeler ya da ülkeler hem ekonomik hem de sosyal anlamda gelişmiş konumda yer almakta (Işık vd., 2015) ve iş hacimleri ve kaliteleri yüksek, düşük maliyetli üretimler gerçekleştirmektedir (Aggrey, 2014). Çünkü bu gruptaki kişiler işlerini en iyi yapan, üretken, gelişmeye açık, alternatif senaryolar üretebilen bireylerdir (Işık vd., 2015).

Endüstri 4.0'ın her alanda olduğu gibi nitelikli iş gücü alanında da toplumda önemli değişimlere neden olacağı öngörülmektedir (Işık ve Erol, 2020). Teknolojinin ilerlemesi ile üretim sistemlerinde yaşanan değişim bir çok mesleğin kaybolmasına, pek çok yeni meslek kolunun ise doğmasına neden olacaktır. Endüstri 4.0 yeni meslekler, yeni iş tanımları, yeni sektörler, yeni girişimler, yeni iş imkân ve fırsatlarına da olanak sağlayacaktır. Söz konusu yeni işler ve yeni mesleklerin daha donanımlı ve deneyimli işçilerle birlikte yürütülmesi, verimlilik açısından daha fazla fayda sağlayacaktır (Doğru ve Meçik, 2018).

Endüstri 4.0 uygulamalarında yaşanan sorunlar incelendiğinde ise ortaya çıkan ilk bulgulardan birisi de teknik bilgi eksikliğidir (Shinohara vd., 2017). Bu eksikliklerin giderilmesi için harcanan eğitim süresi ve masrafı ise üretim süreçlerinin karmaşık yapısına bağlı olarak yükselmektedir. Bu nedenle yeni teknolojilerin adaptasyonu ile birlikte bu teknolojilere uyum sağlayacak iş gücünün planlanması, istihdam edilmesi ya da eğitimlerinin gerçekleştirilmesi sistemin başarılı bir şekilde çalışması adına önem arz etmektedir (Shinohara vd., 2017).

3.4 SİBER GÜVENLİK

Siber güvenlik, internet teknolojileri başta olmak üzere değerli verilerin toplandığı ve barındırıldığı her türlü bilgisayar ağ bağlantısı ve donanımlarının

yetkisiz erişimlerden ve suç amaçlı kullanımdan koruma çalışmalarının bütünüdür (Schatz vd., 2017). Ülkemizde 20.10.2012 tarihli ve 28447 Sayılı “Ulusal Siber Güvenlik Çalışmalarının Yürütülmesi, Yönetilmesi ve Koordinasyonuna İlişkin Karar” isimli kanunda ise Siber Güvenlik tanımı, “Bilgi ve iletişim teknolojileri vasıtasıyla sağlanan her türlü hizmet, işlem ve veri ile bunların sunumunda yer alan sistemlerin güvenliği” olarak ifade edilmektedir. Her iki tanımdan da anlaşılacağı üzere kısaca Siber Güvenlik kavramı, bilişim sistemlerini içerisinde barındırdığı her türlü veri ve bilginin her türlü saldırı ve tehdite karşı savunulması olarak tanımlanmaktadır (Cavelty, 2010).

İnternet tabanlı teknolojik cihazlar bugün hayatımızın pek çok noktasında işlerimizi kolaylaştırmaktadır. Wi-Fi ve/veya bluetooth özellikli akıllı telefonlar, akıllı televizyonlar ya da kişisel eşyalar bünyelerinde barındırdıkları IoT sayesinde günümüzde daha da sık kullanılmaktadır. Kişisel ya da iş yerlerinde kullanılan teknolojik aletlerde yer alan bilgiler ile şahsi telefon ya da bilgisayarlarda yer alan kimlik, banka ve özel bilgilerin artması ile siber güvenlik tehditi daha da artmış durumdadır (Tunca, 2019). Tüm bu verilerin hem yasal tarafları hem de ekonomik karşılıkları sebebiyle siber güvenlik, çağdaş dünyanın en önemli risk unsurlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Stevens, 2018; Kianpour vd., 2021).

Dünya Ekonomik Forumu tarafından yayınlanan “Küresel Risk Raporu” (WEF, 2018)’nin ana konusu siber güvenlik, siber saldırı ve veri hırsızlığı olmuştur. İklim değişikliği, mali dengesizlikler ya da doğal afetler gibi alanlara değinmiş olan Küresel Risk Raporu, siber güvenlik konusunu da küresel risk olarak değerlendirmiştir. Savunma Teknolojileri Mühendislik (STM) tarafından yayınlanan “Siber Tehdit Durum Raporu” (STM, 2022)’e göre 2022 yılının Nisan-Mayıs-Haziran aylarında toplam 8 milyon 65 bin 301 saldırı gerçekleşmiştir. Bu saldırıların yaklaşık %30’u Hindistan ve ABD kaynaklıdır.

Dördüncü Sanayi Devrimi ile sistemler birbirine dijital ortamda entegre edilerek gerçek zamanlı bağlantı, iletişim ve anlık veri paylaşımı sürecine dahil olmuştur. İnsan ve makine arasındaki uyumu en optimal seviyeye çıkartmayı amaçlayan bu yeni devrim, işletmelerin hem iç hem de dış paydaşlarından gelen değerli büyük verilerin incelenerek anlamlı birer bilgi haline gelmesine aracılık etmektedir. Hem akıllı üretim

tesisleri ile fabrikalar hem de paydaşlar arasındaki iletişimin dijital ortama taşınması birbirinden farklı yazılımlarının kullanılmasına hem de bu sistemlerin olası bir suç ve kayba karşı güvenliğinin sağlanmasına sebebiyet vermiştir (Fırat ve Fırat, 2017). Mikro açıdan değerlendirildiğinde işletmeler bazında, makro açıdan değerlendirildiğinde ise ülkeler açısından dijital sistemlerde barındırılan her türlü bilgi; işletme veya ülkelerin maddi veya manevi tüm bilgileridir. Örgüt büyüklüğü artıkça barındırılan bilginin de artıyor olması güvenliğin daha sıkı ve zorlayıcı olması gerekliliğini doğurmaktadır.

3.5 SOSYAL VE TEKNOLOJİK ALTYAPI

Endüstri 4.0, işletmelerin tedarikçiden tüketiciye kadar tüm süreçlerinin dijitalleştirilmesi ve tüm bu süreçlerin birbirleriyle uyumlu ve entegre şekilde çalışmasını ifade etmektedir. Özellikle imalat sektörü için yatay ve dikey entegrasyonlar ile tüm mühendislik çalışmalarının uçtan uca bağlanması sistem başarısının arkasındaki en önemli itici güçtür. Bu nedenle; Standardizasyon, Sistem Tasarımı, Sistem Yönetimi, Geniş Bant Altyapısı, Sistem Güvenliği, Sürekli Eğitim, Düzenleyici Uygulamalar ve Kaynak Verimliliğine ilişkin altyapıların başarılı şekilde uygulanması gerekmektedir (ACATECH, 2013).

Gelişmiş ülkelerin yaşadığı en önemli zorluklardan biri de demografik değişimlerinin hızlı yaşanıyor olmasıdır. Gelişmiş ülkelerde sıklıkla görülen yaşlı nüfusun artması ve çalışan genç nüfusun azalması gelecekte iş gücü piyasasını daha da derinden etkileyecektir (Arıcı ve Hakan, 2021). Bu nedenle iş gücüne katılacak genç nüfusun üretkenliklerinin artırılması daha da önemli hale gelmiştir.

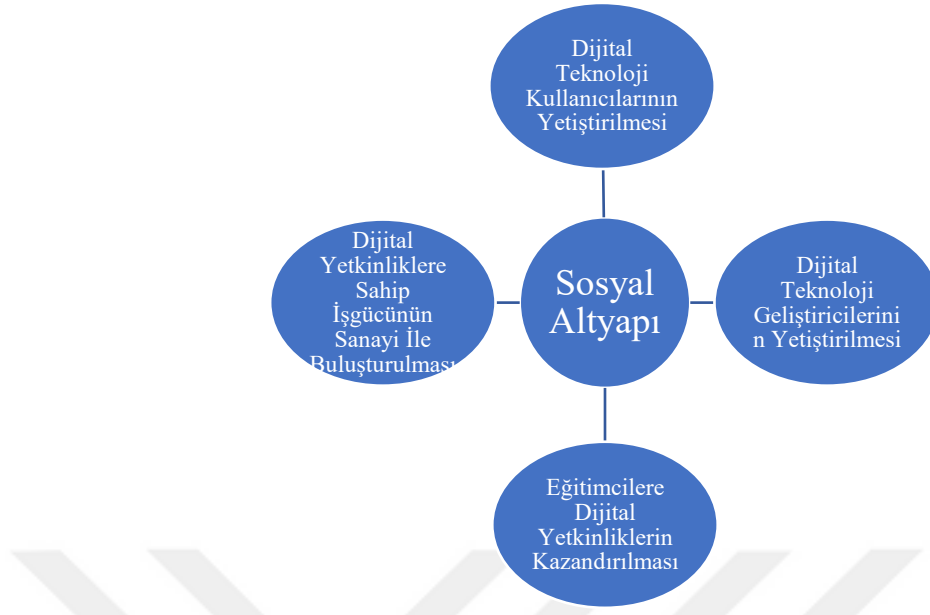
Üretkenliğin yaştan bağımsız olarak kişinin tecrübesi ve çalıştığı işin organizasyon yapısına bağlı olması göz önüne alındığında, daha uzun çalışma süreleri boyunca verimlilik ve üretkenliğin en üst seviyeye çıkartılması Endüstri 4.0 uygulamalarının kritik faktörlerinden biridir. Öte yandan bu sadece işletmelerin değil eğitim sistemlerinin değişim ve koordinasyonu ile mümkün olabilecektir. Dolayısıyla yaşam boyu öğrenme ve kariyer yolu modelleri ile iş gücünün desteklenmesi ve yenilik ve teknolojik süreç entegrasyonları ile daha fazla sosyal altyapı imkanlarını

geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede inovasyon sürecinde insan emeğinin önemi daha da artmış olacak ve artan farkındalık sayesinde insanların entelektüel bilgi birikimlerinden daha çok faydalanılacaktır (ACATECH, 2013).

Tablo 3.2: Gelecek Dönemde İhtiyaç Duyulacak Meslek Grupları

#	Meslek Grupları
1	Endüstriyel Veri Uzmanı
2	Robot Koordinatörü
3	IT / IoT Çözüm Mimarı
4	Endüstriyel Bilgisayar Mühendisi
5	Bulut Hesaplama Uzmanı
6	Veri Güvenliği Uzmanı
7	Şebeke Geliştirme Mühendisi
8	3 Boyutlu Yazıcı Mühendisi
9	Endüstriyel Kullanıcı Ara Yüzü Tasarımcısı
10	Giyilebilir Teknoloji Tasarımcısı

2018 yılında ülkemizde hazırlanan “Dijital Türkiye Yol Haritası Raporu”nda imalat sanayinin ihtiyaç duyacağı nitelikli işgücünün geliştirilmesi ve farkındalığın artırılmasına yönelik atılması gereken yol haritası hazırlanmıştır. Raporla göre dijital teknolojiler kullanabilecek beceri ve yeteneklere sahip iş gücünün yetiştirilebilmesi için eğitim altyapısının destekleneceği ifade edilmiştir. Özellikle bu hedeflerin tutturulması için Milli Eğitim Bakanlığı ve Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu’nun koordinasyonunda ülke genelinde çağdaş kodlama-algoritmaya dayanan eğitimlerin geliştirileceği belirtilmiştir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018).

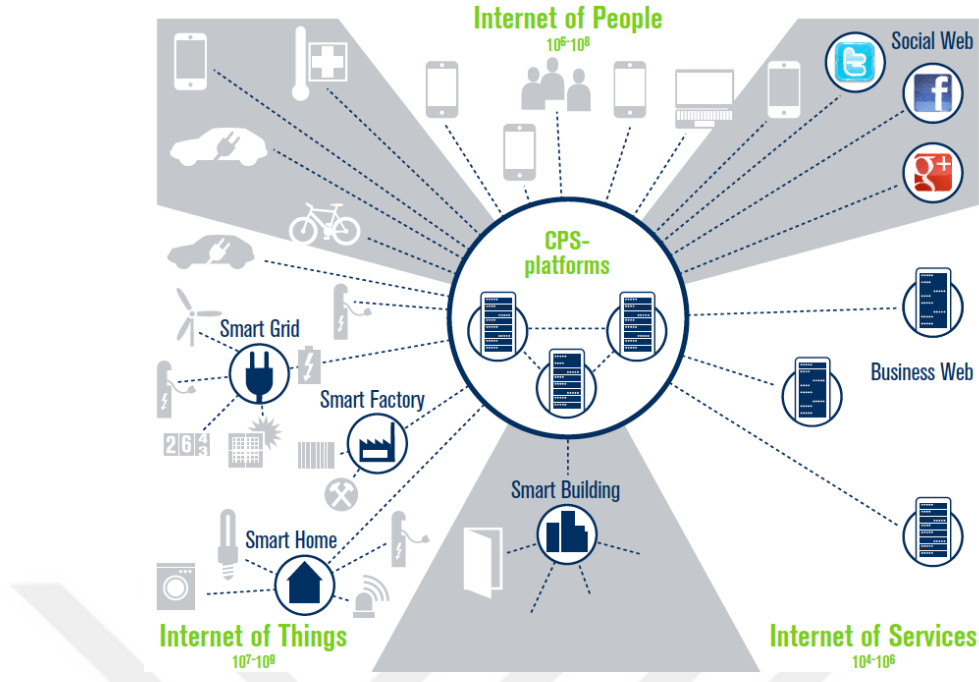


Şekil 3.3: Sosyal Altyapı Geliştirilmesine Yönelik Eylem Planı

3.6 SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER

Siber fiziksel sistemler, sensörler aracılığıyla fiziksel dünyayı sanal dünyaya bağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin temel bileşenleri ise yazılımlar, iletişim teknolojileri ve sensörlerdir. Bu temel bileşenler sayesinde işletmeler üretim makinelerini, depolarını, üretim tesislerini, bilgi altyapılarını ve müşteri ilişkilerini tek bir sistem altında toplayabilen küresel ağlar kurabilmektedir (ACATECH, 2013)

Siber fiziksel sistemlerin işletmeler için önemi, sadece küresel bir ağ yapısının kurulacak olması değildir. Bu sistemler otomatik olarak birbirleri arasında iletişim kurarak bilgi alışverişi yapabilmektedir. Dolayısıyla bu sistemler, tedarikçiden tüketiciye giden değer zinciri üzerinde sadece sistemlerin dijitalleşmesine değil; etkili iletişim yapısı sayesinde endüstriyel süreçlerin verimli ve etkin olmasına da imkan tanımaktadır. Siber fiziksel sistemlerin uygulamalar, insanlar, sistemler ve nesnelere arasında nasıl bağlanacağına dair şema Şekil 3.4'te sunulmuştur.



Şekil 3.4: Siber Fiziksel Sistemlerin Birbirleriyle Olan İletişim Ağı

Ayrıca siber fiziksel sistemlerin özellikleri kısaca şu şekilde özetlenebilir (ACATECH, 2013):

- Hizmetlerin ve uygulamaların hızlı ve basit bir şekilde düzenlenmesi sonucunda işletmelerde esneklik sağlanması,
- Uygulamalar sayesinde iş süreçlerinin basit şekilde kurgulanabilmesi ve/veya devreye alınabilmesi,
- Tüm iş süreçlerinin en ufak ayrıntısına kadar güvenli şekilde yedeklenebilmesi ve böylece veri kaybının en aza indirilmesi,
- Tüm siber sistemler arasında en yüksek güvenin kurgulanabilmesi,
- Tüm iş süreçlerinin birbirleriyle iletişim halinde olması, haberleşmenin anlık yapılması,

4. METODOLOJİ

4.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Tüketiciler açısından küreselleşmenin boyutu ve hızlı değişim dinamikleri, işletmeler açısından ise girdi maliyetlerinin azaltılarak etkinlik ve verimliliğin ön plana çıkartılması için Endüstri 4.0 sürecinin başlatılması önem arz etmektedir. Ancak ülkemizin mevcut durumu göz önüne alındığında sanayimizin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 – 3.0 arasında olduğu tespit edilmiştir (TÜBİTAK,2016).

Ülkemizin orta-uzun vadede 2023 ve 2071 hedeflerinin sağlıklı şekilde tutturulabilmesi ve gelişmekte olan ülkeler kategorisinden gelişmiş ülkeler kategorisine çıkabilmesi; kısa vadede ise ülkemizde yer alan işletmelerin verimli ve etkin faaliyetlerini sürdürülebilmesi için Endüstri 4.0 uygulamalarının doğru ve eksiksiz olması gerekmektedir. Bu çalışma, ülkemizde son dönemde hızla uygulamaya konulan Endüstri 4.0 uygulamaları ile devlet tarafından sağlanan teşvik ve desteklerin ülke dinamiklerimize uygun atılabilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında ülkemizin ilk sanayi teknokenti olan GOSB Teknopark'ta yer alan ve Endüstri 4.0 alanında firmalara çözümler sağlayan 19 firma ile odak grup çalışması gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçların Endüstri 4.0 uygulamalarının başarılı şekilde yürütülmesinde rol oynayan kritik faktörlerin belirlenmesi ve hem işletmeler hem de kamu politikaları açısından yol gösterici olması adına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte Endüstri 4.0 uygulamalarında kritik başarı faktörlerine yönelik daha önce bir tez çalışmasının yapılmamış olması nedeniyle çalışmanın, akademik alana katkı yapacağı da düşünülmektedir.

4.2 ODAK GRUP UYGULAMA ÖNCESİ HAZIRLIKLAR

4.2.1 Odak Grup Üyelerinin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında 2010 – 2019 yılları arasında Prequest, Science Direct ve Emerald veritabanlarında Endüstri 4.0 hakkındaki çalışmalar incelenmiştir. Yapılan literatür taramasında 6 adet kritik başarı faktörünün öne çıktığı tespit edilmiştir. Bu kritik başarı faktörlerine ilişkin bilgi Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Literatüre Göre Endüstri 4.0 Kritik Başarı Faktörleri

#	KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ	KAYNAK
1	Akıllı Fabrikalar	Jerman vd., 2019
2	Büyük Veri Yönetimi	Koçak ve Dişadin, 2018
3	Nitelikli İş Gücü Yapısı	Shinohara vd., 2017
4	Siber Güvenlik	Kagermann vd.,2013
5	Sosyal ve Teknolojik Altyapı	TÜSİAD ve BCG Consulting, 2016
6	Siber Fiziksel Sistemler	Nica vd., 2019

Tüm dünyayı etkisi altına alan Endüstri 4.0’ın ülkemizde de başarıyla uygulanabilmesi ve ülke dinamiklerimize entegre edilebilmesi için kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında, literatürde elde edilen kritik başarı faktörleri GOSB Teknopark bünyesinde yer alan firmalar ile yapılan odak grup çalışması kapsamında incelenmiştir.

GOSB Teknopark, üniversite sanayi iş birliğini en üst düzeye çıkararak ileri teknoloji kullanan veya üreten şirketlerin oluşumunu ve büyümesini desteklemek, mevcut kaynaklarını daha verimli kullanmalarını sağlamak veya yeni kaynak yaratılması amacıyla ileri teknoloji ve yazılım geliştirme alanlarında faaliyet gösterecek şirketlere Ar-Ge çalışmalarını yürütebilecekleri ortam ve destek sağlamak hedefiyle 2003 yılında kurulmuştur.

Faaliyetine 2005 yılında başlayan GOSB Teknopark, Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alması sebebiyle Türkiye'de kurulan ilk sanayi teknoparkıdır. Yapısı ve bulunduğu lokasyon itibarıyla de sanayi-sanayi iş birliği faaliyetleri yoğun gerçekleştirilmekte ve teknopark bünyesinde yer alan firmalar orta ve büyük ölçekli sanayi firmaları ile birebir çalışmaktadır.

Yıllık ortalama ihracatın 10 milyon doları bulduğu GOSB Teknopark'taki firmaların yıllık toplam satışı ise 200 milyon dolar civarında görülmekte ve bu rakamlarla GOSB Teknopark ülkemizin Ar-Ge hedeflerine katkı sunmaktadır. GOSB Teknopark bünyesinde, 132'si Ar-Ge firması olan ve yazılım başta olmak üzere farklı sektörlerde çalışan toplamda 140'ı aşkın firma yer almaktadır. Aynı zamanda Ticaret Bakanlığı desteği ile teknopark firmalarının yer aldığı robotik & otomasyon kümelenmesi bulunmaktadır.

4.2.2 Odak Grup Üyeleri Hakkında Bilgiler

Çalışmada oluşturulan odak grup katılımcılarının her biri GOSB Teknopark firmasında yer alan ve en az 3 yıldır dijital dönüşüm, akıllı sistemler ve siber güvenlik alanlarından en az birinde en az 5 başarılı proje bitirmiştir.

Birinci Odak Grupta yer alan ilk firma (BOG-1), makine, malzeme ve yazılım mühendisliği konularında çalışan bir firmadır. Ürettikleri ve temsil ettikleri teknolojiler ile Endüstri 4.0 başlığının simülasyon teknolojileri kapsamında çözümler sunmaktadır. Ürün geliştirme, imalat mühendisliği ve endüstriyel tasarımda yoğunlukla kullanılan simülasyon modelleme ile akıllı üretimin aşamaları fiziki şartlar dikkate alınarak hesaplanabilmektedir. BOG-1'in çalıştığı alanlar arasında, alıştırma geliştirme, döküm, kaynak, ısıl işlem, dövme, sac şekillendirme, güvenlik, çarpışma, konfor, polimer enjeksiyon ve akustik sayılabilir. Simülasyon modelleme ile sanal test süreçlerini tamamlayarak, verimlilik için maliyet, kalite ve zaman optimizasyonu sağlayabilmektedir.

Birinci Odak Grupta yer alan ikinci firma (BOG-2), Veri analitiği kapsamında "Makine Öğrenmesi" ve "Derin Öğrenme" modelleri ve çözümleri geliştirmekte ve

pazarlama otomasyonu kapsamında çalışmalar yürütürken sağlık ve endüstriyel (endüstri 4.0, IoT) alandaki pazar ve fırsatlar için projeler geliştirmektedir. Bu kapsamda geniş bir yelpazede çözüm sağlama imkânı mevcuttur.

Birinci Odak Grupta yer alan üçüncü firma (BOG-3), operasyon ve performans açısından yalın, yüksek teknolojiye sahip, robot ve otomasyon sistemleri ile insan gücünü entegre eden “Ergonomik Taşıma Teknolojileri” kapsamında proje gerçekleştiren bir mühendislik firmasıdır. Dijital dönüşümde firma, “Ergonomik Taşıma Teknolojileri” know-how çerçevesinde ortaya çıkacak genel ve detay mekanik tasarım ve üretim, motor ve ekipman seçimi, elektrik ve sinyalizasyon konularındaki yetkinliklerinden yararlanılmaktadır.

Birinci Odak Grupta yer alan dördüncü firma (BOG-4), üretim sanayisi için görüntü işleme çözümleri sunmaktadır. Üretim hatlarına yerleştirilen endüstriyel kameralardan alınan görüntülerin ilgili yazılımlarla değerlendirilmesi ile özellikle kalite kontrol alanında çözümler geliştirmektedir.

Birinci Odak Grupta yer alan beşinci firma (BOG-5), robotik depolama sistemleri konusunda anahtar teslim projeler üretmektedir. Firmanın ana faaliyet alanı robotlu depolama sistemleridir.

Birinci Odak Grupta yer alan altıncı firma (BOG-6), Nesnelerin İnterneti (IoT) alanında çalışmaktadır. Birbirleri ile haberleşebilen IoT cihazlarını ortak platformda birleştiren çözümler sunmaktadır. İşletmelerin Endüstri 4.0 dijital dönüşüm süreçlerinde etkin rol oynayacak yazılım çözümleri üzerinde çalışmaktadır.

Birinci Odak Grupta yer alan yedinci firma (BOG-7), mevcut ERP ve CRM uygulamalarıyla entegre bir İş Zekası uygulaması geliştirmiştir. Bu uygulama ile birlikte bir firmanın ihtiyaç duyduğu tüm raporların bir web servis aracılığı ile mobil cihazlara aktarılması, bu raporlara ait verilerin listeleme ve grafiksel olarak gösterimi gibi çeşitli işlemlerin mobil cihazlar aracılığıyla yapılabilmesini sağlamaktadır.

İkinci Odak Grupta yer alan ilk firma (İOG-1), web tabanlı yazılım teknolojilerinde daha yenilikçi, işlevsel ve dinamik ürünler tasarlamak amacıyla 2005

yılı Ocak ayında, GOSB Teknopark bünyesinde kurulmuş bir teknoloji firmasıdır. İOG-1, kendisine ait web arayüzü üzerinden başka hiçbir yazılım geliştirme aracına ve derlemeye ihtiyaç duymaksızın web tabanlı yazılımlar geliştirilmesini sağlayan bir altyapı ile basit şirket içi uygulamalar geliştirilebildiği gibi, son derece kompleks otomasyonları hızlı, esnek ve görsel bir biçimde geliştirilebilmektedir.

İkinci Odak Grupta yer alan ikinci firma (İOG-2), MDVR, 360 ° Görüş Sistemi, Gelişmiş Sürüş Destek Sistemi (ADAS), Sürücü Yorulma İzleme Sistemi, Radar Tespit Sistemi, HD İzleme Sistemi ve Wi-Fi Sistemi gibi en gelişmiş ve güvenilir yapay zeka ürünlerini sağlamak için en son teknolojileri geliştirmektedir.

İkinci Odak Grupta yer alan üçüncü firma (İOG-3), geliştirdikleri “Bulut Tabanlı İnsan Kaynakları Yönetimi” ürünü, insan kaynakları süreçlerinde ihtiyaç duyulan; özlük hakları yönetimi, dijital özlük dosyası oluşturma, işe alım, performans yönetimi, vardiya yönetimi, masraf yönetimi, izin yönetimi, anket sistemi ve bordrolama gibi fonksiyonları barındıran yazılım ürünüdür.

İkinci Odak Grupta yer alan dördüncü firma (İOG-4), web ve mobil uygulama geliştirmektedir. Özellikle kurumsal web siteleri, portal, eğitim yönetim sistemleri gibi konularda yazılım geliştirmesi yapmaktadır.

İkinci Odak Grupta yer alan beşinci firma (İOG-5), kameralı kontrol amaçlı yazılım ve otomasyon sistemleri geliştirmekte ve bu sistemleri kullanarak basit masaüstü sistemlerden karmaşık otomasyon sistemlerine, robot kontrolünden veri tabanlı sistemlere kadar başta otomotiv sektörü olmak üzere hemen her sektöre ölçüm, kalite kontrol, sınıflandırma, tanıma, ayrıştırma vb. konularda kameralı kontrol sistemleri kurmaktadır.

İkinci Odak Grupta yer alan altıncı firma (İOG-6), blockchain tabanlı tedarik zinciri, dijital sertifika ve kontrol ürünü geliştirmektedir. Firma geliştirdiği akıllı yazılım platformu sayesinde, yüksek sistem esnekliği sunmakta ve böylelikle daha yüksek bir otomasyon sağlamaktadır.

İkinci Odak Grupta yer alan yedinci firma (İOG-7), tedarik zinciri ve demirbaş yönetiminin zorluklarına barkod okuyucu, RF terminaller kullanan ileri teknoloji otomatik tanıma, veri toplama (OVT) çözümleri sunmaktadır.

Üçüncü Odak Grupta yer alan birinci firma (ÜOG-1), endüstri 4.0 kapsamında akıllı cihazlar ve sensörler ile anlık ölçümler yaparak kurumların iş kalitesini, verimliliğini artıran ve maliyetlerinde iyileştirmeler yapmakta, üreticilerin hammaddelerini genel merkezlerine getirmeden önce takip ve kontrol edebilme özelliği sunan sistem geliştirmektedir. Kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesi ve tedarikçinin üretim veya depolama sürecinin izlenebilmesi konusunda web ve mobil uygulama, bulut platform, akıllı mikro cihazlar ve sensörlerden faydalanmaktadır. Hammaddeden kaynaklanan hataların giderilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirmekte ve lojistik ve üretim tarafında zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Sistem, anlık olarak pH, Isı, iletkenlik, ORP (Oksidasyon azalma potansiyeli), Akışkanlık, DO (Çözünmüş oksijen) değerlerini ölçebilmektedir.

Üçüncü Odak Grupta yer alan ikinci firma (ÜOG-2), son 5 yıl içerisinde Endüstri 4.0 dönüşümüne hızla ayak uydurarak masaüstü çözümlerini bulut üzerine taşımıştır. 2014 yılında bulut üzerinde çalışan Kale 360 çözümü ile Altın Örümcek ödülü kazanmıştır. Endüstri 4.0'ın ana dallarından biri olan "Sanal Gerçeklik" ve "Artırılmış Gerçeklik" konularında projeler üretmek Eczacıbaşı ile 2016'da Digitalizasyonunda ödül almıştır.

Üçüncü Odak Grupta yer alan üçüncü firma (ÜOG-3), profesyonel endüstri mühendisliği ve yöneticiliği, girişimci, sanayici ve akademisyen tecrübelerini, bilgilerini, know-how'ı aynı potada eritebilmiş bir danışmanlık kurumudur. Bu sayede Endüstri 4.0 yolculuğunda; süreçlerin iyileştirilmesi, yeniden tasarlanması ve yetkinliklerin artırılarak sürdürülebilir başarı elde edilmesi kapsamında sanayi kuruluşlarına en uygulanabilir ve faydalı çözümleri sunmaktadır.

Yetkinliklerin geliştirilerek önce yalın bir dönüşüm ve ardından dijital bir dönüşüm anlamına gelen bu yolculukta işletmelerin «Model Fabrika» (Competence Center) süreçlerine sahip olmaları için gerekli desteği verebilecek en yetkin kurum olduğu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü'nün,

Bursa Ticaret ve Sanayi Odası'nın ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Fonu'nun ortak sahibi olduğu Türkiye'nin 2. ancak 1. yerli ve milli Yetkinlik ve Dönüşüm Merkezi'nin (Model Fabrika) hayata geçirilmesi projesinin yürütülmesi firmaya verilmiştir.

Üçüncü Odak Grupta yer alan dördüncü firma (ÜOG-4), endüstriyel robotlar ile otomasyon çözümleri üretmektedir. Uzmanlık alanı, CNC makine parça besleme ve boşaltma uygulamalarıdır. Bunun yanında 2D ve 3D kamera ile görüntü işleme sistemleri de devreye almaktadır.

Üçüncü Odak Grupta yer alan beşinci firma (ÜOG-5), sistem standartlarının yerine getirilmesine yönelik web tabanlı yazılım geliştirmektedir.

4.3 ODAK GRUP ÇALIŞMASI

Odak grup çalışması, sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan nitel veri toplama yöntemidir (Kamberelis ve Dimitriadis, 2005). Öncesinde belirlenen araştırma soruları ile bir moderatör tarafından planlı bir şekilde yönetilen ve genellikle 8-10 kişilik odak gruplardan oluşan bu metot, kısa sürede daha fazla bilgiye ulaşması bakımından önemli görülmektedir (Işık ve Semerci, 2019). Odak grup çalışmasında yer alan katılımcılar birbirlerinin cevaplarından yola çıkarak kendi görüşlerini yapılandırabilmekte ve bu da grup etkileşimi sağlayarak çalışmanın verimini artırmaktadır (Çokluk vd., 2011). Derinlemesine veri elde edilmesini sağladığı için bu çalışmada odak grup çalışmasından faydalanılmıştır (Çokluk vd., 2011).

Odak grup görüşmeleri ile belirlenen bir konu hakkında o alanda tecrübe, eğitim ve bilgisi olan katılımcıların tecrübeleri, bilgileri, deneyimleri ve düşünceleri hakkında detaylı ve derinlemesine nitel bilgi elde edilmektedir. Dolayısıyla konu hakkında uzmanlığı olan katılımcıların kendi görüşlerini özgürce ortaya koyası ve grup içi etkileşim sayesinde yeni ve farklı fikirlerin ortaya çıkması sağlanmaktadır (Kitzinger, 1995).

Odak grup çalışmasında grup moderatörü tarafından, önceden hazırlanmış olan araştırma soruları detaylı olarak katılımcılara sorulur ve katılımcıların görüşleri alınır.

Bu ensada grup moderatörü tarafından sorulan keşifsel araştırma soruları ile katılımcıların farklı görüşleri ortaya çıkartılmaktadır. Bu, anket yönteminde olduğu gibi kesin sınırları olmayan bir araştırma yöntemi olduğu için geniş perspektiften konunun derinlemesine incelenmesine imkan tanımaktadır. Bunlara ek olarak odak grup çalışması;

- Araştırmacı ve katılımcı arasında açık uçlu bir ilişki sağlanmasına imkan tanımaktadır,

- Kalitatif veriden fayda ve verim sağlanmasına yardımcı olmaktadır,

- Katılımcılar arasındaki ilişki sayesinde elde edilen verinin kalitesi ve sağlayacağı fayda yüksek olmaktadır.

- Katılımcılar tarafından ortaya konulan bir argüman, diğer katılımcılar tarafından geliştirilerek daha değerli bir bilgiye dönüştürülebilmektedir,

- Sorulan keşifsel araştırma soruları sayesinde katılımcı geniş bir bakış açısıyla konuyu ele almakta ve akademik araştırma geniş kapsamda değerlendirilmektedir (Çokluk vd., 2011).

4.3.1 Odak Grup Uygulaması

Çalışma kapsamında toplamda 19 firma ile 3 adet odak grup çalışması yapılmıştır. Her bir odak grup çalışması 95 – 130 dakika arasında tamamlanmıştır. Çalışmada Grup Moderatörü olarak Gebze Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Arş. Gör. Tuğkan ARICI görev almıştır.

4.3.2 Odak Grup Prosedürü

Odak grup çalışması aşağıda yer alan adımlar ışığında gerçekleştirilmiştir (Çokluk vd., 2011):

- Grup moderatörü tarafından tüm katılımcılara odak grup çalışması hakkında bilgi verilmiş; katılımcılara rolleri ve çalışmanın işleyişi hakkında bilgi verilmiştir.

- Grup moderatörü tarafından katılımcılara, katılımcıların kimlik ve kişisel bilgilerinin paylaşılmayacağına dair garanti deklare edilmiştir.

- Grup moderatörü tarafından odak grup görüşmeleri kayıt altına alınmıştır.

- Grup moderatörü tarafından katılımcılara araştırma soruları yöneltilmiştir.

- Her bir katılımcı, grup moderatörü tarafından sorulan sorulara, kendi sırası ve süresi dahilinde cevap vermiştir. Katılımcılara, diğer katılımcılar hakkındaki söz hakkı grup moderatörü tarafından verilmiştir.

- Grup moderatörü tarafından odak grup çalışması tamamlandığında oturum sonlandırılmıştır. Araştırma sonuçlarının katılımcılar ile nasıl paylaşılacağı hakkında bilgi verilmiştir.

4.3.3 Odak Grup Araştırma Soruları

Çalışma kapsamında araştırılan ana araştırma sorusu Endüstri 4.0 sürecini etkileyen en önemli faktörlerin neler olduğudur. Araştırma kapsamında sorulmuş olan ana soruya bağlı olarak Tablo 4.2’de verilmiş olan keşifsel araştırma soruları hazırlanmıştır. Literatürde 10 ile 15 adet sorunun odak grup çalışmasında yeterli olduğu ifade edilmiştir (Çokluk vd., 2011). Çalışma kapsamında odak grup katılımcılarına 11 adet soru sorulmuştur. Sorular Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Odak Grup Çalışması Kapsamında Sorulan Araştırma Soruları

#	ARAŞTIRMA SORULARI
1	Üretim sektörünün mevcut durumuna bakıldığında dijital dönüşüm için atılması gereken adımlar sizce nelerdir?
2	Sizce Endüstri 4.0 sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli olan adımlar, süreçler ya da gereksinimler neler olabilir?
3	Türkiye’de dijitalleşmenin tam anlamıyla uygulanamamasındaki sebep/sebepler sizce neler olabilir?
4	Dijital dönüşüm ile birlikte sanayi/firmaları ne gibi riskler bekliyor olabilir?
5	Türkiye’de Endüstri 4.0 işçi haklarını ve iş korumasını nasıl etkileyecek? Bunlar mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyecek? Onlar için ne tür avantajlar ve dezavantajlar olacak?
6	Hükümet tarafından dijital dönüşüme ne gibi destekler sağlanmalıdır?
7	Sürecin Endüstri 4.0 çerçevesinde şirketlere uygulanmasında her şirkete özel uyum ve entegrasyon adımlarının atılmasını doğru buluyor musunuz?
8	Türkiye’de sanayileşme ve üretimin dijitalleşmesi konusunda son dönemde ne tür gelişmeler yaşanıyor?
9	Dijitalleşme ile birlikte ülkemizde en çok neler değişecek?
10	Sizce dijital dönüşümün sağlanması için şirketlerde organizasyonel değişiklikler sağlanmalı mıdır? Öyleyse neler olabilir? (Dijital dönüşümden oluşan bir strateji departmanı gibi)
11	Dijital gelişimi yavaşlatan unsurlar neler olabilir? (Strateji eksikliği, veri güvenliği, yol haritasının olmaması, yetkinlik sorunu vb.)

4.4 ODAK GRUP BULGULAR

SI - 2: Sizce imalat sektörünün mevcut durumuna bakıldığında dijital dönüşüm için atılması gereken adımlar nelerdir? Sizce Endüstri 4.0 sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli olan adımlar, süreçler ya da gereksinimler neler olabilir?

İmalat sektörünün mevcut durumu göz önüne alındığında dijital dönüşüm için atılması gerekenler ile Endüstri 4.0 sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli adım ve süreçlerin neler olduğu sorusu katılımcılara tek bir başlık altında sorulmuş olup katılımcılar dijital dönüşüm kültürünün kurumlar bazında incelenerek yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. İşletmelerin motivasyonları,

buldukları sektörler ve teknoloji düzeyleri bazında farklılık gösterdiklerini ve bu nedenle bu farklılar göz önünde bulundurularak stratejilerin geliştirilmesi gerektiği önerilmektedir. Bu yaklaşımın sadece devlet düzeyinde değil işletme tarafından da benimsenmesi ve uygulanması gerektiği belirtilerek; işletmelerde yönetim ile çalışanların dönüşümle ilgili karar süreçlerine birlikte katılmalarının ve hemfikir olmalarının süreçte karşılaşılan en önemli sorun olan “direnc” faktörünü de ortadan kaldıracığı düşünülmektedir. Dolayısıyla işletme yönetimlerinin çalışanları ile bir araya gelerek bir karar mekanizması oluşturmaları ve yol haritası çizmeleri önerilmiştir. Aynı şekilde beyaz yaka ve mavi yaka çalışanlar için Endüstri 4.0 ile birlikte kariyer planlamasının yapılmasının da önemli olduğu belirtilmiştir. Dönüşüm kültürünün yaygınlaştırılmasına yönelik ön analizler yapılması ve kısa, orta ve uzun vadeli hedefleri içeren planlamaların yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Endüstri 4.0 sürecini ülkemize kıyasla başarıyla yürüten Almanya, Amerika, Çin gibi ülkelerde gelişimi tetikleyen etkenlerin tespit edilerek ülkemiz ekosistemine uyarlanması gerektiği ifade edilmiştir. Büyük ölçekli işletmelerin yani ana sanayinin kendi habitatını yaratması ile dijital dönüşümün hız kazanacağı düşünülmektedir. Daha hızlı ve efektif dönüşüm için; sektörlerdeki ana amiral gemilerinin akademiye de içerisine alarak globalde farklı habitatlar yaratmasının dönüşüm sürecinde ve rekabet edilebilirliğin artırılmasında önemli olduğu tüm katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Eğitim seviyesinin daha nitelikli hale gelebilmesi için üniversitelerdeki eğitim sisteminin daha proje odaklı bir yere dönüşmesi gerektiği; kâğıt üzerinden değil de sistem üzerinden gitmesi gerektiği savunulmaktadır. Üniversite öğrencilerinin sanayi firmalarına düzenli bir şekilde giderek yazılım, Ar-Ge ve inovasyon süreçlerini yakından takip etmelerinin eğitim kalitesini artıracığı için dönüşüm sürecine de katkı sağlayacağı ifade edilmiştir. Üniversite-sanayi ve sanayi-sanayi iş birliğinde Teknoparkların daha etkin bir rol oynaması gerektiği de vurgulanan bir diğer öneri olmuştur.

S3: *Türkiye’de dijitalleşmenin tam anlamıyla uygulanamamasındaki sebep/sebepler sizce neler olabilir?*

Türkiye’de dijitalleşmenin tam anlamıyla uygulanamamasındaki sebeplerin neler olduğu sorusuna tüm katılımcılar ortak bir şekilde eğitim eksikliği cevabını vermişlerdir. Dünya ile yarışacak nitelikli insan kaynağının ülkemizde tutulamaması,

devlet desteklerinin yeterli olmaması ve Endüstri 4.0 noktasında firmaların bütçesel anlamda yeteri kadar desteklenememesi dönüşüm sürecinde geride kalmamızın sebepleri olarak görülmüştür. BOG-4 numaralı katılımcı bu konudaki yorumunu şu şekilde dile getirmektedir:

“Endüstri 4.0’a geçiş maliyetlerinin her işletme için aynı olmayacağını düşünüyorum. Özellikle küçük ölçekli işletmelerin geçiş maliyeti çok daha yüksek olacağı için rekabette geride kalmaları çok olası görünmektedir. Bu durumun devlet politikası olarak mutlaka ele alınması gerekmektedir. Eğitim eksikliğini de bir diğer sebep olarak düşünüyorum. Üniversite de sanayi de sadece kendi penceresinden dijital dönüşüme bakıyor. Oysa nitelikli çalışan sayısının artması mevcut üniversite ve liselerdeki eğitimin kalitesi ile ilgidir ancak eğitim, dijital dönüşü kavramlarından uzak kalmış durumda, ne yazık ki akademisyenlerimizin birçoğu bu konuda yetersiz kalmaktadır.”

Endüstri 4.0’ı başarıyla uygulanan ülkelerde üniversite-sanayi iş birliğinin çok daha etkin olduğuna dikkat çekilerek ülkemizde ise üniversite ile sanayi arasındaki etkileşimin zayıf kaldığı vurgulanmıştır. Özellikle üniversite tarafının iş birliğinde daha çekimser kaldığı tüm katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. BOG-7 numaralı katılımcı bu konu ile ilgili tecrübelerini şöyle aktarmaktadır;

“Üniversite ile iş birliği yapma konusu bizim şirket olarak en sıkıntı çektiğimiz konudur. Üniversiteler ile etkileşim ve iletişimi artırabilmek adına sürekli ilgili seminerlere gidiyoruz, fuarlarda stantlar açmaya çalışıyoruz. Üniversitede akademisyenlerin de kapılarını çalarak yazılım çözümlerini lisans ve yüksek lisans seviyesinde bilen ve mezun olan öğrencileri istihdam etmek istediğimizi pek çok kez dile getirmiş olsak da bu anlamda hiç karşılık alamadık. Dolayısıyla işe aldığımız personelleri baştan biz eğitiyoruz. Hem zaman hem de maliyet anlamında bize yük oluşturuyor. Üniversiteden bu anlamda karşılık alamamızın bir sebebini ben akademisyenlerin eğitim ve bilgi eksikliğinden de kaynakladığını düşünüyorum. Dışarıya çıkıp kendisine bir şey katmayan akademisyen öğrencilere sadece bildiği kadarını aktarıyor. Çok trend konular var ama uygulama yok ve üniversite eğitimleri çok yetersiz kalıyor, sanayi ile alakası yok. Bu atıllığı kıramıyoruz. Mutsuz bir gençlik kitlesi yetişiyor.”

Katılımcılar tarafından ülkemizdeki yasal düzenlemelerin Endüstri 4.0'a başarılı bir şekilde geçişte engel oluşturduğu düşünülmektedir. Risk almaktan uzak bir devlet politikasının yürütüldüğü ve bu nedenle ilgili kararların hızlı alınamamasının gerek dijital dönüşümü gerekse de start up'ların oluşması ve büyümesini olumsuz etkilediği ifade edilmiştir. Yasal düzenlemelerin gereken esneklikte olmasının dijital dönüşümde etkili olduğuna dikkat çekilmiştir. Öte yandan çoğu firmanın kurumsallıktan uzak olmasının da dijital dönüşümü başarısız kıldığı düşünülmektedir. Kurumsal bir yapıdan uzak olan kurumlarda kararların maliyet bakış açısına sahip "patron"lar tarafından alındığı ve bu nedenle Endüstri 4.0'a geçişin bir gereklilik olarak görülmediği ifade edilmiştir.

S4 – 5: Dijital dönüşüm ile birlikte sanayi/firmaları ne gibi riskler bekliyor olabilir? Türkiye'de Endüstri 4.0 işçi haklarını ve iş korumasını nasıl etkileyecek? Bunlar mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyecek? Onlar için ne tür avantajlar ve dezavantajlar olacak?

Katılımcılara yöneltilen dijital dönüşüm ile birlikte sanayi ve/veya firmaları ne gibi riskler bekliyor ve mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyecek sorularına katılımcılar özellikle IoT dönüşümü ile birlikte veri kaybı ve siber güvenlik sorunlarının büyük risk oluşturduğunu belirtmişlerdir. Özellikle sanayi tarafında siber saldırıların üretimi durduracak kadar tehlikeli bir boyutta olduğunu ifade etmişler; siber saldırı ile birlikte üretimlerin durduğunu, saldırı sonrası verileri cloud'a yüklemekten kaçındıklarını belirtmişlerdir. Veri tarafında çalışan personellerin yeterli bilgi ve yetkinliğe sahip olmamasının ise güvenlik riskinin boyutunu artırdığını ve riskleri engellemekte başarısız kaldığını belirtmişlerdir. Yine katılımcılar tarafından ifade edilen bir diğer risk ise istihdamda yaşanacak azalmalar yönünde olmuştur. Endüstri 4.0 ile birlikte insan gücünün yerini makine ve robotların alması ile işsizliğin artacağı ve özellikle mavi yakalı personellerin işsizlikle daha ağırlıklı bir şekilde karşı karşıya geleceği belirtilmiştir. Bu konu ile ilgili BOG-7 numaralı katılımcı izlenimini şu şekilde aktarmıştır;

"Proses geliştirme entegrasi yaptığımız savunma sanayi alanında çalışan 8 mühendis işsiz kaldı çünkü onların yerine bu işi yapan bir makine var artık. Ya da döküm parçalar üreten daha küçük ölçekli işletmede 4 döküm işçisi işsiz kaldı çünkü

şirket işsiz kalan 4 işçi yerine döküm işini simule edebiliyor artık. Birebir gördüğümüz en büyük risk işsizlik çünkü her yeni teknoloji geldiğinde insan gücü sistem dışına atılıyor. Dolayısıyla nitelikli personel sistem içerisinde kalmaya devam ediyor. Ancak baktığınızda yaş grubu olarak belirli bir seviyeye gelmiş birinin yeniden eğitim seviyesini yükseltmesi de bir o kadar zor. Bu da çalışanlarda Endüstri 4.0'a olan direnci kaçınılmaz kılıyor.”

ÜOG-1 numaralı katılımcı ise bir önceki katılımcıyı destekler nitelikteki görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir;

“Ülkede bizim yaptığımız şey aslında şu an Endüstri 3.0. Sanayide işler hala kağıtla yürüyor. Dolayısıyla sanayinin büyük bir kısmının henüz Endüstri 2.0 aşamasında olduğunu söyleyebiliriz. Ama Endüstri 4.0 uygulayan ya da bu konudaki uygulamalarımızı kendisine adapte eden firmalarda bir kere personel sayısının azaldığını gözlemliyoruz. Dolayısıyla, Endüstri 4.0 istihdamda risk yaratıyor; insan gücü azalıyor. Mavi yakalıların işine son veriyoruz ama bir yandan biz de bir mühendisi istihdam ederek nitelikli beyaz yakalı istihdamını artırmış oluyoruz. Endüstri 4.0 ile günde 2000 palet inerken 4000 palet iner hale geldi. Üretimde verimlilik arttı. Sanayide personel eksiliyor ama Endüstri 4.0'a katkı sunan firmaların da nitelikli personel ihtiyacı arttığı için istihdam bu firmalarda artmış oluyor.”

Katılımcılar, dijital dönüşüme katkı sunacak çözümler geliştirdikleri için özellikle sanayi firmaları ile iç içe olduklarını belirtmişler ve yaptıkları görüşmelerde işsiz kalma kaygısı ile çalışanlarda dönüşüme karşı bir direnç olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden geliştirdikleri teknoloji ve çözümleri anlatabilecekleri ilgili kişilere ulaşamadıklarını ve bunun da ülkenin Endüstri 4.0'a geçişini zorlaştıran bir etki yarattığını ifade etmişlerdir.

BOG-3 ve İOG-2 numaralı katılımcılar ise soruya farklı bir bakış açısı getirerek Endüstri 4.0'ın doğru algılanmamasından kaynaklı bir risk oluştuğunu belirtmişlerdir. Kurumların sadece teknoloji ve yazılıma odaklanarak süreç iyileştirmeyi göz ardı ettiklerini ve Endüstri 4.0'ın kurumlarda çok popüler bir kavram haline geldiği için firmaların yeterli insan ve bilgi kapasitesi olmadan bir an önce dönüşüme adapte

olmaya çalıştıklarını belirtmişler ancak bütüncül bakılmadığı için de ara süreçlerle dönüşümü tamamlamaya çalıştıklarını söylemişlerdir.

BOG-5 numaralı katılımcı ise Endüstri 4.0'ın getireceği en büyük riski belirsizlik ve kavram kargaşası olarak yorumlamıştır. Globalleşmenin ve artan rekabetin özellikle de imalat sektöründe belirsizlik yarattığını ve küresel pazarda her kurumun birbirinin tekrarı işler yapmaya başladığını düşünmektedir.

Katılımcılar toplum olarak yeniliklere açık bir yapıda olmamız dolayısı ile mental olarak ülkemizin dönüşüme hazır olsa bile yapılan işler bakımından hazır olmadığını düşünmektedir. Dünyanın Endüstri 4.0'a geçişi ile birlikte ülkemizde alt işleri yapan sanayi firmalarının daha az iş almaya başlayacağını dolayısı ile sanayi firmalarının biraz daha fakirleşeceği de görülen riskler arasındadır.

S6: Hükümet tarafından dijital dönüşüme ne gibi destekler sağlanmalıdır?

Oturum katılımcılarına yöneltilen Endüstri 4.0 sürecinde devlet düzeyinde atılması gereken adımların neler olması gerektiği sorusuna devletin yol gösterici bir politika izlemesi gerektiği cevabı verilmiştir. Endüstri 4.0'ın başta mavi yakalı olmak üzere çalışanlar üzerinde işsiz kalma kaygısı yarattığı ve çoğu kurum ve işletmenin dönüşüm sürecini doğru algılayamadığı belirtilerek bu konuda devletin yeni meslek tanımlamaları ile doğru stratejileri geliştirmesi ve bilgilendirmeler ile dönüşüm kültürünü yaygınlaştırması gerektiğini önermişlerdir. Katılımcılar Endüstri 4.0'ın getireceği risklerin sadece sanayi içerisinde konuşulduğunu belirterek bu konudaki endişelerin devlet düzeyinde dile getirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Devlet tarafından teknopark, teknoloji transfer ofisleri, start-up, sanayi firmaları ve üniversite yetkilileri bir araya getirilerek yapılan çalıştaylar ile eğitim planlaması yapılması, teknolojinin yönünün belirlenmesi, dijital dönüşüm bölümleri açılması ve strateji belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca, devlet tarafından mevzuatsal değişiklik ve düzenlemelerin yapılması ve yasal düzenlemelerin daha esnek olması gerektiğini savunmuşlardır.

Son dönemlerde devlet desteklerinin; müşteri ihtiyaçlarını karşılayan çözümlerin Ar-Ge ve inovasyon faaliyetleri ile yapılmasına yönelik olduğu belirtilerek

müşteri ile çözüm ortağı arasında pull-push etkisinin yaratıldığına dikkat çekilmiştir. TÜBİTAK Siparişe Dayalı Ar-Ge Projeleri için KOBİ Destekleme Çağrısı ile TÜSİAD SD2 Sanayide Dijital Dönüşüm Programı gibi desteklerin sanayi kuruluşları arasında iş birliğini ve Ar-Ge çıktılarının ticarileşme potansiyelini artırdığını belirterek bu tip hibe ve destek programlarının yaygınlaşması gerektiği savunulmuştur. Ancak devlet desteklerine başvuruda çok fazla prosedür ve dokümantasyon işi olduğu için özellikle Ar-Ge ile uğraşan küçük ölçekli işletmelerin desteklerden yararlanamadığı belirtilmiştir. Ar-Ge'ye verilen desteklerin sonuçlarının da devlet tarafından denetlenmesinin önemli olacağı görüşünde yer almışlardır.

***S7:** Sürecin Endüstri 4.0 çerçevesinde şirketlere uygulanmasında her şirkete özel uyum ve entegrasyon adımlarının atılmasını doğru buluyor musunuz?*

Endüstri 4.0 süreninin uygulanmasında her şirkete özgü uyum ve entegrasyon adımlarının atılmasını doğru buluyor musunuz sorusuna oturuma katılan üyeler olumlu yanıt vermişlerdir. Aynı faaliyette yer alan şirketlerin bile teknoloji düzeylerinin, çalışan sayılarının, işletme ölçeklerinin ve finansal kaynaklarının birbirinden farklılık gösterdiği ve dolayısı ile Endüstri 4.0 sürecinde bu farklılıklar göz önüne alınarak değerlendirmede bulunulması ve strateji geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

***S8:** Türkiye'de sanayileşme ve üretimin dijitalleşmesi konusunda son dönemde ne tür gelişmeler yaşanıyor?*

Oturuma katılan üyelere yöneltilen son dönemlerde Türkiye'de sanayileşme ve üretimin dijitalleşmesi noktasında ne tür gelişmeler yaşanıyor sorusuna katılımcılar gerek kendi firmalarından gerekse de dijitalleşme sürecinde çözüm sağladıkları firmalardaki değişimi gözlemleyerek cevap vermişlerdir. Firmaların artık veri üretmeye ve verileri değerlendirmeye başladıklarını belirtmişlerdir. Dijital dönüşümün en fırsat noktasının da verilerin değerlendirmeye başlanması ile olduğunu da ayrıca eklemiştir. Üretimde verimliliğin artmaya başladığını ve teknoloji firmalarında istihdamın arttığını dolayısıyla nitelikli personel sayısının da artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Ancak globalleşmenin bu denli hızlı olmasının özellikle imalat sektöründe belirsizlik yarattığını ifade etmişlerdir. BOG-7 numaralı katılımcı dijital dönüşüm noktasında hükümet tarafından da atılan adımların olduğunu belirterek

Dijital Dönüşüm Ofisi'nin açılmış olmasının devletin bu konuya gösterdiği önemi belirttiğini ifade etmiştir. Son olarak dönüşüm sürecinin hiçbir zaman tamamlanmayacağını da belirtmişlerdir.

S9: Dijitalleşme ile birlikte ülkemizde en çok neler değişecek?

Katılımcılara iletilen dijitalleşme ile birlikte ülkemizde en çok neler değişecek sorusuna katılımcılar genç nüfusun çalışma hayatında daha ağırlıklı rol oynayacağını belirtmişlerdir. Mavi yakalı çalışanların sayısının azalıp beyaz yakalı çalışanların istihdam edileceğini dolayısıyla istihdam edilen çalışan sayısında azalma olmayacağını ancak beyaz yakalı çalışanların istihdamda tercih nedeni olacağı belirtilmiştir. ÜOG-2 numaralı katılımcı fabrikalarda dijitalizasyona yönelik çözümler sunduklarını ancak henüz belirli bir standart olmadığı için sundukları çözümlerin etkin bir şekilde işlemediğini belirterek dijitalleşme ile birlikte ülkemizde yalınlaşma, Yalın üretim çalışmalarına ağırlık verileceğini, ülkemiz fabrikalarının standardizasyona yönelik çalışmalarda bulunacağını ifade etmiştir. Endüstri 4.0 süreci ile birlikte ülkemizde yer alan firmaların daha kurumsal bir yapıya bürüneceğini, kurumsallaşmanın artacağını ifade etmiştir.

Aynı soruya İOG-6 ise dijitalleşme süreçleriyle birlikte kurumsal şirketlerde herhangi bir değişiklik olmayacağını belirtmiş ancak KOBİ düzeyinde yer alan firmalarda büyük değişiklikler olacağını ifade etmiştir. Bu konudaki düşüncelerini şu şekilde ifade etmektedir;

“Kurumsal firmalar dönüşüm sürecinin içerisinde ne kadar çok olursa KOBİ düzeyindeki firmalar da o denli dönüşümün bir parçası haline gelirler.Çünkü ülkemizde KOBİ’ler Endüstri 3.0 konumundalar ve kurumsal firmalara bağımlı çalışıyorlar. Ülkemizin şu anki genel problem teknolojide dışa bağımlı olmamız. Dönüşüm süreci ile birlikte teknolojide, Ar-Ge’de dışa bağımlılığın önemli ölçüde azalacağını düşünüyorum”

Bununla birlikte, bir işin uçtan uca yapılabilmesi için var olan verinin izlenebilirliğinin önemli olduğu ifade edilmiş ve dönüşüm süreci ile birlikte veriyi analiz edebilen ve böylece daha az maliyetle, daha etkin bir şekilde ürün ve hizmetlerin

üretileceği ifade edilmiştir. Dönüşüm süreci ile birlikte ülkemizde gerek teknolojik altyapının gerek siber güvenlik alanındaki çalışmaların hızlı bir şekilde artacağı da ayrıca belirtilmiştir.

S10: *Sizce dijital dönüşümün sağlanması için şirketlerde organizasyonel değişiklikler sağlanmalı mıdır? Öyleyse neler olabilir? (Dijital dönüşümden oluşan bir strateji departmanı gibi)*

Katılımcılara yöneltilen Endüstri 4.0 dönüşümünün başarılı bir şekilde sağlanabilmesi için şirketlerde organizasyonel değişiklikler sağlanmalı mıdır sorusuna tüm oturum üyeleri organizasyonel düzenlemenin gerekli olduğu cevabını vermişlerdir. Teknoloji sağlayıcılar olarak gittikleri şirketlerde doğru kişilerle karşılaşmadıklarını ve bu yüzden de sağladıkları çözümleri müşteriye ulaştıramadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum hem dijital dönüşüm noktasında çözüm sağlayan firmaları hem de Endüstri 4.0'ı adapte etmek isteyen firmaları olumsuz etkilemektedir. Bu konuyla ilgili yorumlarını BOG-1 numaralı katılımcı şöyle aktarmaktadır;

“Bir şirketteki tüm departmanları eğitmeyi doğru bulmuyorum. Dönüşümü gerçekleştirmek isteyen bir firmada her çalışanın eğitim almasından ziyade görev tanımlarına göre eğitimler almaları gerekir. Örneğin; makineleri kullanacak çalışan ile verileri tutan ve analiz eden çalışanın ayrı eğitimler alması gerekiyor. Eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi, çalışanlar için kariyer planlamasının yapılması, firma için yol haritası çıkartılması gibi işler için organizasyonel yapıda böyle bir birim açılmalıdır. Şayet bir firmanın buna ayıracak hem insan kaynağı hem de bütçesi yoksa dışarıdan danışmanlık alması yerinde olacaktır.”

Bununla birlikte firmalarda strateji departmanı gibi bir birimin oluşması Endüstri 4.0 sürecini doğru algılayabilmek ve rekabette geride kalmamak adına önemli olacağı görüşünde bulunulmuştur.

S11: *Dijital gelişimi yavaşlatan unsurlar neler olabilir? (Strateji eksikliği, veri güvenliği, yol haritasının olmaması, yetkinlik sorunu vb.)*

Katılımcılara yöneltilen dijital gelişimi yavaşlatan unsurların neler olabileceğine yönelik soruya katılımcılar en önemli sebebin strateji eksikliği olduğunu belirtmişlerdir. Belirli bir strateji ya da yol haritası olmadığı için çoğu firmanın değiştirilmesi zor, hatalı bir yol izleyerek ilerlediklerini ve bu yüzden orta ve uzun vadede olumsuz sonuçlar alındığını ifade etmişlerdir. Dijital dönüşümün iş birliği ve etkin bir sinerji ortamında olması gerektiğini ifade eden İOG-4 numaralı katılımcı gittikçe üniversite-sanayi iş birliğinin daha kopuk hale geldiğini belirterek küçük çapta çok sayıda başarılı girişimin olduğunu ancak güçlü ve başarılı bir dönüşüm için kolektif bir çalışmanın gerektiğini vurgulamıştır. Diğer katılımcılar da İOG-4 numaralı katılımcıya destek vererek kurumları iş birliğine itecek motivasyonun eksik olduğunu ve bunun da dönüşüm sürecini yavaşlattığını ifade etmişlerdir. Dinamik ve hızlı bir dönüşüm için kısa, orta ve uzun vadeli yol haritalarının belirli olması gerektiği ve radikal adımların atılmasına ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.



5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1 ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Sanayideki dijital dönüşüm günümüzde her zamankinden daha fazla gündemimize girmiş durumdadır. Teknolojideki ilerleme, dijital ürün ve hizmetlerin hayatımıza hızlı bir şekilde girmesi tüketici beklentilerini değiştirmekte ve şirketler radikal değişimlerle karşı karşıya kalmaktadır. Ülkelerin sürdürülebilir ve katma değeri yüksek ekonomik gelişmelerini sürekli kılan Endüstri 4.0 süreci adapte edilmesi kaçınılmaz bir noktadır. TÜBİTAK'ın 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşuyla yapmış olduğu çalışma, sanayimizin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu göstermektedir (TÜSİAD, Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı). Mevcut durumumuz göz önüne alındığında Endüstri 4.0 sürecini sanayiye ve üretime başarılı bir şekilde adapte edebilmede kritik faktörlerin neler olabileceğini araştırmak üzere yürütülen odak grup çalışmasında ana sorun olan “Endüstri 4.0 sürecinde kritik başarı faktörleri nelerdir?” sorusuna yönelik yöneltilen alt araştırma soruları ile Endüstri 4.0'daki mevcut durumumuz ve atılması gereken adımlar sorgulanmıştır. İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş süresine katkı sunan 19 teknoloji sağlayıcı firma ile gerçekleştirilmiş olan çalışmada Endüstri 4.0'ın uygulanamamasındaki engeller ve bu engellerin aşılabilmesi için işletme ve devlet düzeyinde atılması gereken adımlar sorgulanarak Endüstri 4.0 sürecini uygulamak isteyen firmalar için öneriler sunulması hedeflenmiştir.

Gerçekleştirilen odak grup çalışması neticesinde çıkarılan sonuçlar şu şekilde ifade edilebilir;

Endüstri 4.0'ın henüz sanayide tam anlamıyla uygulanmadığı ve çalışanlar tarafından bir dirençle karşılaştığı vurgulanmıştır. Bu alanda karşılaşılan direncin işsizlik kaygısı ile bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Kariyer planlamasının yapıldığı işletmelerde bu direncin minimum düzeyde olduğu ve çalışanlarda farkındalık seviyesinin de yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Yine dijital dönüşüm ile birlikte verilerin dijital ortamda tutulması ve işlenmesi ile birlikte siber güvenlik riskinin ortaya çıktığı ve doğabilecek güvenlik sorunlarına nitelikli personeller ile önlem alınması gerektiği gözlemlenmektedir. Dolayısıyla “nitelikli personel” dijital

dönüşümün önemli bir parçası olarak görülmeli ve nitelikli personel gereksiniminin karşılanması için eğitim planlanmaları devlet düzeyinde yapılandırılmalı ve üniversite ile işletmeler düzeyinde de uygulanmalıdır. Odak grup çalışmasında ortaya konan bir diğer konu ise dönüşüme ayak uydurmak isteyen işletmelerde süreçlerin farklılık gösterdiği; üretilen ürün ve/veya hizmetin teknoloji seviyesi, işletme ölçeği gibi unsurların Endüstri 4.0 uyum sürecine etki ettiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, Endüstri 4.0 süreci kurumlar bazında değerlendirilmeli ve oluşturulacak strateji ve yol haritaları sektörel, işletme ölçeği ve üretilen ürün ve/veya hizmetin teknoloji seviyesi gibi unsurlar dikkate alınarak çıkartılmalıdır. Endüstri 4.0 sürecinde stratejik planların oluşturulması; süreç içerisinde atılması gereken adımların belirlenmesini, bu adımlara bağlı hazırlık yapılmasını ve doğabilecek risklerin öngörülerek tedbir alınması açısından oldukça önemlidir. Bir işletmede stratejik plana bağlı kalınması ise dönüşüm süreci ile ilgili stratejiler belirlenirken karar mekanizmasına işletme yönetimi ile birlikte tüm çalışanların katılması ile mümkün olmaktadır ve çalışanların Endüstri 4.0'a karşı gösterdikleri "direnc" faktörünün ortadan kalkması açısından da önem arz etmektedir. Bu bakımdan her işletme dönüşüm sürecinde çalışanlarını yalnız bırakmamalı ve karar mekanizmasına dahil etmelidir. Ayrıca, dönüşüm sürecine giren işletmelerin organizasyonel yapılarında strateji departmanı gibi dönüşüm sürecini yönetecek ve yönlendirecek bir birimin kurulmasının da sürecin yönetilmesinde etkili ve gerekli olduğu gözlemlenmektedir. Böylece dijital dönüşüme katkı sağlayan firmaların sanayide doğru muhatap bulmaları da sağlanmış olacaktır. Odak grup çalışmasının bir diğer sonucu çokuluslu ve kurumsal şirketlerin potansiyel iş birlikleri yaratmalarının ve bu ortamın devlet ile desteklenmesi gerektiği yönündedir. Ülkemizde küçük ve orta ölçekli işletmeler Endüstri 2.0 ve 3.0 arasında yer almakta ve kurumsal firmaların ihtiyaçlarına çözümler sunmaktadırlar. Dolayısıyla ana sanayinin iş birliği potansiyeli yaratması, habitatını da büyütürken Endüstri 4.0 uyumunu kolaylaştıracaktır. Bu bakımdan teknoloji transferinin tetiklenmesinde teknopark ve üniversiteler önemli rol oynamalıdır.

Devlet, sanayi, üniversite, teknopark, start-up gibi aktörleri bir araya getirerek teknolojinin yönünü belirlemeli, iş birliği ortamını tetiklemeli ve Endüstri 4.0'ın getireceği riskler ve bu riskleri oluşturarak bu risklerin en aza indirebilmek için aksiyon planları oluşturmalıdır. Son dönemlerde devlet destekleri, ihtiyaca yönelik Ar-Ge ve İnovasyon yapılmasına teşvik etmekte ve kaynakların etkin kullanılmasını

sağlamaktadır. Ar-Ge ve ticarileşme potansiyelini artırmaya yönelik bu desteklerin sayısı artırılmalı ve Ar-Ge ve teknoloji firmalarının desteklerden yararlanabilmeleri için başvuru koşullarında istenen dokümantasyon süreçlerinin azaltılması gerekmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0 sürecindeki başarısını engelleyen bir diğer konu ise yasal mevzuatlar noktasında olmuş ve devlet tarafından düzenleme ve değişikliklerin yapılması gerektiği ön plana çıkmıştır.

5.2 SONRAKİ ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER

5.2.1 İşletmelere Yönelik Öneriler

Bu çalışma ile birlikte işletmelerin Endüstri 4.0 sürecinde atması gereken doğru adımların neler olması gerektiği ve uyum sürecini engelleyen faktörler üzerinde durulmuştur. 19 teknoloji sağlayıcı firma ile gerçekleştirilmiş olan çalışmada, Endüstri 4.0 sürecinde başarılı olabilmek için; işletmelerin tüm çalışanları ile bir araya gelerek strateji belirlemeleri, dijital dönüşüm süreci ile ilgilenmek üzere ayrı bir departman oluşturmaları, çalışanlar için kariyer ve eğitim planlamaları yapmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

5.2.2 Devlet ve Kanun Koyuculara Yönelik Öneriler

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında teknoloji transferinin ve sanayi-sanayi, sanayi-üniversite iş birliğinin dijital dönüşüm sürecinde de önemli olduğu vurgulanmıştır. Teknopark ve üniversitelerin iş birliği noktasında tetikleyici konumda olması ve teknoloji transfer ofislerinin başarı ölçütlerinde önemli bir yer tutması gerektiği düşünülmektedir. Endüstri 4.0 süreci ile birlikte nitelikli personele olan gereksinimin artacağı ve bu nedenle doğru eğitim politikalarının oluşturulması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmada, etkin bir eğitim politikasının yürütülmesi ile uzun vadeli bir gelişme sağlanacağı ön plana çıkarılmıştır. Endüstri 4.0'ın getireceği riskler ve bu risklerin en aza indirilebilmesi için sanayi, üniversite, teknopark, start-up gibi aktörlerin devlet tarafından bir araya getirilmesi ve teknolojinin yönünün belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Odak grup çalışmasında dönüşüm sürecinin

önündeki bir engelin de yasal mevzuatlar yönünde olduğu ortaya çıkmış ve dolayısıyla ilgili düzenleme ve değişiklerin devlet düzeyinde yapılması gerektiği düşünölmektedir. Ayrıca çalışmada son zamanlarda açılan devlet desteklerinin daha nitelikli bir hal aldığı ve ihtiyaca yönelik Ar-Ge ve inovasyon yapılmasına teşvik ettiği için kaynakların etkin kullanılmasını sağladığı belirtilerek bu desteklerin sayısının artırılarak başvuru koşullarında istenen dokümantasyon süreçlerinin azaltılması gerektiği de gözlemlenmiştir.



KAYNAKÇA

ACATECH, (2013), “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”, Final Report of the Industrie 4.0 Working Group, Federal Ministry of Education and Research, Frankfurt, Germany.

Acet, H., Koç, Ş., (2020), “Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Dünyaya ve Türkiye’ye Ekonomik Yansımaları”, Journal of Social and Humanities Sciences Research, 7 (8), 2243-2256. DOI: <http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.1982>

Aggrey, N., (2014), “Gender, Innovation and Labour Productivity in Uganda Manufacturing Firms”, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 3(2), 21-32.

Akbaba, A. İ., (2018), “Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçümlenmesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Alçın, S., (2016), “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal of Life Economics, 3 (8), 19-30. DOI:10.15637/jlecon.129

Anbalagan, A., Morena-Garcia, F., (2020), “An IoT Based Industry 4.0 Architecture for Integration of Design and Manufacturing Systems”, Materials Today: Proceedings, 46 (17), 7135-7142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.196>

Arıcı, T., Kitapci, H., (2021), “An Investigation of the Impact of the concept of Society 5.0 On Total Quality Management: The Future of Human-Oriented Technology Studies” Social Quality”, Proceedings on Engineering Sciences, 3 (1), 81-92. DOI: 10.24874/PES03.01.008

Arslan, Ü. Ç., Demirağ, Y. H., (2017), “Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları”, Başkent Üniversitesi Avrupa Birliği ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü, Ankara. Erişim Adresi: https://www.academia.edu/35814711/Sanayi_Devrimi_Sonuçları_ve_Uluslararası_Sisteme_Yansımaları

Bag, S., Gupta, S., Kumar, S. (2020). “Industry 4.0 Adoption and 10R Advance Manufacturing Capabilities for Sustainable Development”, International Journal of Production Economics, 231, 107844. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107844>

Bartodziej, C. J., (2017), “The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics”. Springer Gabler, Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-16502-4_3

Başer, N, E, (2011). “I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü”, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Bayrak, A. (2018). “Dünyada ve Türkiye’de Sanayide Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi ve Türkiye’nin Entegrasyonu için Değerlendirmeler.” Erişim Adresi: https://digit4turkey.org/wpcontent/uploads/2020/01/End%BCstri_4.0_Raporu.pdf C3%

Boz Yılmaz, E., Tunalıoğlu, E., (2020), “Teknokentler ve Agroparklar (Türkiye)”, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7 (2), 131-150.

Bozkurt, E. (2021), “Teknoloji Geliştirme Bölgelerine (Teknopark) Sağlanan Vergisel Avantajların Değerlendirilmesi ve Hilelerin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul.

Capo, F., Brunetta, F., Boccardelli, P., (2014), “Innovative Business Models in The Pharmaceutical Industry: A Case On Exploiting Value Networks to Stay Competitive”, International Journal of Engineering Business Management, 1 (6), 1-11. DOI: 10.5772/59155

Cavelty, M. D., (2010), “Cyber-Security”, In: J. P. Burgess, Editor, “The Routledge Handbook Of New Security Studies”, London. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203859483>

Cavelty, M.D., (2010), “Cyber-security”, The Routledge Handbook Of New Security Studies, 166-174.

Crnjac, M., Veza, I., Banduka, N., (2017). “From Concept to the Introduction of Industry 4.0”, International Journal of Industrial Engineering and Management, 8 (1), 21-30.

Cumming, D., Zhang, M., (2019), “Angel Inventors Around The World”, Journal of International Business Studies, 50, 692-719. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2716312>

Çakmak, M., (2018), “Impacts of Industry 4.0 On Labour Force and Business Organizations: A Qualitative Analysis of Consultants, Experts and Union’s Introspections”, Master Thesis, Istanbul Bilgi University, Istanbul.

Çokluk, Ö., Yılmaz, K., Oğuz, E., (2011), “Nitel Bir Görüşme Yöntemi: Odak Grup Görüşmesi”, Kuramsal Eğitim Bilim, 4 (1), 95-107.

Dahdouh, K., Dakkak, A., Dakkak, A., Oughdir, L., Abdelali, I., (2020), “Improving Online Education Using Big Data Technologies, . In: F. Altınay, Editor, “The Role of Technology in Education”, IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.88463

Dahdouh, K., Dakkak, A., Dakkak, A., Oughdir, L., Abdelali, I., (2020), “Improving Online Education Using Big Data Technologies”. In: F. Altınay, Editor, “The Role of Technology in Education”, IntechOpen.

Davutoğlu, N., (2020), “Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi”, Management and Political Sciences Review, 2, 176-194.

Delibaş , Y., (2017), “Büyük Veri Yöntemini Kullanarak İş Gücü Planlamasının ETL İle İlişkilendirilme Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

Demirli, Y., (2014), “Türkiye’de Teknoparklara Yönelik Teşvikler ve Teknoparkların Bilim ve Teknoloji Kapasitesinin Gelişimine Katkısı. Maliye Dergisi, 166, 95–114.

Doğru, B.N., Meçik, O., (2018), “Türkiye’de Endüstri 4.0’ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 1581-1605.

Dominici, G., Roblek, V., (2016), “Complexity Theory for a New Managerial Paradigm: A Research Framework“, Neostrategic Management, New York, NY: Springer.

EGSO, (2015), “Sanayi 4.0”, Araştırma Raporu, Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, İzmir. Erişim Adresi: http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

Erçağ, G., (2017). “4. Endüstri Devrimi için Yol Haritası Belirlenmesinde Farklı Ülke Örneklerinin İncelenmesi ve Türkiye İçin Model Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Erol, S., Jager, A., Hold, P., Ott, K., Sihn, W., (2016), “Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production”, Procedia CIRP, 54, 13-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>

Fırat, S. Ü., Fırat, O. Z., (2017), “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye”, Toprak İşveren Dergisi, 114, 10-23.

Fuchs, C. (2018). “Industry 4.0: The Digital German Ideology”, Communication, Capitalism and Critique, 16 (1), 280-289. DOI: <https://doi.org/10.31269/triplec.v16i1.1010>

Genç, S., (2018), “Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye”, Sosyoekonomi Dergisi, 26 (36), 235-243. DOI: <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2018.02.14>

Günay, D., (2002). “Sanayi ve Sanayi Tarihi”, Mimar ve Mühendis Dergisi, 31, 8-14.

Harmancı, M., Önen, M., (1999), “Dünyada ve Türkiye’de Teknopark ve Teknokent Uygulamaları”, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Araştırma Müdürlüğü, 2, 3-47.

Hermann, M., Pentek, T., Otto, B., (2015), “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review”, Working Paper: No: 01/2015, Technische Universität Dortmund, Germany. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review/link/57cfd2fb08aed6789701cbeb/download

Hungerland, F., Quitzau, J., Zuber, C., Ehrlich, L., Growitsch, C., Rische, M. C., Schlitte, F., Hass, H. J., (2015), “The Digital Economy, Strategy 2030 - Wealth and Life in the Next Generation”, Berenberg & Hamburg Institute of International Economics, Hamburg.

IMD , (2020), “International Institute for Management Development World Digital Competitiveness Ranking – 2020”, Research Paper. Access Link: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>

Işık, C., Keskin, G., Serçeoğlu, N., (2015), “Turizm Sektöründe Nitelikli İşgücü Açığına Yenilikçi Yaklaşım: Kapadokya Örneği”, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 4 (2), 27-47.

Işık, E., Semerci, Ç., (2019), “Eğitim Alanı Nitel Araştırmalarında Veri Üçgenlemesi Olarak Odak Grup Görüşmesi, Bireysel Görüşme ve Gözlem”, Turkish Journal of Educational Studies”, 6 (3), 53-66.

Işık, M., Erol, H.Ö., (2020), “Endüstri 4.0 Farkındalığı ve İşgücü Nitelikleri Üzerine Etkileri: Süleyman Demirel Üniversitesi Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma”, AVRASYA Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 8 (24), 86-112.

Jerman, A., Erenda, I., Bertoneclj, A., (2019), “The Influence of Critical Factors on Business Model at a Smart Factory: A Case Study”, Business Systems Research, 10 (1), 42-52. DOI: 10.2478/bsrj-2019-0004

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J., (2013), “Recomendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industry 4.0”, Working Group.

Kalsoom, T., Ramzam, N., Ahmed, S., Ur-Rehman, M., (2020).” Advances in Sensor Technologies in the Era of Smart Factory and Industry 4.0”, Sensors 2020, 20 (23), 6783. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20236783>

Kamber, E., Bolatan, G.İ.S., (2019), “Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11 (30), 836-847. DOI: <https://doi.org/10.20875/makusobed.630453>

Kamberelis, G., Dimitriadis, G., (2005), “Focus Groups: Strategic Articulations of Pedagogy, Politics, and Inquiry”, The Sage Handbook of Qualitative Research, 3rd Edition, SAGE Publication.

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., (2015), ”Is Your Business Ready For Digital Future“, MIT Sloan Management Review, 56 (4), 37-44.

Kasa, H., Arslan, G., (2020), “Endüstri 4.0 Kapsamında Teorik Bir Analiz: Türkiye Örneği”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 19 (79), 1810 – 1826, DOI: 10.17755/esosder.665849

Kaya, T., (2020)., “Sanayi Devrimleri Işığında Türkiye’de Tekstil Sektörü ve Çalışanları Üzerine Bir İnceleme”, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Kianpour, M., Kowalski, S., Overby, H., (2021), “Systematically Understanding Cybersecurity Economics: A Survey”, 13 (24), 13677. DOI: 10.3390/su132413677

Kitzinger, J., (1995), “Qualitative Research: Introducing Focus Groups”, British Medical Journal, 311, 299–302.

Koca, D., (2020), “Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları”, Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 16 (31), 4531-4558. DOI: <https://doi.org/10.26466/opus.704841>

Koçak, A., Diyadin, A., (2018), “Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, Ege Akademik Bakış Dergisi, 18 (1), 107-120. DOI:10.21121/eab.2018132203

Lambert, B. (2000). “Building Innovative Communities: Lessons From Japan's Science City Projects”, Working Paper No:17. Stockholm School of Economics, European Institute of Japanese Studies, Sweden.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., Hoffmann, M., (2014), “Industry 4.0”, Business & Information Systems Engineering, 6 (4), 239-242.

Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.A., (2015), “A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems”, Manufacturing Letters, 3, 8-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>

Lu, Y., (2017), "Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications, and Open Research Issues", Journal of Industrial Information Integration, 6, 1-10. DOI: 10.1016/j.jii.2017.04.005

Metin, S., (2019), “İşletmelerin Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalık ve Algı Düzeyinin Değerlendirilmesi: Elazığ OSB Örneği”, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Mittal, S., Khan, M, A., Romero, D., Wuest, T., (2018), “A Critical Review of Smart Manufacturing & Industry 4.0 Maturity Models: Implications for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)”, Journal of Manufacturing Systems, 49, 94-214. DOI:10.1016/j.jmsy.2018.10.005

Öcal, H., Doğru, İ. A., Barışçı, N., (2019), "Akıllı ve Geleneksel Giyilebilir Sağlık Cihazlarında Nesnelerin İnterneti", Politeknik Dergisi, 22 (3), 695-714. DOI: <https://doi.org/10.2339/politeknik.450290>

Özdoğan, O., (2017), “Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları”, Pusula Yayıncılık, 1. Baskı, İstanbul.

Özkan, M., Al, A., Yavuz, S., (2018), “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi Endüstri Devriminin Etkileri ve Türkiye”, Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, 6 (2), 1-30. DOI: <https://doi.org/10.14782/ipsus.460135>

Özmen, T.Ö.N., Eriş, E.D., Özer, S.P., Zerey, H. (2019). “Endüstri 4.0’a Bütüncül Bir Yaklaşım: Örnek Olay Analizi ve Stratejik Yol Haritası”, İşletme Fakültesi Dergisi, 20 (2), 499-520. DOI: <https://doi.org/10.24889/ifede.642492>

Pacchini, A.P.T., Lucato, W.C., Facchini, F., (2019), “The Degree of Readiness for the Implementation of Industry 4.0”, Computers in Industry”, 113, 103-125. DOI: 10.1016/j.compind.2019.103125

Pereiara, A. C., Romero, F., (2017), “A Review of the Meanings and the Implications of the Industry 4.0 Concept”, Procedia Manufacturing, 13, 1206-1214. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.09.032

Petekci, A., (2021), “Endüstri 4.0: Fırsat mı Tehlike mi?”, Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi, 2 (1), 7-15.

Pfeiffer, S., (2017), “The Vision of “Industrie 4.0” in the Making-A Case of Future Told, Tamed, and Traded”, Nanoethics, 11, 107-121, DOI: 10.1007/s11569-016-0280-3

PWC , (2016), ““Industry 4.0: Building the Digital Enterprise”, Araştırma Raporu, Erişim Adresi: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>

Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Jabbour, A. B. L. S., Rajak, S., (2020), “Barriers to Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective”, International Journal of Production Economics, 224, 107546, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>

ResGaz 1, (2016), Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği, 10 Ağustos 2016 tarih ve 29797 Sayılı Resmi Gazete.

ResGaz 2, (2022), 5746 Sayılı Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun Genel Tebliği, 27 Mayıs 2022 tarih ve 31848 Sayılı Resmi Gazete.

Roblek, V., Meško, M. ve Krapez, A., (2016), “A Complex View of Industry 4.0”, SAGE Pub, 6(2):1–11. DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>

Rüßmann, M., vd.(2015). 'Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries', Boston Consulting Group.

Sağbaş, A., Gülseren, A., (2019), “Endüstri 4.0 Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi”, European Journal of Engineering and Applied Sciences, 2(2), 1-5.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2018), “Türkiye’nin Sanayi Devrimi “Dijital Türkiye” Yol Haritası”, Araştırma Raporu. Erişim Adresi: <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>

Schatz, D., Bashroush, R., Wall, J., (2017), “Towards a More Representative Definition of Cyber Security”, Journal of Digital Forensics, Security and Law, 12 (2), 53-72. DOI:10.15394/jdfsl.2017.1476

Schumacher, A., Nemeth, T., Sihn, W. (2018). “Roadmapping Towards Industrial Digitalization Based on an Industry 4.0 Maturity Model For Manufacturing Enterprises”, Procedia CIRP, 79, 409-414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>

Schwab, K., (2017)., “Dördüncü Sanayi Devrimi”, Optimist Yayınevi, İstanbul.

Sharma, A. K., Bhandari, R., Pinca-Bretotean, C., Sharma, C., Dhakad, S. K., Mathur, A. (2021). “A Study of Trends and Industrial Prospects of Industry 4.0”, Materialstoday: Proceedings, 47 (10), 2364-2369. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.321>

Stevens, T., (2018), “Global Cybersecurity: New Directions in Theory and Methods”, *Politics and Governance*, 6 (2), 1–4, DOI: 10.17645/pag.v6i2.1569

STM., (2022), "Siber Tehdit Durum Raporu: Nisan - Haziran 2022", Araştırma Raporu. Erişim Adresi: https://thinktech.stm.com.tr/uploads//docs/1658488947_stmsibertehditdurumraporuni_sanhaziran2022.pdf?

Stock, T., Seliger, G. (2016). “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”, *Procedia CIRP*, 40, 536-541. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>

Şekkeli, Z.H., Bakan, İ. (2018). “Akıllı Fabrikalar”, *Journal of Life Economics*, 5 (4), 203-220. DOI: <https://doi.org/10.15637/jlecon.270>

Tanyingyong, V., Olsson, R., Cho, H., Sjödin, P., (2016), “IoT-Grid: IoT Communication for Smart DC Grids”, *IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, 1-6, Washington, DC, USA, 4–8 December.

Topak, B., (2021), “Teknoparkların Paydaş Kurumlarla İlişkisi Çerçevesinde Endüstri 4.0 Teknolojisi İstihdamı Analizi: Türkiye Örneği”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Toprak, Y.V., (2018), “Türkiye’nin Gelişme Sürecinde Teknoloji Politikaları: Teknoparklar”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Tunca, S., (2019), “Modern Çağda Siber Güvenlik Kavramı”, *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, 3 (4), 1-7.

Turan, K., (2018), “Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

TÜBİSAD, (2022), “Türkiye’nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2021”, Araştırma Raporu, Erişim Adresi: <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-2021-dde-raporu.pdf>

TÜBİTAK, (2016), “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası”, TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Ankara. Erişim Adresi: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf

TÜSİAD, (2016), “Türkiye’nin Küresel Rekabetçilik İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, Araştırma Raporu, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576. Erişim Adresi: <https://tusiad.org.tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-40-donusumu>

TÜSİAD, (2017), “Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği”, Araştırma Raporu, Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12-589. Erişim Adresi: <https://tusiad.org.tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-ninsanayide-dijital-donusum-yetkinligi>

UBS, 2016. UBS White Paper for the World Economic Forum. 101

Ünlü, F., Atik, H., (2019), “Türkiye’de İşletmelerin Endüstri 4.0’a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırmalı Ampirik Analiz”, Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, 17 (2), 431-463. DOI: <https://doi.org/10.32450/aacd.512006>

Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C., (2016a) "Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: an Outlook", International Journal of Distributed Sensor Networks, 4, 1-10. DOI: 10.1155/2016/3159805

Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., Zhang, C., (2016b), “Towards Smart Factory For Industry 4.0: A Self-Organized Multi-Agent System With Big Data Base d Feedback and Coordination”, Computer Networks, 101, 158-168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017>

Web 1, (2022), <http://www.plattform-i40.de> (Erişim Tarihi: 25.05.2022)

Web 2, (2022), <https://stanfordresearchpark.com> (Erişim Tarihi: 13.08.2022)

Web 3, (2022), <https://www.sophia-antipolis.fr/en> (Erişim Tarihi: 13.08.2022)

Web 4, (2022), <https://www.tsukuba.ac.jp/en/about/outline-tsukuba/> (Erişim Tarihi: 13.08.2022)

Web 5, (2022), <https://www.tgbd.org.tr/turkiyede-teknoparklar-icerik-35> (Erişim Tarihi: 13.08.2022)

Web 6, (2022), <https://www.sanayi.gov.tr/istatistikler/istatistiki-bilgiler/mi0203011501> (Erişim Tarihi: 20.11.2022)

Web 7, (2022), <https://www.sozluk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 09.07.2022)

WEF, 2018. The Global Information Technology Report. pp. 2016.

Yalçıntaş, M., (2014), “Üniversite - Sanayi - Devlet İşbirliğinin Ülke Ekonomilerine Etkileri: Teknopark İstanbul Örneği”, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 5 (10), 83–106. DOI: 10.14784/jfrs.2014104501

Zhong, R.Y., Xu, X., Klotz, E., Newman, S.T., (2017), “Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review”, Engineering 3 (5), 616-630. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

ÖZGEÇMİŞ

Başak OCAK orta öğrenimini İMKB Anadolu Teknik Lisesi'nde tamandıktan sonra, 2011 yılında girdiği Trakya Üniversitesi İşletme Bilgi Yönetimi bölümünden 2015 yılında mezun oldu. 2018 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlayan Başak OCAK, iş hayatına TÜBİTAK TÜSSİDE'de bölgesel kalkınma projelerinde aldığı görevle başlamıştır. 2019-2023 yılları arasında GOSB Teknopark A.Ş.'de Teknoloji Transfer Ofisi Sorumlusu olarak görev yapmıştır. Şubat 2023'ten itibaren ise İstanbul Finans ve Teknoloji Üssü'nde girişimcilik alanında çalışmaktadır ve akademik çalışmalarını doktora eğitimi ile devam ettirmeyi amaçlamaktadır.

EKLER

EK 1: GOSB Teknopark Odak Grup Araştırma İzni



GOSB Kemal Nehrozoglu Cd.
41480 Gebze-Kocaeli/Türkiye
Tic.Sic. : 7046/11473
Phone : +90 (262) 678 88 00
Fax : +90 (262) 678 88 88
www.gosbteknopark.com
www.blinktto.com

13.06.2021

Sayın Başak OCAK;

05/06/2021 tarihinde tarafımıza iletmış olduğunuz dilekçeniz incelenmiş olup firmalarımızla görüşmeniz uygun bulunmuştur.



GOSB Teknopark

TTO Direktörü

Tolga BİLDİRİCİ

