

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA
ETKİSİ; KOCAELİ ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

EMRE ŞEHİRALTI

İSTANBUL, 2021

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜNDEKİ
İSTİHDAMA ETKİSİ; KOCAELİ ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

EMRE ŞEHİRALTI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sefer ŞENER

İSTANBUL, 2021



BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

04/02/2021

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Program Adı:	İşletme Yüksek Lisans
Öğrencinin Adı Soyadı:	Emre Şehiraltı
Tezin Adı:	Endüstri 4.0'ın Metal Sektöründeki İstihdama Etkisi; Kocaeli Örneği
Tez Savunma Tarihi:	04.02.2021

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Burak KÜNTAY
Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	İmza
Tez Danışmanı:	Prof. Dr. Sefer Şener	
2. Üye :	Dr. Öğr. Ü. Burçak Vatansever Durmaz	
3. Üye :	Dr. Öğr. Ü. Selçuk Tuzcuoğlu	

TEŐEKKÖR

Öncelikle metal sektörü açısından büyük önem arz eden bu çalışmanın yapılması için beni yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sefer Şener'e çalışmanın hazırlanmasında vermiş oldukları destek ve katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım. Ayrıca bu çalışma için mülakat sorularını cevaplayarak değerli görüşleriyle katkıda bulunan metal sektörü yöneticilerine de özellikle teşekkür ederim. Son olarak, çalışmalarım süresince benden hiçbir desteği esirgemedен sabırla yanımda olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA ETKİSİ; KOCAELİ ÖRNEĞİ

Emre ŞEHİRALTI

İşletme Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sefer Şener

Şubat 2021, 125 sayfa

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın genel olarak endüstrilerde ve özelde Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkileri araştırılmaktadır. Endüstri 4.0 son endüstri devrimini ifade etmek için kullanılan terimdir. Endüstri 4.0 öncesinde gerçekleşen endüstri devrimlerinin getirdiği icatlar ve gelişmelerle endüstriyel üretim ve üretim hızı önemli oranda artmıştır. Ancak endüstri devrimlerinin üretime olan etkileri yanında ekonomik ve sosyal etkileri de çok önemlidir. Sosyal etkiler denilince istihdam ve çalışma koşulları da işin içine girmektedir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni teknolojiler ve süreç geliştirme olanaklarıyla endüstriyel üretimin ve üretim hızının azami düzeylere ulaşması beklenirken bunun istihdam ve çalışma koşullarını nasıl etkileyeceği merak konusudur. Literatürde bu konuda değişik görüşler dile getirilmektedir. Genel inanış endüstri 4.0'ın istihdamı olumsuz etkileyeceği yönünde olsa da, Alman Endüstri 4.0 Vizyonu, ki bu vizyon endüstri 4.0 gelişmelerine uzun süredir liderlik yapmaktadır, kısa dönemde istihdamda azalma olsa da uzun dönemde endüstri 4.0'la birlikte ortaya çıkacak yeni mesleklerle istihdamda artış olacağını öngörmektedir.

Çalışmanın amacı endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkilerini araştırmak olduğundan, Kocaeli'de metal sektöründe faaliyet gösteren ve endüstri 4.0'a geçiş konusunda somut adımlar atmış olan öncü firmalar incelenmiştir. Ek olarak, yapılan çalışmada orijinal verilere ulaşmak için bu alandaki gelişmelerle ilgili bilgisi olan metal sektörü yetkilileriyle görüşülmüş ve bu şekilde araştırmanın bulguları ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Kocaeli, Metal sektörü, İstihdam, Alman Endüstri 4.0 Vizyonu.

ABSTRACT

EFFECTS OF INDUSTRY 4.0 ON EMPLOYMENT IN METAL SECTOR; KOCAELI EXAMPLE

Emre ŞEHİRALTI

Master of Business Administration Program

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Sefer Şener

February 2021, 125 pages

In this study, the effects of Industry 4.0 on employment generally in industries and particularly in metal sector in Kocaeli are investigated. Industry 4.0 is the term used to define the latest industrial revolution. Industrial production and production speed increased significantly with the inventions and developments led by the industrial revolutions before Industry 4.0. However, besides the effects of industrial revolutions on production, their economic and social effects are also very important. When it comes to the social effects then employment and working conditions are also involved. While it is expected that new technologies along with the process development opportunities led by Industry 4.0 will maximize industrial production and production speed it is more of a question how it will affect the employment and working conditions. In the literature, different opinions on this subject are expressed. Although the general belief is that Industry 4.0 will have a negative effect on employment rates, German Industry 4.0 Vision envisions, which has been leading industry 4.0 developments for a long time, that even the unemployment might rise in the short term, in the long term the employment rates will improve once the new lines of job are created as a consequence of Industry 4.0.

Since the aim of the study is to investigate the effects of industry 4.0 on the employment in the metal sector in Kocaeli, pioneer companies operating in the metal sector in Kocaeli were examined, which have taken concrete steps in the transition to industry 4.0. Additionally, in order to reach original data on the subject investigated, interviews with officials from metal sector were conducted who have knowledge about the developments in this field and so the findings of the research have emerged.

Keywords: Industry 4.0, Kocaeli, Metal sector, Employment, German Industry 4.0 Vision.

İÇİNDEKİLER

TABLolar	ix
ŞEKİLLER	x
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMESİ	4
2.1 ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI	4
2.2 KAVRAMIN İÇERİĞİ	4
2.3 ENDÜSTRİYEL DEVRİMLERİN TARİHİ	6
2.3.1 Birinci Endüstri Devrimi	6
2.3.1.1 Birinci endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler	6
2.3.1.2 Üretime etkisi	7
2.3.2 İkinci Endüstri Devrimi	7
2.3.2.1 İkinci endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler	7
2.3.2.2 Üretime etkisi	9
2.3.3 Üçüncü Endüstri Devrimi	9
2.3.3.1 Üçüncü endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler	9
2.3.3.2 Üretime etkisi	9
2.4 ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMESİ	12
2.4.1 Teknolojik Gelişmeler ve Endüstri 4.0	14
2.4.2 Endüstri 4.0 İle Gelen Yenilikler	15
2.4.3 Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri	17
2.4.3.1 Nesnelerin interneti	17
2.4.3.2 Büyük veri analizi	17
2.4.3.3 Siber-fiziksel sistemler	18
2.4.3.4 Bulut bilişim	19
2.4.3.5 Sistem entegrasyonu	19
2.4.3.6 Diğer bileşenleri	20
2.4.3.6.1 Üç boyutlu (3D) yazıcılar	20
2.4.3.6.2 Akıllı robotlar	21

2.4.3.6.3 Akıllı üretim	21
2.4.3.6.4 Akıllı fabrika	21
2.4.4 Endüstri 4.0'ın Avantajları ve Dezavantajları	22
2.4.4.1 Endüstri 4.0'ın avantajları	22
2.4.4.1.1 Üretimin hızında en fazla artış.....	23
2.4.4.1.2 Üretim hatalarını sıfırlama	23
2.4.4.1.3 Kişiselleştirilmiş (müşteriye özel) ürün sunma..	23
2.4.4.2 Endüstri 4.0'ın dezavantajları.....	24
2.4.4.2.1 İstihdama olacak olumsuz etkisi	24
2.4.4.2.2 Tüketimi artırma etkisi	26
3. ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜ VE DİĞER SEKTÖRLERDEKİ İSTİHDAMA ETKİSİ	27
3.1 İLGİLİ LİTERATÜRDE ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ ÖNGÖRÜLER VE DEĞERLENDİRMELER.....	27
3.2 ENDÜSTRİNİN DİJİTALLEŞMESİ.....	29
3.2.1 Dijital Dönüşüm.....	30
3.2.1.1 Dijital fabrikalar.....	31
3.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ	31
3.3.1 İstihdama Etkisi.....	31
3.3.2 Mesleklerin Dönüşümü	33
3.3.3 Sektörlere Etkisi	37
3.3.4 İşgücü Piyasalarına Etkisi	38
3.3.5 Çalışma Koşullarına Etkisi	41
3.3.6 Şirketlere Etkisi	41
3.4 ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA ETKİSİ	42
4. ENDÜSTRİ 4.0'IN KOCAELİ'DE METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA ETKİLERİ	43
4.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ	43
4.2 ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ	43
4.3 İNCELENEN METAL FİRMALARININ ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMLANMA ÇABALARI VE İSTİHDAMA ETKİSİ	43

4.4 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	49
4.4.1 Vaka Analizi.....	49
4.4.2 Mülakat (Görüşme) Tekniği	49
4.5 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	49
4.6 MÜLAKAT SORULARININ HAZIRLANMASI VE MÜLAKAT SÜRECİ	50
4.7 ARAŞTIRMANIN BULGULARI.....	51
5. SONUÇ.....	71
KAYNAKÇA	79
EKLER.....	85
EK 1 DERİNLEMESİNE GÖRÜŞMELERİN METİNLERİ	86
ÖZGEÇMİŞ.....	125

TABLÖLAR

Tablo 2.1 :	Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü endüstri devrimleri zamanındaki gelişmeler.....	10
Tablo 2.2 :	Endüstri devrimleri dönemlerindeki gelişmeler – Toplu olarak.....	11
Tablo 2.3 :	Endüstri 4.0’ın geleceğe dönük beklentileri	16
Tablo 2.4 :	Günümüz fabrikasıyla Endüstri 4.0 fabrikasının karşılaştırılması.....	22
Tablo 2.5 :	Endüstri 4.0’ın avantajları.....	23
Tablo 2.6 :	Endüstri 4.0’dan olumlu beklentiler ve zorluklar	25
Tablo 3.1 :	Türkiye’nin dijital dönüşüm endeksi	30
Tablo 3.2 :	Dijitalleşmenin işgücüne olası etkilerini inceleyen çalışmalar	32
Tablo 3.3 :	Almanya’nın Endüstri 4.0 sürecinde öngörülen üretim payları, yatırımlar ve istihdamda beklenen gelişme payı	38
Tablo 3.4 :	İş dünyasında talep edilen beceriler.....	39
Tablo 3.5 :	Endüstri 4.0 ile iş ve ekonomi bağlamında ilgilenen araştırmalardaki tartışılan konular	40

ŞEKİLLER

Şekil 2.1 :	Endüstri devriminin tarihsel süreci	6
Şekil 2.2 :	Montaj hattı.....	8
Şekil 2.3 :	Endüstri 4.0	14
Şekil 2.4 :	Siber fiziksel sistemler.....	18
Şekil 2.5 :	Geleneksel üretim modellerinin endüstri 4.0 ile değişimi	20
Şekil 3.1 :	Endüstri 4.0 Almanya’da önemli verimlilik kazanımları meydana Getirecek.....	28
Şekil 3.2 :	Endüstri 4.0 Almanya’da artan üretim istihdamına götürecekt	33
Şekil 3.3 :	Geleceğin mesleklerinin haritası.....	37



KISALTMALAR

akt.	:	Aktaran
bkz.	:	Bakınız
BT	:	Bilgi Teknolojileri
CPS	:	Cyber-Physical Systems (Siber Fiziksel Sistemler)
diğ.	:	Diğerleri
Edit.	:	Editör
IoS	:	Internet-of-Services (Hizmetlerin İnterneti)
IoT	:	Internet-of-Things (Nesnelerin İnterneti)
KOBİ	:	Küçük ve Orta Boy İşletme
s.	:	Sayfa
ss.	:	Sayfalar Arası
SM	:	Sustainability Management (Sürdürülebilirlik Yönetimi)
vb.	:	Ve Başka
vd.	:	Ve diğer

1. GİRİŞ

Bir endüstri devrimi dönemi, üretimde ve endüstriyel süreçlerde o zamana kadar görülmemiş teknolojilerin ve uygulamaların ortaya çıkmasını, böylelikle üretim ve endüstriyel süreçlerin evrimini ifade etmektedir. Birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimleri böyle olmuştur. Üretimin ve endüstriyel sürecin yeni evrimine ise Endüstri 4.0 denmekte ve Nesnelerin İnterneti, büyük veri analizi ve siber-fiziksel sistemler gibi teknolojilerle ilişkilenebilmektedir (Bonilla ve ark. 2018, s. 1).

Endüstri devrimleri o dönemlerde ortaya çıkan yeni teknolojilerin sayesinde olmaktadır. Endüstri devrimleri ekonomik sistemler ve sosyal yapıları değiştirmektedir (Schwab 2017, s. 11). Birinci endüstri devrimi makinalı üretim ile karakterize edilmektedir. İkinci endüstri devrimi üretimde elektrik enerjisinin kullanımı ile karakterize edilmektedir. Üçüncü endüstri devrimi üretimde elektroniklerin kullanılması, dijitalleşme ile karakterize edilmektedir. Dördüncü endüstri devrimi ise üretimde siber-fiziksel sistemler (cyber-physical systems/ CPS) ve IoT (Internet-of-Things) yani Nesnelerin İnternetinin kullanımı gibi teknolojilerin kullanımı ile karakterize edilmektedir.

Her endüstri devrimi sonrasında üretimin miktarının ve üretimin hızının daha arttığı görülmüştür. Endüstri 4.0 gelişmesi ile üretimin miktarı ve üretimin hızının hiç olmadığı kadar artması beklenmektedir.

Endüstri devrimleri çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri (örn. istihdam) ile de bilinmektedir. Endüstri 4.0'ın çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri bu günden tartışılmaktadır.

Endüstri 4.0 terimi ilk defa Almanya'da yapılan bir fuar sırasında Klaus Schwab tarafından ortaya atılmıştır. Endüstri 4.0 gelişmesi siber-fiziksel sistemler, IoT, büyük veri analizi, bulut bilişim, sistem entegrasyonu, üç boyutlu (3D) yazıcılar, akıllı fabrika, akıllı robotlar, akıllı sensörler, akıllı makineler ve sistemler (Alçın 2016, s. 20) vb. kavramları gündeme yerleştirmektedir. Endüstri 4.0 içinde fiziksel üretim süreçleri, bilgi ve iletişim teknolojilerinin daha yakın birlikte büyüdüğü bir yaklaşım

sağlamaktadır. Gömülü (*embedded*) sistemler, sensörler, aktüatörler, mobil cihazlar ve üretim tesisleri internet aracılığıyla birbiriyle iletişim kurabilmektedir (Gabriel ve Pessl 2016, s. 131).

Kısaca Endüstri 4.0 endüstrinin dijitalleşmesidir. Bunun için firmaların dijital dönüşümü gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Endüstri 4.0'ın gelecekte yapacağı etkiler bu günden ancak tahmin edilebilmekte ya da öngörülebilmektedir. İlgili literatürde yapılan çalışmalarda Endüstri 4.0'ın çeşitli alanlarda (örn. çevre, ekonomi, sosyal alan) yapacağı etkilerle ilgili öngörüler ve değerlendirmelerde bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda Endüstri 4.0'ın istihdama ve çalışma hayatına etkileriyle ilgili de öngörülerde bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın meslekleri dönüştüreceği öngörülmektedir. Bu gün yapılmakta olan birçok meslek ortadan kalkacak, yeni meslekler ortaya çıkacaktır. Endüstri 4.0'ın sektörlere, şirketlere, istihdam ve çalışma koşullarına etkileri olacaktır.

Literatüre özgün bir katkı yapmak amacıyla bu çalışmada Endüstri 4.0'ın metal sektöründeki istihdama etkisi Kocaeli örneğinde araştırılmaktadır.

“Endüstri 4.0'ın Metal Sektöründeki İstihdama Etkisi; Kocaeli Örneği” isimli bu Yüksek lisans tez çalışmasına önce araştırma konusunda ilgili kavramlara açıklık getirilmekte olan ve çalışmanın birinci bölümünü oluşturan bir giriş yazısının yazılmasıyla başlanmaktadır.

İkinci bölümde, dördüncü endüstri devrimi gelişmesi araştırılmaktadır. Üçüncü bölümde Endüstri 4.0'ın metal sektörü ve diğer sektörlerdeki istihdama etkisi araştırılmaktadır. Dördüncü bölümde Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkileri araştırılmaktadır.

Sonuç bölümünde, yapılan çalışma boyunca ortaya çıkan çeşitli sonuçlar açıklanmaktadır. Kaynakça bölümünde de çalışmayı gerçekleştirmek için yararlanılan literatür kaynakları açıklanmaktadır.

Araştırma konusu; Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkisidir.

Araştırmanın amacı; Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkisini araştırmaktır.

Araştırmanın yöntemi: Bilimsel araştırmalar ya teorik bir katkı ya da pratik karşılaşılan bir probleme çözüm aramak amacıyla yapılmaktadır (Altunışık ve diğ. 2001, s. 23). Araştırma nitel bir araştırmadır. Nitel araştırmada amaç derinlemesine betimleme, yorumlama ve yazarların bakış açısını anlamadır (Yıldırım ve Şimşek 2008, s. 49). İlgili literatürdeki araştırma konusuyla ilgili dokümanlar taranarak, okunarak, analiz edilerek ve yorumlanarak çalışma gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamında ayrıca toplam 10 kişi ile yapılan mülakatlar araştırılan konuda orijinal veriler elde edilmesini sağlamaktadır.

Araştırmanın öngörülleri: (1) Endüstri 4.0 birçok mesleğin ortadan kalkmasına, bunların yerine yeni mesleklerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır. (2) Endüstri 4.0 kısa vadede istihdamı azaltacak olsa da, uzun vadede bilişim ağırlıklı yeni mesleklerin ortaya çıkmasıyla istihdam artışına sebep olacaktır.

2. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ: ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMESİ

Bu bölümde dördüncü endüstri devrimi gelişmesi araştırılmaktadır. Dördüncü endüstri devrimi kısaca Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir. Daha önce meydana gelen tüm endüstri devrimlerinde olduğu gibi Endüstri 4.0 devrimiyle endüstrilerin değişip dönüşmesi, endüstriyel üretimin miktarı ve hızının çok artması beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın tüm sektörlerle etkisi olacağı konuşulmaktadır. Endüstri 4.0 yeni teknolojileri beraberinde getirmektedir. Bu yeni teknolojiler sayesinde endüstriyel tesislerde üretimin tam otomasyonla yapılmasına, üretimin miktar ve hızında hiç olmadığı kadar artışa ve endüstriyel üretimde sıfır hataya doğru gidilmektedir. Endüstrilere etkisinin yanında Endüstri 4.0 ekonomik ve sosyal etkileriyle de bu günden tartışılmaktadır.

2.1 ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI

Dördüncü endüstri devrimi ilk defa Almanya'nın Hannover şehrinde yapılan bir fuarda Alman Klaus Schwab tarafından dile getirilmiştir. Dördüncü endüstri devrimi insanların dijital bilgi alanları ve çevrimdışı gerçeklik arasında kendi hayatlarını olanaklı kılmak ve yönetmek için bağlantılı teknolojinin kullanımı ile hareket ettikleri bir dünyayı tasvir etmektedir (Xu ve diğ. 2018, s. 90).

Endüstri 4.0 devriminin öncesinde dünyada birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimleri geçirilmiştir. Her bir endüstri devriminde üretim ve endüstriyel süreçler evrilmiş ve birtakım yeniliklerle tanışılmıştır. Endüstri 4.0 ile üretimin miktarı ve hızının en üst seviyelere çıkması beklenmektedir. Akıllı fabrikalardaki süreçlerde akıllı makineler, akıllı robotlar yer almaktadır. Bunlar endüstri alanında şimdiye kadar görülmemiş olan gelişmelerdir. Üretimin ve endüstriyel sürecin bu yeni evrimine Endüstri 4.0 denmektedir (Bonilla ve ark. 2018, s. 1).

2.2 KAVRAMIN İÇERİĞİ

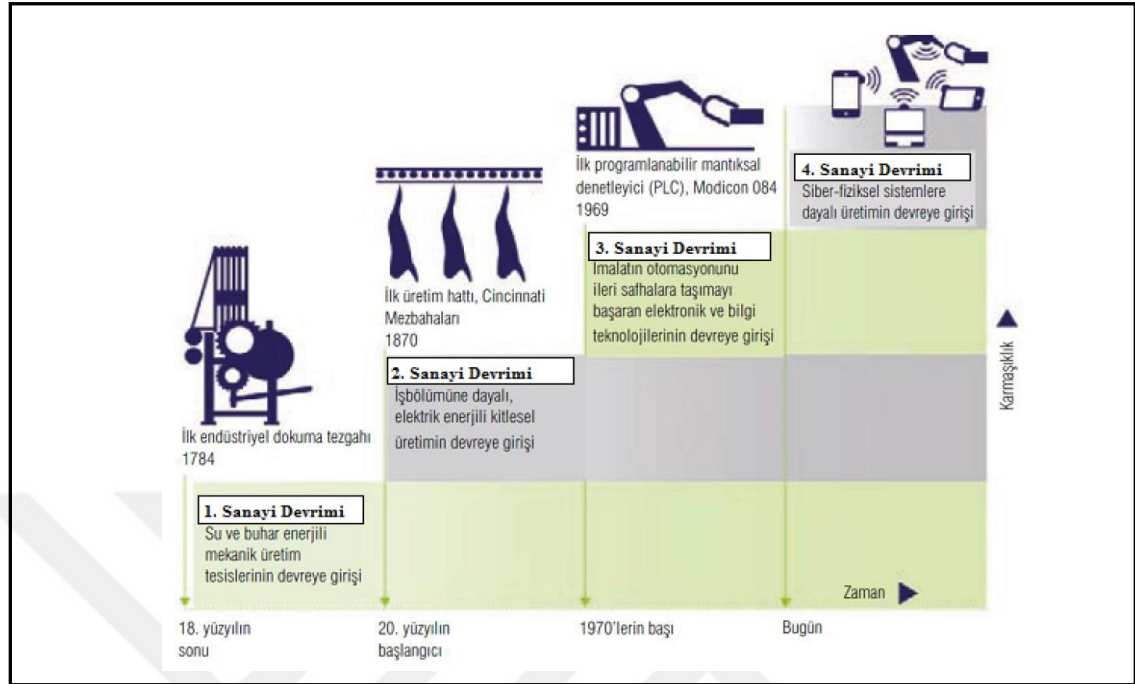
Endüstri 4.0 kavramı endüstriyel devrimde ağırlıklı olarak bağlantısallık, otomasyon, makine öğrenmesi ve gerçek zamanlı veriye odaklanan yeni bir evreyi ifade etmektedir

(EPICOR 2020). Endüstri 4.0 kavramı ile IoT (Nesnelerin İnterneti), büyük veri analizi, siber-fiziksel sistemler gibi vb. teknolojilerle tanışılmaktadır (Bonilla ve ark. 2018, s. 1). Siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, akıllı fabrika, hizmetlerin interneti, akıllı ürün, makineden-makineye (M2M), büyük veri ve bulut teknolojileri Endüstri 4.0'ı tanımlamada kullanılan terimlerdir (Uğurlu ve Pajo 2019, s. 169). Endüstri 4.0 terimi endüstriyel gelişim sürecinde bir sonraki adımı ifade etmektedir. Endüstri 4.0, siber fiziksel sistemlerin kullanımına dayanan bir devrimdir (Grieco ve diğ. 2017). Nesnelerin İnterneti ve Büyük Veri gelişmeleri sonucunda Endüstri 4.0 devrimi dönemine girilmiştir (Witkowski 2017). Endüstri 4.0 ile ilişkili daha ileri geliştirme için fırsatlar ve yönlendirmeler ile vizyonlar tanıtılmıştır (Pfeiffer 2017).

Endüstri 4.0 siber fiziksel sistemin devreye sokulduğu üretim ve servis inovasyonuna dayanmaktadır. Endüstri 4.0'ın ana fikirleri Kagermann tarafından 2011 yılında yapılan Hannover Fuarı etkinliği sırasında yayınlanmıştır. Ana fikirleri 2020 için yüksek teknoloji stratejisine ilişkin bir girişimden kaynaklanmıştır (Lee ve diğ. 2014; Avrupa Komisyonu, 2018; Zhou ve diğ. 2015). Acatech Ulusal Bilim ve Teknoloji Akademisi tarafından 2013'te Endüstri Manifestosu 4.0 yayınlanmıştır (Druckversion, 2018'den akt. Maresova ve diğ. 2018, s. 2). Böylece şekillenen Endüstri 4.0 kavramı aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

- a. Ürünler ve hizmetler, internet veya diğer ağ uygulamaları aracılığıyla esnek bir şekilde bağlanır.
- b. Dijital bağlantı, ürünler ve hizmetlerin otomatik ve kendi-kendine optimize edilen üretimine olanak sağlar. İnsan müdahalesi olmadan üretim yapılır. Değer ağları merkezi olmayan bir şekilde kontrol edilirken (üretim tesisleri yada ulaştırma araçları örneğinde), sistem elemanları otonom kararlar alır (Hofmann ve Rüsch 2017'den akt. Maresova ve diğ. 2018, s. 2).

Şekil 2.1: Endüstri devriminin tarihsel süreci



Kaynak: Kılıç, S. ve Alkan, R.M., 2018. Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*. 2(3), s. 31.

Yukarıda Şekil 2.1’de endüstri devriminin tarihsel süreci görülmektedir. Endüstri 4.0 siber-fiziksel sistemlere dayalı üretimin devreye girişi ile karakterize edilmektedir (Kılıç ve Alkan 2018, s. 31).

2.3 ENDÜSTRİYEL DEVRİMLERİN TARİHİ

Bu kısımda Endüstri 4.0 gelişmesinden önce dünyada mevcut üretim ve endüstriyel süreçleri büyük ölçüde değiştiren ve dönüştüren birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimleri incelenmektedir.

2.3.1 Birinci Endüstri Devrimi

Bu kısımda birinci endüstri devrimi dönemindeki gelişmeler araştırılmaktadır. Birinci endüstri devrimi üretimin mekanikleşmesi ile karakterize edilmektedir. Üretimde mekanikleşme sonucunda üretimin hızı ve miktarı artmıştır.

2.3.1.1 Birinci endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler

Birinci endüstri devrimi 1700’lerin sonları ile 1800’lerin başları arasında olmuştur (EPICOR 2020). Bu devrime İngiliz endüstri devrimi de denmektedir. O dönemde

yapılan icatlar arasında buhar makinesi, pamuklu dokumada mekanik icatlar, uçan mekik, iplik üretiminin makineleşmesi gibiler vardır (Türkcan 2011, ss. 193-196). Bunlar içinde “uçan mekik” dokuma endüstrisinde devrim yaratan icatların ilki olarak görülmektedir.

Birinci endüstri devriminin anahtar sözcükleri aşağıdakilerdir;

- a. İngiltere
- b. Elektrik
- c. Kömür
- d. Buhar makinesi
- e. Tren
- f. Kirlilik.

Birinci endüstri devrimi döneminde ana enerji kaynakları su ve kömürdür. Bu dönemin en önemli icatları büküm makinesi, mekanik olarak çalışan dokuma tezgâhı ve buhar makinesidir (Pope 2020, s. 9).

2.3.1.2 Üretime etkisi

Birinci endüstri devrimi döneminde üretim el emeğine ve hayvanlarla çalışmaya odaklanmaktan daha optimize edilmiş emeğe, su ve buharla çalıştırılan makineler ve mekanik (makinel) üretim ile yapılan evrilmiştir (EPICOR 2020). Birinci endüstri devriminde insan emeğinin yerine, su ve buhar gücüyle çalışan mekanik tezgâhlar kullanılmıştır. Su ve buhar enerjili mekanik üretim tesisleri devreye girmiştir (Kılıç ve Alkan 2018, s. 31).

2.3.2 İkinci Endüstri Devrimi

Bu kısımda ikinci endüstri devrimi dönemindeki gelişmeler araştırılmaktadır. İkinci endüstri devrimi döneminde, aşağıda açıklanan elektriğin gelişi, montaj hattı vb. önemli gelişmeler olmuştur.

2.3.2.1 İkinci endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler

İkinci endüstri devrimi yirminci yüzyılın erken bölümünde olmuştur. Dünya çelik ve elektriğin fabrikalarda kullanılmasının tanıtılması ile ikinci endüstri devrimine girmiştir

(EPICOR 2020). Bu endüstri devrimi döneminde olan önemli gelişmeler özetle şunlardır; (a) Elektriğin gelişi (b) İletişim yenilikleri (c) Ulaşımındaki gelişmeler, (d) Endüstri işçilerinin zorlu koşulları (e) Şirketlerde yenilikler (f) Çelik ve petrol endüstrisindeki gelişmeler (g) Demiryolları gelişmesi (h) Daha büyük fabrikalar ve daha iyi üretim (ı) Büyük işadamlarının yüksek kârları (Barutcu 2019, s. 7).

İkinci endüstri devriminin anahtar sözcükleri de şunlardır; (a) Elektrik (b) Çelik: Çelik daha çok ulaşımı ilerletmek için kullanılmıştır. Çelik ile istasyonlar, demiryolları, gemiler ve köprüler inşa edilmiştir. (c) Kimyasallar (d) Montaj hattı (e) Demiryolu (f) Petrol (g) Kitle toplumu.

İkinci endüstri devrimi dönemindeki enerji kaynakları elektrik ve petroldür. Bu dönemde yapılan birçok icat arasında telefon (1871), elektrik lambası (1878), araba (1885/86), fotoğraf (1839), sinema (1895) ve uçak (1903) vardır (Pope 2020, s. 16).

Şekil 2.2: Montaj hattı



Kaynak: Pope, S., 2020. Short story of the industrial revolution [online]
<https://slideplayer.com/slide/12409647/>, s. 19

2.3.2.2 Üretime etkisi

Elektriğin tanıtılması üreticileri verimliliği arttırmaya olanaklı kılmıştır. Bu evre sırasında montaj hattı gibi seri üretim konseptleri üretkenliği artırmanın bir yolu olarak tanıtılmıştır (EPICOR 2020). İşbölümüne dayalı, elektrik enerjili kitlesel üretim devreye girmiştir (Kılıç ve Alkan 2018, s. 31).

2.3.3 Üçüncü Endüstri Devrimi

Bu kısımda üçüncü endüstri devrimi dönemindeki gelişmeler araştırılmaktadır. Üçüncü endüstri devrimi dönemi endüstriyel üretimde otomasyon, dijital araçlar ve elektronik aletlerin kullanımı ile karakterize edilmektedir.

2.3.3.1 Üçüncü endüstri devrimi zamanında önemli gelişmeler

Üçüncü endüstri devrimi geç 1950'lerde başlamıştır. Üçüncü bir endüstri devrimi üreticilerin fabrikalarına daha elektronik teknolojiyi -ve zamanla bilgisayarı- dâhil etmeye başlamasıyla yavaş yavaş ortaya çıkmaya başlamıştır (EPICOR 2020). Bu devrim imalatın otomasyonunu ileri safhalara taşımaya başaran elektronik ve bilgi teknolojilerinin devreye girişi ile karakterize edilmektedir (Kılıç ve Alkan 2018, s. 31). Bilgisayar ve yazılımlar, Internet, bilgisayar kontrollü endüstriyel amaçlı robotların üretim sürecine entegre edilmesi gibi gelişmeler olmuştur (Genç 2018, s. 17-19).

Üçüncü endüstri devriminin anahtar sözcükleri aşağıdakilerdir;

- a. Otomasyon
- b. Dijital araçlar
- c. Elektronik aletler
- d. Robot
- e. Nükleer enerji.

2.3.3.2 Üretime etkisi

Bu dönemde üreticiler analog ve mekanik teknolojiye daha az, dijital teknoloji ve otomasyon yazılımına daha fazla önem veren bir dönüşümü tecrübe etmeye başlamıştır

(EPICOR 2020). Bilgi sistemleri ile iletişim ve haberleşme alanlarında büyük gelişmeler olmuş, bu gelişmeler endüstrilerde etkin olarak kullanılmıştır (Barutcu 2019, s. 10).

Üçüncü endüstri devrimi sürecinde artan otomasyonla beraber ekonomide büyüme yaşanmış ve yeni iş alanları ve mesleklerin ortaya çıktığı görülmüştür. Benzer şekilde, artan dijitalleşmenin dördüncü endüstri devrimi döneminde yeni iş sahalarını doğuracağı öngörülmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 166).

Tablo 2.1: Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü endüstri devrimleri zamanındaki gelişmeler

I. Endüstri Devrimi (1760-1830)	Su ve buhar enerjili mekanik üretim tesislerinin ortaya çıkışı
II. Endüstri Devrimi (1840-1973)	Elektrik enerjisinin mümkün kıldığı iş bölümünün ve seri üretimin ortaya çıkışı
III. Endüstri Devrimi (1974-2011)	Üretimin otomasyonunu daha yüksek bir düzeye taşıyan elektronik ve bilgi teknolojilerinin (BT) kullanımı
IV. Endüstri Devrimi (2011- ...)	Siber-fiziksel sistemlere ve dinamik veri işlemeye dayalı üretim

Kaynak: Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M., 2017. IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. 09-11 Kasım, Ankara, s. 151.

Aşağıda Tablo 2.2’de birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimleri dönemlerindeki gelişmeler topluca verilmektedir.

Tablo 2.2: Endüstri devrimleri dönemlerindeki gelişmeler – Toplu olarak

	Endüstri 1.0	Endüstri 2.0	Endüstri 3.0
Zaman çerçevesi	1700’lerin sonu- 1870	1870-1945	1945-son günlere kadar
Enerji kaynakları	Su - kömür	Petrol - elektrik	Atom ve alternatif enerji kaynakları
Üretim yöntemi	El → makine	Montaj hattı	Otomasyon
Buluşlar (simgeler)	Buhar makinesi (J.Watt)	Arabalar, kimyasallar, demiryolları, telgraf, telefon, radyo, elektrik ampulü, süpermarket, betonarme	Bilgisayar, telekomünikasyon, nükleer reaktörler
Kitle ürünleri	Tekstil mamulleri, ipplik	Çelik ürünleri, kimyasal ürünler, arabalar	Elektronik aletler, dijital araçlar
Ekonomi ve toplum	Endüstri kenti	Kitle toplumu	Dünya: “global köy”

Kaynak: Pope, S., 2020. Short story of the industrial revolution [online]
<https://slideplayer.com/slide/12409647/>, s. 34

Yukarıda açıklanan birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimleri dönemlerini takiben dünyada Endüstri 4.0 dönemine girilmekte olup bu yeni dönemle ilgili şunlara vurgu yapılmaktadır;

“Büyük bir olasılıkla, 20 yılda bizler her hafta 30 saat çalışacağız 40 yerine, ancak daha uzmanlaşmış pozisyonlarda, daha kalifiye ve bilgi ekonomisine kuvvetli bağlı şekilde. Ve robotlarla yaşıyoruz. Eğer ülkeler hazırlanmazlarsa, küresel işsizlik önemli oranda artacaktır.” (Valdor 2019).

Endüstri 4.0, makine-robotlar marifetiyle akıllı fabrikalarda üretim en yüksek düzeyinde demektir. Bu şekilde, kaynakların atığı minimum olacak, kalifiye olmayan eleman istihdam edilmeyecek ve insandan kaynaklanan hatalar nedeniyle oluşan üretim kayıplarından korunulacaktır (Uğurlu ve Pajo 2019, s. 168). Endüstri 4.0 ile endüstriyel işleyişte, yönetim organizasyonda ve bunlarla birlikte iş tanımları ve çeşitlerinde de oldukça önemli değişimler olması beklenmektedir (Eldem 2017, s. 15).

2.4 ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMESİ

Endüstri 4.0 gelişmesinin esasları 18. yüzyılın sonlarından 19. yüzyılın ortalarına kadar uzanan, küçük atölyelerin zamanla giderek daha büyük ölçekli üretim yapan endüstriyel atölyelere dönüşmesine dayandırılmaktadır (Kılıç ve Alkan 2018, s. 30).

Alman Endüstri 4.0 konsepti, Akıllı Endüstri ya da 4. Endüstri Devrimi geliştirme ile ilişkilidir. Bu konsept endüstride üretim süreçlerinin dijitalleşmesini içermektedir. Sensorler aracılığıyla ya da bilgi sistemleri üzerinden, bu süreçleri daha verimli yapmak için dönüştürmektedir. İlerlemesi, yüksek katma değerli hizmetler ve ürünler yoluyla hayat standartlarını geliştirme ve iyileştirme amacıyla, sürekli büyüme ve hızlı değişiklikler ile karakterize edilmektedir (Valdor 2019).

Endüstri 4.0'ın kuramsal başlangıcı için Kagermann'ın 2011 tarihli makalesi esas alınmaktadır. Kagermann (2011) 4. Endüstri devriminin sadece otomasyondaki gelişimi değil, aynı zamanda akıllı gözlem ve karar alma süreçlerini de içermekte olduğunu ifade etmektedir (Alçın 2016, s. 21'den akt. Yüksek Bilgili ve Çevik 2018, s. 424). "Endüstri 4.0" terimi 2011 yılında halka ilan edilmiştir. İş, politika ve akademi temsilcilerinin bir birliği olan bir girişim tarafından "Endüstri 4.0" olarak adlandırılmıştır. Bu girişim Alman imalat endüstrisinin rekabet gücünün güçlendirilmesine yönelik bir yaklaşım olarak "Endüstri 4.0" fikrini tanıtmıştır (Kagermann ve diğ. 2011). "Endüstri 4.0" terimi gelecek endüstri devrimi için kullanılmaktadır ki onunla ilgili an itibarıyla meydana gelmek üzeredir denmektedir (Hermann ve diğ. 2015, s. 4). Bu devrimin ekonomik etkisinin devasa olması beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın tamamen yeni iş modelleri, hizmetler ve ürünlerin geliştirilmesinin yanı sıra operasyonel verimliliği de önemli ölçüde artırması beklenmektedir (Kagermann ve diğ. 2013, s. 16; Kagermann 2014, s. 603; Kempf 2014, s. 5; akt. Hermann ve diğ. 2015, ss. 3-5). Endüstri 4.0'ın temel

düşüncesi Kagermann (2011) tarafından ortaya atılmıştır. Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (acatech) 2013 yılında konuyu “manifesto” olarak yayımlamış, böylece kuramsal bir çerçeveye kavuşulmuştur. Acatech’in Endüstri 4.0 forumunun final raporunda (acatech, 2013) bu yeni dönemin getirmekte olduğu ayırt edici yenilikler aşağıdakiler olarak sıralanmıştır;

- a. Depolama sistemleri ve kaynakları ile makinaların global etkileşimi,
- b. Konum bilgisine sahip benzersiz akıllı ürünlerin gelişimi,
- c. Ürün özelliklerine adapte olan, kaynak optimizasyonunu sağlayan akıllı fabrikaların hayata geçmesi,
- d. Yeni iş modellerinin gerçekleşmesi,
- e. Çalışanlar için işyerinde yeni sosyal altyapı, bireysel farklılıklara duyarlı iş yapısı,
- f. Daha iyi iş/yaşam dengesi,
- g. Bireysel tüketici isteklerine yanıt verme,
- h. Anında mühendislik ve problemlere anlık cevap için geliştirilmiş akıllı yazılımlar (Alçın 2016, s. 21).

Bu gün Endüstri 4.0 gelişmesi üretimde kullanılan -öncesinde hayal edilemeyen- yeni teknolojilerle kendini ortaya koymaktadır. Endüstri 4.0 ile gelen önemli yenilikler vardır. Schwab endüstri 4.0’ın önceki endüstri devrimlerinden farkını üç nedene dayandırmaktadır; (1) Hız (2) genişlik ve derinlik (3) sistem etkisi (Barutcu 2019, s. 11).

Endüstri 4.0, otomasyon ve dijital üretim, “nesnelerin interneti”, büyük veri, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, vd. teknolojiler ile akıllı üretim ve akıllı ürünler/hizmetler ile karakterize edilmektedir.

Hermann ve diğ. (2015) onu şöyle tanımlamaktadır: Endüstri 4.0, teknolojiler ve değer zinciri organizasyonu konseptleri için kolektif bir terimdir. Endüstri 4.0’ın modüller

yapılandırılmış Akıllı Fabrikalarının içinde CPS (Cyber-Physical Systems) fiziksel süreçleri izlemekte, fiziksel Dünya'nın sanal bir kopyasını oluşturmakta ve merkezi olmayan kararlar almaktadır. IoT üzerinde, CPS gerçek zamanlı olarak birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmakta ve işbirliği yapmaktadır. IoS (Internet-of-Services = Hizmetlerin İnterneti) aracılığıyla, hem iç hem de çapraz organizasyonel servisler değer zincirinin katılımcıları tarafından sunulmakta ve kullanılmaktadır (s. 11).

Şekil 2.3: Endüstri 4.0



Kaynak: TÜSİAD, 2016. *Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak endüstri 4.0 geliştirmekte olan ekonomi perspektifi*. İstanbul: TÜSİAD Yayını, s. 25.

2.4.1 Teknolojik Gelişmeler ve Endüstri 4.0

Teknoloji alanındaki ilerlemeler Endüstri 4.0 devrimi dönemine kadar insanlığı getirmiştir. “Gelecekte, işletmeler makinelerini, depolama sistemlerini ve üretim tesislerini birleştiren Siber Fiziksel Sistemler şeklinde küresel ağlar kuracaklardır. Üretim ortamında, bu Siber Fiziksel Sistemler akıllı makineler, depolama sistemleri ve bağımsız olarak bilgi alışverişi yapabilen, eylemleri harekete geçiren ve birbirini bağımsız olarak kontrol edebilen üretim tesislerinden oluşmaktadır. Bu, imalat, mühendislik, malzeme kullanımı ve tedarik zinciri ve hayat çevrimi yönetiminde

içerilen endüstriyel süreçler için temel iyileştirmeleri kolaylaştırmaktadır. Ortaya çıkmaya başlayan Akıllı Fabrikalar üretime tamamen yeni bir yaklaşım getirmektedir. Akıllı ürünler benzersiz bir şekilde tanımlanabilmekte, her zaman bulunabilmekte ve kendi geçmişlerini, mevcut durumlarını ve hedef durumuna ulaşmak için alternatif yolları bilmektedir. Gömülü (*embedded*) üretim sistemleri dikey olarak ağa bağlanmaktadır. Fabrikalardaki iş süreçleri ve kuruluşlarla ve yatay olarak dağınık değer ağlarına bağlanmaktadır. Bir siparişin verilmesi anından sevkiyat lojistiğine kadar gerçek zamanlı yönetilebilmektedir. İlave olarak, bütün değer zinciri boyunca bir uçtan diğer uca mühendisliği mümkün kılmakta ve gerektirmektedirler.” (Kagermann ve diğ. 2013, s.77; akt. Hermann ve diğ. 2015, s. 5).

2.4.2 Endüstri 4.0 İle Gelen Yenilikler

Endüstri 4.0 ile gelen yenilikler içinde siber-fiziksel sistemler, büyük veri analizi, IoT vd. teknolojilerin üretimde kullanılmaya başlaması vardır (Bonilla ve ark. 2018, s. 1). Bu yeni teknolojiler Endüstri 4.0 döneminin temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

Endüstri 4.0 ile üretim dijitalleşmekte olup, bunun üretim süreçleri ve iş modellerini değiştireceği söylenmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 428). Endüstri 4.0'ın temel özellikleri şunlar olarak sıralanabilmektedir;

- a. Birlikte Çalışılabilirlik
- b. Sanallaştırma
- c. Yerinden Yönetim
- d. Gerçek Zamanlı Yetenek
- e. Platform Odaklı Hizmetler
- f. Modülerlik
- g. Nesnelerin İnterneti
- h. Siber Fiziksel Sistemler

1. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar

i. Akıllı Fabrikalar

j. Akıllı Robotlar

k. Büyük Veri

l. Bulut Bilişim Sistemi

Tablo 2.3: Endüstri 4.0'ın geleceğe dönük beklentileri

2018	Sanayide kullanılacak robot sayısı 3 milyon olması beklenilmektedir.
	Birbirine bağlı cihaz sayısı 13 milyardan 29 milyara çıkması beklenilmektedir.
2020	Nesnelerin interneti pazarının büyüklüğü 656 milyar \$'dan 1.7 trilyon \$'a çıkacağı öngörülmektedir.
2025	Endüstriye robotların yaratacağı ekonomik etki yıllık yaklaşık 0.6- 1.2 trilyon \$ olacaktır.
	Gelişmiş ülkelerdeki imalat süreci %15-25 oranında otomasyon gelişimine bağlı hale geleceği düşünülmektedir.
2030	Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkileri olması beklenilmektedir.
	Küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin etkileşimini kullanması öngörülmektedir.

Kaynak: Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M., 2017. IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. 09-11 Kasım, Ankara, s. 168.

m. Simülasyon: Ürünler, malzemeler ve üretim süreçlerinin simülasyonu için kullanmanın yanı sıra bütün elemanları (makineler, ürünler ve insanlar) içeren fabrikanın sanal bir modelini yaratarak fabrika işletmeyi geliştirmek için simülasyon modelleri kullanılabilir. Dijital ikizler (*digital twins*) de denmektedir (Machado ve diğ. 2019, s. 3).

n. Sanal Gerçeklik

o. Yatay ve Dikey Entegrasyon

p. Siber Güvenlik (ITRE, 2016, s. 21; akt. Soylu 2018, s. 45-48).

2.4.3 Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri

Bu kısımda endüstri 4.0'ın nesnelerin interneti, büyük veri analizi, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, sistem entegrasyonu gibi vd. temel bileşenleri araştırılmaktadır.

2.4.3.1 Nesnelerin interneti

Kagermann'a göre, IoT ve IoS'un üretim sürecine entegrasyonu dördüncü endüstri devrimini başlatmıştır (Kagermann ve diğ. 2013, s. 5; akt. Hermann ve diğ. 2015, s. 9). IoT 'şeyler' ve 'objeler' in, örneğin RIFD, sensörler, aktüatörler, mobil telefonların benzersiz hitap şemaları vasıtasıyla birbiriyle etkileşmesi ve kendilerinin komşu 'akıllı' bileşenler ile işbirliği yapmasına olanak vermektedir ortak amaçlara ulaşmak için (Hermann ve diğ. 2015, s. 9). Nesnelerin interneti, bluetooth ve barkod gibi RFID (Radyo Frekans Tanımlama) teknolojilerinin kullanımıyla nesnelerin aralarında bağlantı sağlayan bir sistemdir (Barutcu 2019, s. 15). Nesnelerin interneti, Endüstri 4.0'la birlikte gelen en geniş ve kapsayıcı kavramlardan biridir. Bu kavramla ilgili şunlar söylenmektedir;

“Dijital ağa ve internete sahip olan nesnelerin, sanal bir kimlik kazanmasıyla, çevresiyle fiziksel ve sosyal bağlamda iletişim halinde olmaları literatürde en sık kullanılan tanımdır. İnternetin kullanımı ile nesneler iletişim halinde olmakta ve akıllı fabrikalarda işleri kendileri yönetebilmektedir.” (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 155).

Endüstriyel IoT, gömülü programlamayla, bağlantılı ve gerçek zamanlı etkileşen cihazlardır (Machado ve diğ. 2019, s. 3). Nesnelerin interneti, “her şeyin interneti” veya “endüstriyel internet” isimleri ile de bilinmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 424).

2.4.3.2 Büyük veri analizi

Literatürde “Big Data” olarak rastlanan Büyük veri analizi, gerçek zamanlı kararları destekleyen farklı kaynaklardan büyük veri kümelerinin toplanması ve analizidir (Machado ve diğ. 2019, s. 4). Büyük Veri, veri kümelerinin analiz edilmesi ve gelecek

için ortaya çıkarılacak anlamlı bilgileri mümkün yapmaktadır (Barutcu 2019, s. 25-26). İnternet, çeşitli sosyal medya sitelerinde yapılan paylaşımlarla akan tüm verinin anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş haline denmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 424). Büyük verinin kullanımı ile yeni hizmetler ortaya çıkmaktadır (Alçın 2016, s. 21).

2.4.3.3 Siber-fiziksel sistemler

Endüstri 4.0'ın önemli bir bileşeni fiziki ve sanal dünyanın birleştirmesidir (Kagermann 2014, s. 603). Bu birleştirme Siber Fiziksel Sistemler ile yapılmaktadır (Hermann ve diğ. 2015, ss. 8-9).

Siber Fiziksel Sistemler hesaplama ve fiziksel süreçlerin bütünleşmeleridir. Gömülü bilgisayarlar ve ağlar fiziksel süreçleri izlemekte ve kontrol etmektedir (Lee 2008, s. 363). Siber-fiziksel sistemler sensörler aracılığıyla reel fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünya ile bağlamakta, reel ve sanal dünyalar arasındaki sınırları ortadan kaldırmayı sağlamaktadır (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 424).

Siber-fiziksel sistemler aşağıda Şekil 2.4'ten görülen karma teknolojilerin bir bütünü olarak tanımlanabilmektedir.

Şekil 2.4: Siber fiziksel sistemler



Kaynak: Barutcu, H.C., (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi SBE, s. 14.

2.4.3.4 Bulut bilişim

Bulut bilişim, bilişim araçları arasında ortak bilgi paylaşımını sağlayan hizmetlere verilen ortak bir kavramdır (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 157). Bulut Bilişim de Endüstri 4.0'ın ana unsurlarındandır.

“İnternetin kullanımıyla beraber ortaya çıkan bulut bilişim ağlara bağlanabilen cihazların dâhil olabildiği, donanımsal ve yazılımsal bağlantılarla kaynakların kullanıcılara aktırılabilirdiği, kullanıcıların verileri paylaşabildiği ve verilerin depolanabildiği internet platformlarını ifade etmektedir.” (Burutcu 2019, s. 17).

Veri güdümlü hizmetler ve farklı siteler genişliğinde veri paylaşımının bulutta konuşlandırılacağı söylenmektedir (Machado ve diğ. 2019, s. 3).

2.4.3.5 Sistem entegrasyonu

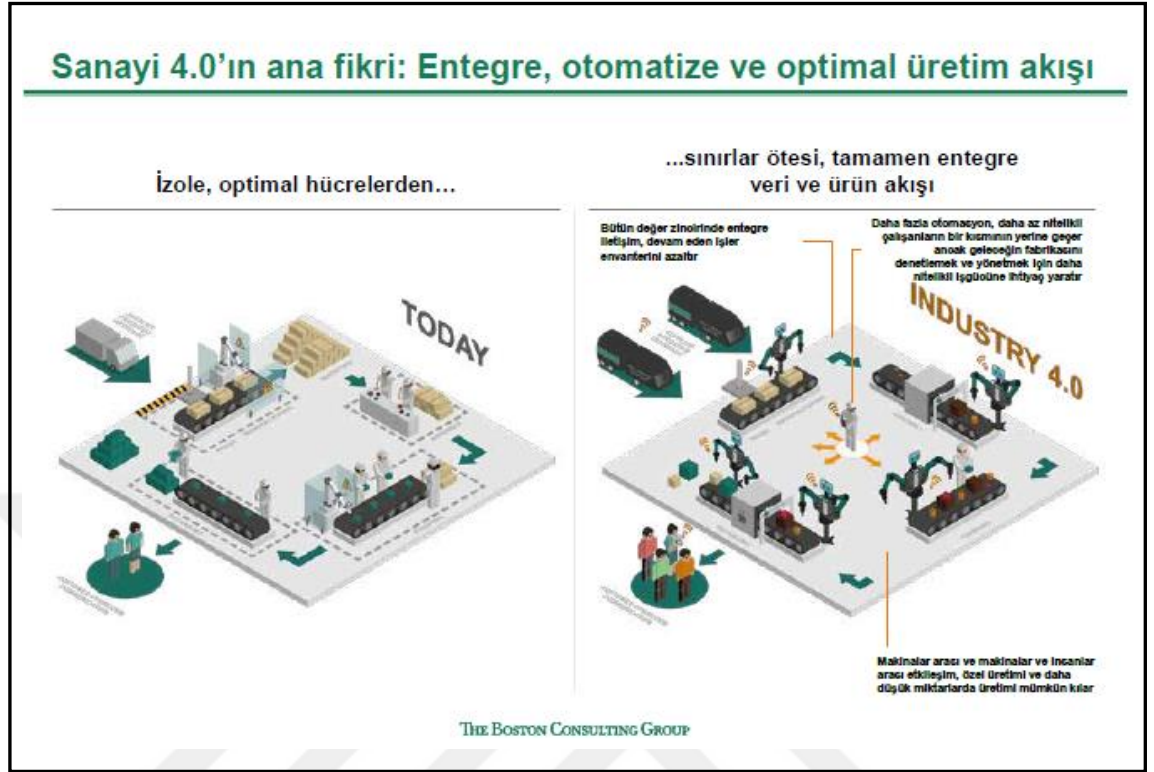
Sistem entegrasyonu, birden fazla sistemin bir araya getirilmesiyle tek bir sistem olarak çalışmalarını sağlamaktadır (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 157). Sistem entegrasyonu ile ilgili de şunlar söylenmektedir;

“Yatay ve dikey entegrasyon kavramları, gelişen endüstri sektörünün getirdiği kavramlardır. Endüstri 4.0'ın temelinde yatan birbirine bağlantılı yapıların sağladığı sürekli akış, üretim açısından kritik bir nokta. Bu akışı sağlamak için ise sadece belirli noktalarda değil, her noktada yatay ve dikey entegrasyon elde etmek gerekiyor.

Yatay ve dikey entegrasyonun gerçekleştiği Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte, üretim süreçlerinde yaşanan bir değişikliğe hızlıca cevap verilir veya bir sorun ile karşılaşıldığında çok daha hızlı bir şekilde çözüm getirilebilir. Yatay ve dikey entegrasyonun endüstri 4.0'a kattığı diğer avantajlardan bir kaç; müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşması, kaynak verimliliğinin artırılması, küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmesi olarak sayılabilir. Öte yandan işletmeler daha esnek bir yapıya kavuşuyor. İhtiyaç duyulan değişiklikler basit arayüz güncellemeleriyle bile sağlanabiliyor.” (Endüstri 4.0 Platformu 2020).

Bütün tedarik zincirinde bilgi teknolojileri (BT) sistemleri entegrasyonu, veri entegrasyon ağları ve iç çapraz fonksiyonların entegrasyonunu da yaratmaktadır (Machado ve diğ. 2019, s. 3). Dikey ve yatay entegrasyonun gelişmesiyle birlikte, kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma amacıyla, makinelerin kimliklerinin belirlenmesi ve makinelere erişimin yönetilmesi temelli güvenli iletişimin de önem kazanacağı söylenmektedir (Soylu 2018, s. 48). Siber güvenlik; kritik endüstriyel sistemler, üretim hatlarına koruma gerektiren ve aynı zamanda güvenilir iletişim ve bilgi akışlarını güvenceye alan entegre ağlardır (Machado ve diğ. 2019, s. 3).

Şekil 2.5: Geleneksel üretim modellerinin endüstri 4.0 ile değişimi



Kaynak: TÜSİAD, 2016. *Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak endüstri 4.0 geliştirmekte olan ekonomi perspektifi*. İstanbul: TÜSİAD Yayını, s. 21.

Yukarıda Şekil 2.5'te geleneksel üretim modellerinin Endüstri 4.0 ile değişimi görülmektedir.

2.4.3.6 Diğer bileşenleri

Endüstri 4.0'ın diğer bileşenleri olarak da üç boyutlu (3D) yazıcılar, akıllı robotlar, akıllı üretim ve akıllı fabrika aşağıda araştırılmaktadır. Akıllı fabrika Endüstri 4.0 demektir.

2.4.3.6.1 Üç boyutlu (3D) yazıcılar

Üç boyutlu yazıcılar sayesinde üretim süreçleri kısalcaktır (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 428). Endüstri 4.0'ın temel kavramları içinde eklemeli üretim (3D yazıcılar) de vardır (Barutcu 2019, s. 13). Üç boyutlu yazıcılar, dijital üç boyutlu bilgisayar verisini elle tutulabilir gerçek nesne biçimine dönüştüren makineler olarak tarif edilmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 154). Eklemeli üretim, isteğe uyarlanmış ve daha hafif

ürünlerin küçük küme (belirli bir ihtiyaca göre yapılan) üretimini mümkün kılacak ve ayrıca lojistik maliyetlerini ve stokları azaltacaktır (Machado ve diğ. 2019, s. 3).

2.4.3.6.2 Akıllı robotlar

Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikasında akıllı robotlar iş tanımlarını yerine getirmektedir (Schwab 2017, s. 15). İşleri akıllı robotların yapmasıyla üretim hatalarının sonlanması beklenmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 425). Bu robotlar birbiri ile iletişim halinde olacak, üretimi yönetebilir olacaktır. Robotların üretimde kullanımı, bunların yararlılığı, artan otonomi (bağımsızlık), esneklik ve insanlar ve diğer robotlarla etkileşimlerinde evrim geçirmektedir (Machado ve diğ. 2019, s. 3).

2.4.3.6.3 Akıllı üretim

Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikasında üretimde akıllı, birbiriyle bağlantılılıklarıyla haberleşen birimlerin (akıllı sensörler, robotlar, makine ve sistemler) aracılığıyla akıllı üretim gerçekleşmektedir. Bu birimler birbiriyle internet aracılığıyla iletişim kurmaktadır (Gabriel ve Pessl 2016, s. 131).

2.4.3.6.4 Akıllı fabrika

Akıllı fabrikalar Endüstri 4.0'ın bir anahtar özelliğini oluşturmaktadır (Kagermann ve diğ. 2013, s. 19). Akıllı fabrikalar, karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetebilen, çıkan ürünlerin de daha kaliteli, daha sorunsuz ve daha uzun ömürlü olduğu, otonom robotlarla üretimin gerçekleştiği fabrikalar olarak tanımlanmaktadır (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, ss. 157-158). Akıllı fabrika, Endüstri 4.0 demektir. Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinin başında gelmektedir. Günümüz fabrikasından çok farklı bileşenlere, makinalara ve üretim sistemine sahiptir.

Akıllı Fabrika bağlam bilinçli(*context-aware*)/farkında olarak, insanlara ve makinelere görevlerini yerine getirmelerinde yardımcı olan bir fabrika olarak tanımlanmaktadır. Arka planda çalışan sistemler ile ulaşılmakta olup, Sakin-sistemler (*Calm-systems*) denmektedir ve bağlam bilinçli/farkında olarak sistemin bir nesnenin konumu ve durumu gibi bağlam bilgilerini dikkate alabildiği anlamına gelmektedir. Bu sistemler görevlerini fiziki ve sanal dünyadan gelen bilgilere dayanarak yerine getirmektedirler (Hermann ve diğ. 2015, s. 10).

Tablo 2.4: Günümüz fabrikasıyla Endüstri 4.0 fabrikasının karşılaştırılması

	Veri Kaynağı	Bugünün Fabrikası		Sanayi 4.0	
		Özellikler	Teknolojiler	Özellikler	Teknolojiler
Bileşen	Sensor	Hassas	Akıllı sensorlar ve hata algılayıcılar	Öz farkındalık Kendiliğinden tahmin	Bozulma izleme ve ürün yaşam süresi tahmini
Makina	Kontrolör	Üretilebilirlik ve Performans	Durum tabanlı izleme ve teşhis	Öz farkındalık Kendiliğinden tahmin Öz değerlendirme	Sağlıklı yaşam süresi izlemesi
Üretim Sistemi	Ağ bağlantılı sistem	Üretkenlik ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)	Yalın operasyonlar: İş ve atık azaltımı	Kendiliğinden yapılanma Kendini koruma Kendiliğinden organizasyon	Sorunsuz üretkenlik

Kaynak: Alçın, S., 2016. Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2), s. 27.

Yukarıda Tablo 2.4'ten Endüstri 4.0 fabrikasının günümüz fabrikasından bileşen, makine ve üretim sistemi olarak farklılıkları görülmektedir.

Endüstri 4.0 ile ilişkili bir başka kavram da artırılmış gerçekliktir. Çeşitli uygulamaların yanı sıra artırılmış gerçeklik iş ve bakım prosedürlerini geliştirmek ve sanal eğitimleri ilerletmek için kullanılabilmektedir (Machado ve diğ. 2019, s. 3). Artırılmış gerçeklikle ilgili de şunlar söylenmektedir;

“Artırılmış gerçeklikle ve sanal katılımcılarla konferans yoluyla ekip üyeleri arasında işbirliği kolaylaştırılabilir. Birbirleriyle gerçekte aynı ortamda olmayan çalışanlar tıpkı aynı ortamdaymış gibi beyin fırtınası ve tartışmalar yapabilir, dokunmatik ekran ve tablolar aracılığıyla ortak görselleştirme kullanan toplantılar, interaktif dijital yazı tahtaları, paylaşılan tasarım alanları ve dağıtılmış kontrol odaları içerebilir.” (Eldem 2017, s. 14).

2.4.4 Endüstri 4.0'ın Avantajları ve Dezavantajları

Bu kısımda Endüstri 4.0 döneminde üretimin avantajları ve dezavantajları tartışılmaktadır.

2.4.4.1 Endüstri 4.0'ın avantajları

Endüstri 4.0'ın avantajları içinde endüstriyel üretimin miktar ve hızında maksimum artış olması, üretimin verimliliğinde artış, üretim hatalarının sıfırlanması,

ürünler/hizmetlerde maksimum kaliteye ulaşma ve kişiselleştirilmiş (yani müşteriye özel) ürünler ve hizmetler sunma kabiliyetinin elde edilmesi ile artırılan müşteri memnuniyeti belirtilebilmektedir.

Tablo 2.5: Endüstri 4.0'ın avantajları

- ▶ Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması
- ▶ Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması
- ▶ Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması
- ▶ Daha yüksek verimliliğin sağlanması
- ▶ Üretimde esnekliğin artırılması
- ▶ Maliyetin azaltılması
- ▶ Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi

Kaynak: Endüstri 4.0 Platformu, (2016). Endüstri Tarihinde Kısa Bir Yolculuk [online]. <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>

2.4.4.1.1 Üretimin hızında en fazla artış

Üretimin hızında maksimum artış beklenmektedir. Üretimin hızının çok yüksek seviyelere ulaşması beklenmektedir.

2.4.4.1.2 Üretim hatalarını sıfırlama

Akıllı sensörler ve hata algılayıcılar ve robot teknolojilerinin kullanımı ile üretimde '0' hataya doğru gidilmektedir (Alçın 2016, s. 27). Otomasyon ve dijital üretim sayesinde büyük oranda düşen hata oranlarının daha yüksek kalitede ürünler elde edilmesini sağlayacağı, bunun da fiyatların aşağı çekilmesi ve rekabetin artması anlamına geldiği söylenmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 428).

2.4.4.1.3 Kişiselleştirilmiş (müşteriye özel) ürün sunma

Endüstri 4.0 yeni ürünler ve hizmetlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Hermann ve diğ. 2015, s. 3). Endüstri 4.0 ile şirketler müşterilerine kişiselleştirilmiş (müşteriye özel)

çözümler ile kişiselleştirilmiş ürün/hizmet sunma olanağını elde etmektedir. Büyük Veri'den elde edilen müşterilerin bireysel bilgileri (tüketim tercihleri, nelerden hoşlandıkları, renk, stil vb. bilgiler) buna imkân sağlamaktadır.

2.4.4.2 Endüstri 4.0'ın dezavantajları

Endüstri 4.0'ın dezavantajları olarak da istihdama yapması beklenen olumsuz etki ve tüketimi attırma etkisinden söz edilebilmektedir.

2.4.4.2.1 İstihdama olacak olumsuz etkisi

Endüstri 4.0'ın istihdama da etkileri olacaktır. Üretim yerlerinde çalışanların (insan kaynaklarının) yerini robotlar alacaktır. Birçok işin ortadan kalkması beklenmektedir. Yine farklı beceriler isteyen yeni işler ortaya çıkacaktır (Toker 2018, s. 52). Diğer yanda organizasyonlarda işbirliği, öğrenme ve yetenek geliştirmeye odaklanmaları ile çalışanlar için çekici işyerleri olacaktır (Machado ve diğ. 2019, s. 1).

Endüstri 4.0'ın ayırt edici yenilikleri arasında çalışanlar için işyerinde yeni sosyal altyapı, bireysel farklılıklara duyarlı iş yapısı ve daha iyi bir iş-yaşam dengesi de sayılmaktadır (Alçın 2016, s. 21). Çalışma hayatında, işyerlerinde olması öngörülen bu olumluluklarla beraber Endüstri 4.0'ın istihdama olumsuz etki edeceği de doğal olarak düşünülebilmektedir. Çünkü üretim kurgusunun/planının odağında insan faktörü değil de akıllı robotlar, akıllı makine ve sistemler yerini almaktadır. Bu gerçekle birlikte Endüstri 4.0 akıllarda soru işaretlerine de sebep olmaktadır (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 429). Endüstri 4.0 böylelikle değişik yönlerden tartışılabilmektedir.

Endüstri 4.0 ile birlikte fabrikaların “akıllanmasının” kâr oranlarının genel seyri üzerindeki etkisi ve işgücü için ortaya çıkartacağı istihdam yapısının da tartışılması gerektiği ileri sürülmektedir (Alçın 2016, s. 28). Endüstri 4.0'ın gelecekte istihdamı çok olumsuz etkileyeceğini düşünenlerin karşısında, öyle olmayacağını hatta uzun vadede istihdamı olumlu etkileyeceğini öngören Alman pratiği vardır.

Tablo 2.6: Endüstri 4.0'dan olumlu beklentiler ve zorluklar

Olumlu Beklentiler
- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması - Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması - Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması - Daha yüksek verimliliğin sağlanması - Üretimde esnekliğin artırılması - Maliyetin azaltılması - Arttırılmış müşteri memnuniyeti - Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi
Zorluklar
- Ölçümü zor ekonomik faydalar ve aşırı yatırım ihtiyacı - Öğrencilerin yetkinliklerle mezun edilmesi gerekliliği - Yetkin çalışan yetersizliği - Uluslararası standartlardaki eksiklikler - Rekabet verisinin kullanımını düzenleyen kanunlardaki yetersizlikler - Yatırımlarla ilgili vergi teşviklerinin yetersiz olması - Standart dönüşümleri, yasal düzenleme ve sertifikasyon eksikleri - Ar-Ge faaliyetlerine teşvik ve özendirilmede yaşanan yetersizlikler - Network altyapısının iyileştirilmesi gerekliliği - Dışarıya ait verinin kullanımı ile ilgili kanuni düzenlemelerin yetersizliği

Kaynak: Endüstri 4.0 Platformu, 2016; Baysal 2015, s. 19'dan akt. Soylu, A., 2018. Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 32, s. 49

Yukarıda Tablo 2.6'da Endüstri 4.0'dan bazı olumlu beklentiler ve Endüstri 4.0'ın zorlukları açıklanmaktadır. Örneğin Endüstri 4.0 ile ilgili aşırı yatırım ihtiyacından söz edilmektedir.

Kagermann ve Braun, dördüncü endüstri devriminin istihdam ve insan bir arada var olma dünyasında köklü değişikliklere neden olduğunu düşünmektedir. Dönüşüm için işletmeler ve ekonomiler mücadele etmektedir. Endüstri 4.0 operasyonel esneklikler yönünde artırma ile sonlanacaktır (Albach ve diğ. 2015, s. 11).

2.4.4.2.2 Tüketimi artırma etkisi

Endüstri 4.0 fabrikasında üretim miktarının maksimum seviyelere çıkması beklenmektedir. Ancak onunla birlikte rebound etkisi ile tüketimin de artacağı söylenmektedir.

Buraya kadar Endüstri 4.0 gelişmesi bütün yönleriyle araştırılmıştır. Bir sonraki bölümde ise Endüstri 4.0'ın metal sektörü ve diğer sektörlerdeki istihdama etkisi araştırılmaktadır.



3. ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜ VE DİĞER SEKTÖRLERDEKİ İSTİHDAMA ETKİSİ

Bu bölümde Endüstri 4.0'ın metal sektörü ve diğer sektörlerdeki istihdama etkisi araştırılmaktadır. Endüstri 4.0 döneminde endüstriyel üretim dijital olarak yapılmaktadır. Dijital üretimin istihdama ve çalışma hayatına olacak etkileri şimdiden tartışılmaya başlamıştır. İlgili literatürde endüstri 4.0 ile ilgili birtakım öngörüler ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Literatürde değişik yazarlar tarafından endüstri 4.0'ın istihdam ve çalışma hayatına olası etkileriyle ilgili de öngörüler ve değerlendirmeler yapılmaktadır.

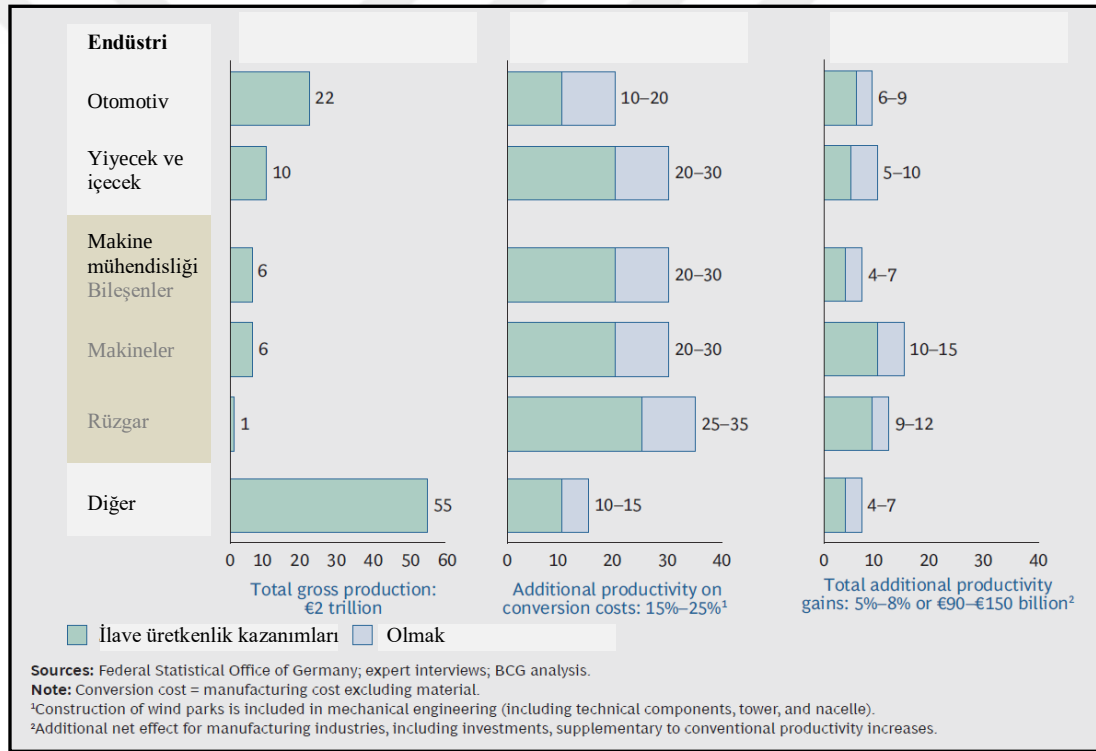
3.1 İLGİLİ LİTERATÜRDE ENDÜSTRİ 4.0 İLE İLGİLİ ÖNGÖRÜLER VE DEĞERLENDİRMELER

Endüstri 4.0 döneminin üretim kurgusu ve planında küçük ölçekli üretim yapabilen yeniden ayarlanabilir, uyarlanabilir gelişen fabrikalar, yüksek performans üretimi ve sıfır-hata olacaktır. Azalan hammadde kullanımı ve sıfır hata/fireler ile birlikte üretimde verimlilik artışı olacaktır (Toker 2018, s. 60). Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenlerin, üretim süreçlerindeki maliyet unsurunu azaltarak verimliliği arttıracığı vurgulanmaktadır (Akkuşcu 2019, s. 2).

Endüstri 4.0 döneminde merkezleşmiş üretim olacak (Kagermann, Wahlster ve Helbig 2013; Hermann, Pentek ve Otto 2016), üretimin hızı artacak; parçalar, makineler ve insanlar arasındaki bağlantı ve etkileşim üretim sistemlerini yüzde 30 daha hızlı yapacak (Rüssmann ve diğ. 2015, s. 2), üretimde daha yüksek verimliliğe ulaşılacak (Endüstri 4.0 Platformu, 2016), Nesnelerin İnterneti işletmenin verimliliğini iyileştirmeye yardımcı olacak (Toker 2018, s. 54), üretim süreçlerinin verimliliğinde iyileşmeyle üretkenlik artacak, kaynaklar verimli kullanılacak, hammadde/malzeme kullanımı azalacak, üretimde esneklik arttırılacak (Endüstri 4.0 Platformu, 2016), Endüstri 4.0 esnekliği yükseltecek (Rüssmann ve diğ. 2015, s. 2), sistem izlemesi ve arıza tespisi kolaylaşacak, özfarkındalıklı sistemler ve bileşenler olacak (Endüstri 4.0 Platformu, 2016), üretimde “0” hataya doğru gidilecek, sürdürülebilir kaynakların (enerji ve malzemeler) kullanımıyla sürdürülebilir üretim yapılacak, üretimde atıklar

azalacak, yeniden imalat (*remanufacturing*), yeniden kullanım (*reuse*) ve geridönüşüm (*recycling*) olanakları değerlendirilecek, en yüksek kalite standartları olacak (Soylu 2018, s. 45), müşterilerin ihtiyaçlarına odaklanılacak, müşterilerin ihtiyaçları en süratli şekilde karşılanacak, yüksek kaliteli ürünler/hizmetler, yeni ürünler ve hizmetler (Hermann ve diğ. 2015, s. 3), kişiselleştirilmiş hizmetler ortaya çıkacak, bireysel müşterilerin beklenti, istek, tercihlerine odaklanılacak (Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 426), böylece müşteri değeri yaratılarak müşterilerin memnuniyeti artacak, ayrıca çalışanlar için çekici iş yerleri olacak ve işgücü devri azalacaktır.

Şekil 3.1: Endüstri 4.0 Almanya’da önemli verimlilik kazanımları meydana getirecek



Kaynak: Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M., 2015. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [online] <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>, s. 8

Endüstri 4.0’ın genel ekonomik potansiyelini değerlendirmeye çalışan bugüne kadarki tüm çalışmalar, Endüstri 4.0’ın büyümeyi teşvik edici bir etkiye sahip olacağını varsaymaktadır. Bu etkinin ne kadar yüksek olacağı, endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanma derecesine ve bu teknolojileri faydalı bir şekilde kullanabilme kabiliyetine

bağlı olacaktır. Çalışmalar, endüstri 4.0'ın endüstriyel üretimin katma değer payını Avrupa genelinde önemli ölçüde artırabileceğini göstermekte (Roland Berger 2014; McKinsey 2013; PwC, 2015) ve makine-tesis mühendisliği, otomotiv sektörü ve bilgi-iletişim branşlarında %15 ila %30 arasında bir verimlilik artışıyla ek bir ekonomik potansiyel oluşturacağını beklemektedir (Bitkom ve IAO, 2013).

Endüstri 4.0'ın tam olarak uygulanması, ekonominin tüm dalları için yapısal bir değişiklik anlamına gelecektir (Wolter ve diğ. 2015). Tüm çalışmalarda, IT ve veri analizi, mühendislik, araştırma, geliştirme ve üretim planlaması alanlarında uzmanlara olan talebin arttığı görülmektedir. Üretim süreçlerinin daha karmaşık olması ve verilerin daha iyi kullanılabilir olması nedeniyle, Endüstri 4.0'ın yönetim ve karar verme süreçlerine yönelik talepleri artıracığı da varsayılmaktadır (Hirsch-Kreinsen, 2014).

Endüstri 4.0 ile birlikte sürdürülebilir yönetim, sürdürülebilir üretim, sıfıra yakın emisyon, kaynak verimliliği, düşük karbon teknolojisi, temiz fabrika, döngüsel ekonomi gibi vb. kavramlar önem kazanacaktır. Fosilsiz ve döngüsel ekonomiye geçişi mümkün kılan yeni dijital ve diğer teknolojiler kullanılacaktır (Machado vd. 2019).

3.2 ENDÜSTRİNİN DİJİTALLEŞMESİ

Endüstri 4.0 kısaca endüstrinin dijitalleşmesi olarak adlandırılabilir. Son yıllarda endüstriyel üretim sistemleri dijitalleşmenin yüksek bir düzeyi sayesinde dönüşüp insanlığı akıllı, bağlı ve merkezileşmiş üretime götürmektedir. Organizasyonun bu yeni düzeyine sıklıkla Dördüncü Endüstri Devrimi ya da Endüstri 4.0 denmektedir (Kagermann, Wahlster ve Helbig 2013; Hermann, Pentek ve Otto 2016). Endüstri 4.0'ın ana fikri, iş ve mühendislik süreçlerini son derece entegre yaparak üretimi esnek, verimli ve daimi olarak yüksek kalite ve düşük maliyet ile sürdürülebilir yolla idare edecek şekilde yeni teknolojileri kullanmaktır (Wang ve diğ. 2016; akt. Machado ve diğ. 2019, s. 1).

Dijitalizasyon sözcüğünün karşılığı Türkçede sayısallaştırmadır. Sayısallaştırmaya ilişkin olarak Endüstri 4.0'da üç karşılıklı birbirine bağlı faktör öne çıkmaktadır;

- a. Kompleks teknik-ekonomik olarak kompleks ağlarda herhangi bir basit teknik-ekonomik ilişkinin sayısallaştırma ve entegrasyonu;

- b. Ürün ve hizmet tekliflerinin/sunumlarının sayısallaşması;
- c. Yeni pazar modelleri (Maresova ve diğ. 2018, s. 4).

3.2.1 Dijital Dönüşüm

Endüstrilerde dijital dönüşüm yaşanmaktadır. Dijital dönüşüm cihazlar arasında dijital bilgi akışı ile dijital fabrikaları içermektedir. Ülkelerin dijital dönüşümü gerçekleştirmeleri rekabetçi konumlarını sürdürebilmeleri adına önem taşımaktadır. Türkiye'nin de dijital dönüşüme uyum sağlayabilmesi gerekmekte ancak bu konuda şu sorunlar mevcut bulunmaktadır; (a) Bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik vizyon ihtiyacı, (b) Girişimci ekosisteminin gelişkin olmayışı, (c) Altyapı yatırımlarının yetersiz oluşu, (d) Nitelikli işgücü kaynağının kısıtlı oluşu, (e) Bireylerin dijital ekonomiye uyumu, (f) İş dünyasında dijital dönüşümün kısıtlı oluşu, (g) Küçük ve Orta Boy İşletmelerin dijital dönüşüm konusundaki eksiklikleri (TÜBİSAD, Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2020, s. 11-12).

Tablo 3.1: Türkiye'nin dijital dönüşüm endeksi

	2019	2020
TÜRKİYE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ENDEKSİ	2,94	3,06
A. EKOSİSTEM BİLEŞENİ	2,87	2,95
1.Boyut: Yasal Zemin ve İşleyiş	2,76	2,82
2.Boyut: Yenilik ve Yatırım Ortamı	2,98	3,09
B. YETERLİLİK BİLEŞENİ	3,19	3,24
3.Boyut: Altyapı	2,34	2,27
4.Boyut: Satın Alınabilirlik	4,54	4,54
5.Boyut: Beceriler	2,69	2,89
C. KULLANIM BİLEŞENİ	2,88	3,16
6.Boyut: Bireysel Kullanım	3,20	3,22
7.Boyut: İş Dünyası Kullanımı	2,77	3,32
8.Boyut: Kamu Kullanımı	2,66	2,92
D. DÖNÜŞÜM BİLEŞENİ	2,81	2,88
9.Boyut: Dijitalleşen Ekonomi	2,36	2,18
10.Boyut: Dijitalleşen Toplum	3,26	3,58

Kaynak: TÜBİSAD- Bilişim Sanayicileri Derneği, Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi 2020, s. 73

3.2.1.1 Dijital fabrikalar

Dijital fabrikalar, diğerk bir adıyla akıllı fabrikalar ortaya çıkmaktadır. Dijital fabrikalar üretimde verimliliğin artmasını, üretimin anlık olarak takip edilmesini ve uzaktan müdahale edilebilmesini sağlayan otomasyon sistemleri ile donatılmış fabrikalar olarak tarif edilebilmektedir. Uygulamada dijital fabrikaya dair tüm gelişmeler ve veriler dijital ortama yani bilgisayara aktarılmaktadır. Bunun için yazılımlar kullanılmaktadır. Bir yazılım sistemi aracılığıyla fabrikadaki üretimin sonuçlarının değerlendirilmesi, fabrikanın çalışma sürecinde görülen aksaklıkların değerlendirilmesi, fabrikada oluşan arızaların kısa süre içerisinde belirlenmesi, yine bakım ve onarım için atılması gereken adımların belirlenmesi mümkün olmaktadır. Tüm bu detayların akıllı fabrika sistemi sayesinde planlanabiliyor olmasının fabrikanın üretken yapısında da süreklilik sağladığı söylenmektedir (Prowmes 2018).

3.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ

Bu kısımda Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri aşağıdaki istihdama etkisi, mesleklerin dönüşümü, sektörlere etkisi, işgücü piyasalarına etkisi, çalışma koşullarına etkisi ve şirketlere etkisi başlıklarında ele alınmaktadır.

3.3.1 İstihdama Etkisi

Endüstri 4.0'ın istihdama etkisi konusunda bu günden ancak öngörülürde bulunulabilmektedir. Bu konuda literatürde yapılmış bazı çalışmalarda Endüstri 4.0 teknolojilerinin istihdama potansiyel etkileri tartışılmaktadır. Endüstri 4.0'ın istihdama etkisi ile ilgili iki farklı görüş ortaya konulmaktadır. Birinci görüşe göre Endüstri 4.0 istihdama olumsuz etki edecektir. İkinci görüşe göre ise öyle olmayacak, tam tersi kısa vadede istihdamı olumsuz etkiliyor gözükse de uzun vadede istihdamı olumlu etkileyecektir.

Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikasında görevli olan akıllı makineler ve cihazlardan dolayı insan faaliyetleri değişmektedir. Akıllı makineler ve robotlar üretimde yerini alıp insan çalışanlara olan ihtiyacı özellikle düşük kabiliyetli işlerde ortadan kaldırmaktadır. Fabrikada fiziksel olarak yapılması zor olan işler insan çalışanlardan makinelere

aktarılmaktadır. Kendi kendini kontrol eden sistemler sayesinde yine fabrikada daha az insan kontrol faaliyeti gerekmektedir.

İlgili literatürde Akkuşcu (2019)'nın da vurguladığı gibi Endüstri 4.0'ın teknolojilerinin verimlilikte sağlayacağı artış, ekonomik büyümeyi de olumlu yönde etkileyecektir, ancak üretim süreçlerindeki maliyet unsuru, istihdamda sağlanacak bir azalmayla düşülecektir (s. 2). Kısa vadede istihdamda azalma kaçınılmaz gözükmektedir. Ancak bu sürecin uzun vadede de gözlenerek sıhhatli değerlendirmeler yapılabileceği düşünülmektedir.

İlgili literatürde dijitalleşmenin işgücüne olası etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Dijitalleşmenin işgücüne olası etkilerini inceleyen çalışmalar

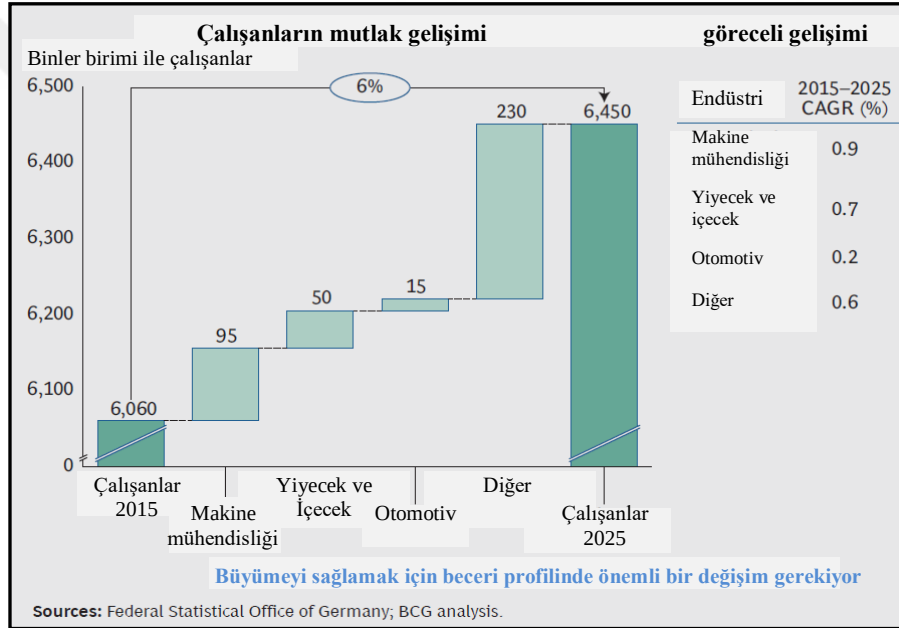
Kaynak	Sonuç	Zaman Aralığı	Açıklama
Frey ve Osborne (2013)	-47%	10 - 20 Yıl	ABD, Tüm Sektörler
Bowles (2014)	- %47 - %60	10 - 20 Yıl	Tüm AB Üyesi Ülkeler, Frey/Osborne 2013 Analizinin tüm AB'ye uygulanması
Brzeski ve Burk (2015)	-59%	10 - 20 Yıl	Almanya, Tüm Sektörler
Bonin et al. (2015)	-12%	10 - 20 Yıl	Almanya, Tüm Sektörler
Dengler ve Matthes (2015)	-15%	2013	Almanya, Tüm Meslekler
Boston Consulting Group (2015)	6%	10 Yıl	Almanya, İmalat Sektörü
Wolter et al. (2015)	< %1	25 Yıl	Almanya, İmalat Sektörü (makroekonomik etkileriyle)

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi birçok çalışmada dijitalleşmenin işgücüne olumsuz etkileri olacağı ortaya konulmuştur.

“ancak BCG (Boston Consulting Group)’nin Almanya imalat sanayi üzerinde yaptığı bir araştırma korkulanın tam aksine bir tablo ortaya koymuştur. Buna göre önümüzdeki 10 yıllık süreç içinde istihdamda %6 oranında bir artış beklenmekte, özellikle de yazılım geliştirme ve bilgi işlem alanlarında iş gücü arayışı artacak, bu esnada da düşük yetkinlik seviyesindeki işlere olan ihtiyaç düşecektir.” (Gerbert ve diğ. 2015; akt. Yüksekbilgili ve Çevik 2018, s. 429).

Artan düzenli internet erişimi sayesinde istihdam artışı beklenmektedir (Soylu 2018, s. 52). Rüssman ve diğ. (2015)’nin Endüstri 4.0’ın Alman üretimine etkisi analizlerinde, Endüstri 4.0’ın tetiklediği büyümenin gelecek on yıl boyunca istihdamda yüzde 6’lık bir artışa yol açacağı bulunmuştur (bkz. Şekil 3.2) (Rüssmann ve diğ. 2015, s. 8).

Şekil 3.2: Endüstri 4.0 Almanya’da artan üretim istihdamına götürecektir



Kaynak: Rüssmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M., 2015. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [online] <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>, s. 8

3.3.2 Mesleklerin Dönüşümü

Endüstri 4.0’ın meslekleri de dönüştürmesi beklenmektedir. İş profilleri değişecektir. Yeni iş kolları tanımlanacaktır. Birçok iş/meslek ortadan kalkarken bunların yerine yeni işler/meslekler ortaya çıkacaktır (Toker 2018, s. 60). Bu konuyla ilişkili Akkuşcu (2019) da “Endüstri 4.0’ın yaratacağı ... zincirleme etkiyle, yeni iş kollarının oluşması, bazı iş kollarının ise yok olması istihdam dağılımını değiştirecektir.” (Akkuşcu 2019, s.

2-3) demektedir. Yine 2015 yılında yayınlanan İstihdam Araştırmaları Enstitüsü'nün (IAB) raporunda (sözü edilen raporda Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkileri Almanya'da yapılan bir araştırma ile ortaya konulmuştur.);

“2025 yılına kadar çoğu sektörde 490.000 iş kaybına karşılık 430.000 yeni işin yaratılacağı ileri sürülmüştür. Ayrıca, raporda, istihdamda önemli değişiklikler yaşanmayacağı, Endüstri 4.0'ın istihdama etkisinin nötr olacağı, bunun yerine işlerin sektörler, meslekler ve yeni teknolojiler için gerekli vasıflar itibarıyla dönüşüme uğrayacağı belirtilmiştir.” (IAB, 2015, s. 8-9; akt. Akkuşcu 2019, s. 42).

Mesleklerin dönüşümü aşağıdaki gibi öngörülmektedir;

Tarihe Karışan Meslekler:

- a. Veri Girişi Elemanları
- b. Muhasebe, Ön Muhasebe ve Maaş Bordro Elemanları
- c. İdari ve Yönetici Sekreterler
- d. Montaj ve Fabrika İşçileri
- e. Müşteri Hizmetleri Çalışanları
- f. Ticari Hizmetler ve İdari Yöneticiler
- g. Muhasebeciler ve Denetçiler
- h. Evrak & Malzeme Kaydı ve Stok tutma Elemanları
- i. Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri
- j. Posta Hizmetleri Çalışanları
- k. Mali Analistler
- l. Yazar Kasa ve Fişten Sorumlu Personeller
- m. Mekanik ve Makine Tamircileri
- n. Tele Pazarlamacılar
- o. Elektronik ve Teleiletişim Kurulumcuları
- p. Banka Memurları
- q. Otomobil, Kamyonet ve Motosiklet Sürücüleri
- r. Alım & Satım Ajansı ve Acentaları
- s. Kapıdan Kapıya Satış Çalışanları, Gazete Satıcıları ve Sokak Satıcıları
- t. İstatistiksel Araştırma, Maliyet ve Sigorta Çalışanları
- u. Avukatlar.

Kalıcılığını Koruyan Meslekler:

- a. Yönetim Müdürleri ve Baş Yöneticiler
- b. Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri
- c. Yazılım ve Uygulama Geliştiricileri ve Analistleri
- d. Veri Analistleri ve Veri Bilimcileri
- e. Satış ve Pazarlama Uzmanları
- f. Satış Temsilcileri, Toptan Satış ve Üretim, Teknik ve Bilimsel Ürünler
- g. İnsan Kaynakları Uzmanları
- h. Finans ve Yatırım Danışmanları
- i. Veri Tabanı ve Network Uzmanları
- j. Tedarik Zinciri ve Lojistik Uzmanları
- k. Risk Yönetimi Uzmanları
- l. Bilgi Güvenliği Analistleri
- m. İdare ve Organizasyon Analistleri
- n. Elektroteknoloji Mühendisleri
- o. Organizasyonel Gelişim Uzmanları
- p. Kimyasal Proses Tasarımı İşletmecileri
- q. Üniversite ve Yüksek Öğretim Üyeleri
- r. Uyum Görevlileri
- s. Enerji ve Petrol Mühendisleri
- t. Robotik Uzmanları ve Mühendisleri
- u. Petrol ve Doğal Gaz Arıtma Tesisi İşletmecileri.

Geleceğin Meslekleri:

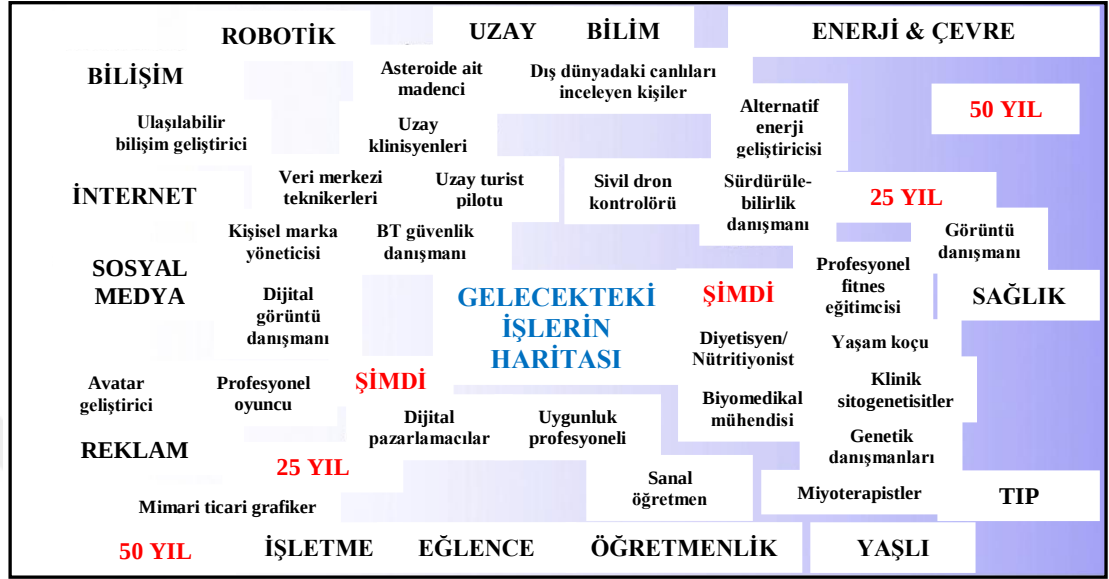
- a. Veri Analistleri ve Veri Bilimcileri
- b. Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uzmanları
- c. Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri
- d. Büyük Veri Uzmanları
- e. Dijital Dönüşüm Uzmanları
- f. Satış ve Pazarlama Profesyonelleri
- g. Yeni Teknoloji Uzmanları
- h. Bilgi Teknolojileri Servisleri

- i. Proses Denetim Uzmanları
- j. İnovasyon Profesyonelleri
- k. Bilgi Güvenlik Analistleri
- l. E-Ticaret ve Sosyal Medya Uzmanları
- m. Kullanıcı Deneyimi ve İnsan-Makine Etkileşimi Tasarımcıları
- n. Eğitim ve Gelişim Uzmanları
- o. Robotik Uzmanları ve Mühendisleri
- p. İnsan ve Kültür Uzmanları
- q. Müşteri Bilgi ve Müşteri Hizmetleri Çalışanları
- r. Servis ve Çözüm Tasarımcıları
- s. Dijital Pazarlama ve Strateji Uzmanları (WEF, 2018, s. 9; akt. Akkuşcu 2019, s. 49).

Bunlar geleceğin meslekleridir. Endüstri 4.0 ile birlikte farklı beceriler isteyen yeni iş türleri ortaya çıkacaktır (Toker 2018, s. 52; Soylu 2018, s. 52). Endüstri 4.0 istihdamın yeni formlarını başlatmaktadır. Endüstri 4.0'ın beraberinde getirmesi öngörülen 10 meslek grubu endüstriyel veri bilimciliği, robot koordinatörlüğü, IT/IoT çözüm mimarlığı, endüstriyel bilgisayar mühendisliği/programcılığı, bulut hesaplama uzmanlığı, veri güvenliği uzmanlığı, şebeke geliştirme mühendisliği, 3-D Yazıcı mühendisliği, endüstriyel kullanıcı arayüzü tasarımı ve giyilebilir teknoloji tasarımıdır. Bu meslek gruplarından endüstriyel veri bilimciliği e-ticaret şirketlerinde güçlü bir şekilde büyüyen bir iş profilidir. Robot koordinatörlüğü üretim alanındaki robotları denetlemek ve arıza veya hata sinyallerine karşılık verme sorumluluklarıyla yeni bir IIoT mesleği olacaktır. Diğer meslek grupları ortaya çıkacaktır. Giyilebilir teknoloji tasarımcıları olacaktır. Şirketler şimdiden giyilebilir teknoloji üzerine yoğunlaşmaktadırlar (Eldem 2017, ss. 15-16; Bayrak 2018, s. 84-87).

Aşağıda Şekil 3.3'te geleceğin mesleklerinin haritası görülmektedir.

Şekil 3.3: Geleceğin mesleklerinin haritası



Kaynak: Robert Saracco - <http://sites.ieee.org/futuredirections/2018/05/01/robots-are-not-the-problem-the-digital-transformation-is-the-problem-ii>'den akt. Peters, M.A., 2019. Beyond technological unemployment: the future of work. In Educational Philosophy and Theory [online] <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00131857.2016.1177412?needAccess=true>, S. 1.

3.3.3 Sektörlere Etkisi

Endüstri 4.0 dijitalleştirme ve otomatikleştirme ile karakterize edilmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte üretimde otomasyon çok önemli bir aşamaya gelmektedir. Sözcük anlamında otomasyon endüstride insan emeği olmaksızın işlerin otomatik işleyen araçlarla yapılmasıdır. Teknolojinin ilerlemesi (yapay zekâ, Büyük Veri, robotik, derin öğrenme, makine öğrenmesi) ile otomasyonda önemli bir aşamaya gelinmektedir. Üretimde otonom makineler yerini almaktadır. Rutin proses zamanı sürekli azalarak hız ve verimlilikte rol oynamaktadır.

Endüstri sektörü (özellikle otomotiv, mobilya, savunma ve diğer alanlar) dışındaki sektörlerde de örneğin tarım, havacılık, seyahat ve turizm ile hizmetler sektöründe Endüstri 4.0'ın etkilerinin olması beklenmektedir (Akkuşcu 2019, s. 53-54).

Aşağıda Tablo 3.3'te Endüstri 4.0 sürecinde öncü ülke sıfatını taşıyan Almanya'nın ilerleyen yıllarda belli sektörlerde yapmış olduğu üretim, yatırım ve istihdamdaki

gelişimin analiz sonuçları verilmektedir. İstihdamdaki en büyük artışın mühendislikte yaşanması beklenmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz 2017, s. 167).

Tablo 3.3: Almanya'nın Endüstri 4.0 sürecinde öngörülen üretim payları, yatırımlar ve istihdamda beklenen gelişme payı

SEKTÖR	Almanya'da Brüt Üretim Payları	Endüstri 4.0 Sürecine Yapılan Yatırım Yapı	2015-2025 Döneminde İstihdamda Beklenen Gelişme Payı
Otomotiv	%22	%10-20	%0,2
Gıda	%10	%20-30	%0,7
Mühendislik	%13	%22-32	%0,9
Diğer	%55	%10-15	%0,6
Toplam	2 Trilyon Avro		

Kaynak: Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M., 2017. IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. 09-11 Kasım, Ankara, s. 167.

Gelecekteki teknolojik gelişmeler, özellikle trafik, ulaşım ve lojistik alanlarının yanı sıra otomasyona daha duyarlı hale gelen ofis ve yönetim sektöründeki işleri de etkileyecektir (Holtgrewe ve diğ. 2016).

3.3.4 İşgücü Piyasalarına Etkisi

Endüstri 4.0 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin işgücü piyasalarına, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan şirketlerin zaman ve maliyet açısından sağlayacağı avantajla, özellikle işgücü maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerde üretimin yeni teknoloji kullanımı olan gelişmiş ülkelere kaymasına neden olacak olmasıyla etki edecektir. Önceden ucuz işgücünden yararlanmak için ülke dışında (örn. Çin ve Hindistan'da) üretilen malların artık merkez ülkede üretilmesi Endüstri 4.0'ın yeni teknolojileri ile mümkün olacaktır (Akkuşcu 2019, s. 54).

Bir yandan Endüstri 4.0 ile birlikte düşük kabiliyetli işlerin yerini yüksek kabiliyetli işler almakta, bunun sonucunda nitelikli işgücü ihtiyacı kendini ortaya koymaktadır

(Toker 2018, s. 60). Bu, vasıfsız çalışanların iş bulamazken ya da işlerinden olurken doğru bilgili ve yüksek kabiliyetli çalışanların işyerlerinde tutulacakları, çalışmaya devam edebilecekleri anlamına gelmektedir. Şirketler yeni teknolojileri kullanma becerisine sahip kalıcı işçiler işe alacak, yeni teknolojileri kullanma becerisine sahip olmayan işçileri ise işten çıkaracaktır. Dolayısıyla Endüstri 4.0 ile vasıfsız işgücünün istihdamının daralması söz konusu olacaktır (Akkuşcu 2019, s. 3, 51).

İmalat endüstrisinde, otomasyon geçmişte istihdamda önemli bir yapısal değişikliğe yol açmıştır. Otomasyon teknolojisinin son on yıldaki uygulamaları, ağırlıklı olarak basit ve elle yapılan işlerle karakterize edilen istihdamda düşüşe yol açmıştır. Özellikle, zamanlama, üretim planlama ve hazırlık ile ilgili kalan basit işler giderek daha fazla risk altında görülmektedir (Holtgrewe ve diğerleri 2016).

İş dünyasında talep edilen beceriler zaman geçtikçe değişmektedir (bkz. Tablo 3.4). Endüstri 4.0 döneminde başka beceriler önem kazanacaktır.

Tablo 3.4: İş dünyasında talep edilen beceriler

2018	2022
Analitik ve inovatif düşünme	Analitik ve inovatif düşünme
Kompleks problemleri çözme becerisi	Etkin öğrenme stratejilerine sahip olma
Eleştirel düşünce ve analiz yeteneği	Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik
Etkin öğrenme stratejilerine sahip olma	Yeni teknolojileri dizayn etme ve programlama yeteneği
Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik	Eleştirel düşünce ve analiz yeteneği
Özenli çalışmak, güvenilirlik	Kompleks problemleri çözme becerisi
Duygusal zeka	Liderlik ve sosyal nüfuz
Muhakeme, problem çözme ve hızlı kavrama yeteneği	Duygusal zeka
Liderlik ve sosyal nüfuz	Muhakeme, problem çözme ve hızlı kavrama yeteneği
Koordinasyon ve zaman yönetimi becerisi	Sistem analizi ve değerlendirmesi

Kaynak: WEF, 2018, s. 12; akt. Akkuşcu, H.İ., 2019. Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi SBE, s. 48

İlgili literatürde Agolla (2018)'nın inceleme çalışmasında Endüstri 4.0'dan dolayı insan sermayesinin değişen rolü tartışılmıştır. Agolla (2018)'ya göre teknik becerilerinin yanı sıra yaratıcı ve akıllı ortamlarda verimli bir şekilde çalışabilen nitelikli işçilere artan bir ihtiyaç olacaktır (Maresova vd. 2018, s. 7-8). Endüstri 4.0 döneminde yazılım geliştirme ve BT teknolojilerinde yeterliklere sahip çalışanlara talep artacaktır (örn. mekatronik uzmanları) (Rüssmann ve diğ. 2015, ss. 8-9). BT yeterlilikleri ile ilgili iş fırsatları olacaktır. BT uzmanlığının önemi artmaktadır. Değişik BT kabiliyet gereksinimleri olmaktadır. BT kabiliyetlerine daha fazla odaklanılmaktadır (Toker 2018, s. 60).

Tablo 3.5: Endüstri 4.0 ile iş ve ekonomi bağlamında ilgilenen araştırmalardaki tartışılan konular

Araştırma makaleleri	Ülke	Çalışma Çevresi	Kabiliyetler Geliştirme	Ekonomik Büyüme ve Makroekonomik Yön	Sürdürülebilirlik/ Çevre	Sayısallaştırma/ Akıllı Fabrika/ Akıllı üretim	Politika	İşletme Sistemlerinde/ Süreçlerinde Değişim
Agolla (2018)	x		x			x	x	x
Akberdina ve diğ. (2017)				x			x	x
Gavrysh ve Bolarynova (2017)							x	x
Hirsch-Kreinsen (2016)		x	x				x	x
Chovancova ve diğ. (2018)		x		x		x		
Kireeva ve Tsoi (2018)				x				
Petrillo ve diğ. (2018)	x		x					
Povolná ve Švarcová (2017)	x			x		x	x	
Prause ve Atari (2017)							x	
Sung (2018)	x		x			x		x
Bildiri özetleri Kağıtları	Ülke	Çalışma Çevresi	Kabiliyetler Geliştirme	Güvenlik	Sürdürülebilirlik/ Çevre	Sayısallaştırma/ Akıllı Fabrika/ Akıllı üretim	Politika	İşletme Sistemlerinde/ Süreçlerinde Değişim
Caricato ve Grieco (2017)								x
Elbestaw ve diğ. (2018)		x				x		
Erol ve diğ. (2016)		x				x		x
Gášová ve diğ. (2017)		x		x	x	x		
Chen (2017)	x	x		x		x		x
Ibarra ve diğ. (2018)						x		x
Issa ve diğ. (2017)		x	x			x		x
Kuch ve Westkämper (2017)	x				x			
Meissner ve diğ. (2017)								x
Pagalday ve diğ. (2018)		x	x			x	x	x
Paravizo ve diğ. (2018)			x		x			
Pereira ve Romero (2017)		x	x					x
Prinz ve diğ. (2017)		x	x			x	x	x
Rauch ve diğ. (2017)		x	x			x		x
Zhong ve diğ. (2017)	x					x		x
Reniers (2017)			x	x				
Rita ve diğ. (2017)		x	x		x	x		x
Schumacher ve diğ. (2016)	x	x	x		x	x		x
Sutikno ve Suliswanto (2015)	x				x		x	
Tonelli ve diğ. (2016)	x				x	x	x	

Kaynak: Maresova et al. 2018. Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. *Economies*, 6,

Spesifik mesleki vasıflar ve BT yeterliliklerinin yanı sıra daha genel beceriler ve yeterlilikler de artarak önemli hale gelecektir, örn. iletişim becerileri, sosyal beceriler, organizasyonel beceriler, takım çalışması, proje çalışması, yine kültürler arası farkındalık ve dil becerileri gibi. Geleceğin işçilerinin kendilerinin kabiliyetlerini geliştirmek için yaşam boyu eğitime katılmaları ve yeniliklere açık kalmaları beklenmektedir (National Institute for Education, 2018).

3.3.5 Çalışma Koşullarına Etkisi

Endüstri 4.0 çalışma koşullarını da değiştirecektir. Çalışma ortamı değişecektir. Çalışanlar daha uygun koşullarda işyerlerinde çalıştırılacaktır. Çalışma ortamının kalitesi iyileştirilecektir. Daha iyi bir iş/yaşam dengesi olacaktır (Alçın 2016, s. 21). Yaşlı ve engelli çalışanlar için istihdam fırsatları olacaktır. Şirketlerde çalışanlarla ilgili (kurum dışından veya hizmetiçi) eğitimler, onlarla işbirliği yapılması ve onların kabiliyetlerinin geliştirilmesi konuları önemini artıracaktır. Endüstri 4.0 döneminde şirketler işbirliği, öğrenme ve kabiliyet geliştirme üzerine odaklanacak, insanlar için çekici bir işyeri oluşturmaları gerekecektir. Dolayısıyla emniyetli ve çekici iş yerleri olacaktır. Çalışma sürelerinin azalacağı öngörülmektedir. Diğer yanda sendikalarsa zayıflayacaktır (Toker 2018, s. 60).

Endüstri 4.0'ın fabrikası engelliler için istihdam fırsatı yaratacaktır. Yine Endüstri 4.0 ile birlikte çalışma hayatında erkekler ve kadınlar arasındaki ayrım da ortadan kalkacaktır. Endüstri 4.0'ın yeni teknolojileri sayesinde kadın çalışanlar da erkek çalışanların yaptığı işleri yapabilecektir. Artan otomasyon kadın çalışanların yükünü hafifletecek ve becerilerini geliştirmelerine olanak sağlayacaktır (Akkuşcu 2019, s. 56).

3.3.6 Şirketlere Etkisi

Endüstri 4.0'a uyarlanan şirketler bunun avantajını yaşayacaktır. Üretim performansı ve verimliliklerinde artış olacaktır. Artan üretkenlik ve verimlilikle azalan üretim maliyetlerinin (Endüstri 4.0 Platformu, 2016; Toker 2018, s. 54) avantajıyla ürün satışlarını ve kârlılıklarını artıracak, rekabet avantajıyla büyüyüp varlıklarını sürdürecektir ve gelecek planlamalarını daha güvenli ve isabetli yapabileceklerdir. Endüstri 4.0'a uyarlanmak şirketler için pazarda rekabet kabiliyeti, gücü, üstünlüğü elde etmeleri

anlamına gelmektedir. Şirketlerin gelirlerinde artış olacaktır. Nesnelerin İnterneti işletmelerin gelirlerini artırmalarına yardımcı olacaktır (Toker 2018, s. 54). Ancak şirketler Endüstri 4.0'a uyarlanmak için ciddi yatırımlar yapmalıdır. Akıllı fabrikanın kurulması ile akıllı üretim yapılması büyük yatırım gerektirmektedir. İşletme sistemlerinde/süreçlerinde esaslı değişimler olacaktır. Şirketler, şirketlerde ilgilileri tüketici ihtiyaçlarına yönelecektir. Tüketici ihtiyaçlarına odaklanan yeni işletme modeli olacaktır. Müşteriye sunulan değerin yeni formları görülecektir. Tüketicilere yeni ürünler ve hizmetler sunulacak, hizmetler kişiselleştirilecektir. Akıllı telefonlar örneğinde akıllı ürünler yakın zamanda ortaya çıktı. Akıllı hizmetler de görülecektir. Endüstri 4.0 literatüründe üretim, ürünler ve hizmetlerde kapsayıcı değer için tasarım entegrasyonu (Gerlitz 2016), akıllı ve sürdürülebilir olacak şekilde tasarlanmış ürünler (Miranda ve diğ. 2017) gibi vb. konularda araştırmalar yapılmaktadır. Endüstri 4.0 dönminde sürdürülebilir üretime odaklanılacaktır. Sürdürülebilir üretimi mümkün kılacak yeni dijital ve diğer teknolojiler kullanılacaktır. Sürdürülebilirlik çerçevesinde sürdürülebilir yönetim (SM), sürdürülebilir üretim gibi kavramlar ve uygulamaları ile malzeme ve enerji kullanımını azaltma gibi vb. konular önem kazanacaktır (Machado vd. 2019). Sürdürülebilir üretim, üretimin sürdürülebilir enerji kaynaklarıyla gerçekleştirilmesidir. Sürdürülebilir enerji kaynakları alanında önemli atılımlar yapılmıştır (Toker 2018, s. 57).

3.4 ENDÜSTRİ 4.0'IN METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA ETKİSİ

Endüstri 4.0'ın metal sektörüne de etkileri olmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamaları metal sektöründe üretimin verimliliğini arttırmakta ve üretim hatalarını minimize etmektedir. İstihdam konusunda ise kısa dönemde mavi yakalı çalışanlarının sayısında firmalarda azalma olmaktadır. Endüstri 4.0'ın metal sektörüne etkileri, Kocaeli ili özelinde, seçilmiş metal firmalarında üretimlerine ve istihdamlarına etkileri araştırılarak, bir sonraki bölümde daha detaylı açıklanmaktadır.

Buraya kadar Endüstri 4.0'ın metal sektörü ve diğer sektörlerdeki istihdama etkisi araştırılmıştır. Bir sonraki bölümde ise Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkileri araştırılmaktadır.

4. ENDÜSTRİ 4.0'IN KOCAELİ'DE METAL SEKTÖRÜNDEKİ İSTİHDAMA ETKİLERİ

Bu bölümde Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkileri araştırılmaktadır. Araştırmanın amacı, önemi, evren ve örnekleme ile yöntem bilgileri aşağıda açıklanmaktadır. Araştırma nitel bir araştırma olup, araştırma için vaka analizi ve mülakat (görüşme) teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca araştırmanın sınırlılıklarına açıklık getirilmekte ve bölüm sonunda araştırmanın bulguları açıklanmaktadır.

4.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Araştırmanın amacı Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkilerini araştırmaktır.

Araştırmanın önemi Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründeki istihdama etkilerini araştıran, literatürde yapılmış çalışmanın olmaması ile artmakta, bu yönüyle araştırma ilgili literatüre özgün bir katkı sağlayacaktır.

4.2 ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Araştırmanın evreni Kocaeli, örnekleme Kocaeli'deki seçilmiş büyük metal firmalarıdır. Çalışmada incelenmek için seçilen metal firmaları Assan Alüminyum San. ve Tic. A.Ş., Diler Demir Çelik Endüstri ve Ticaret A.Ş., Erdemir Çelik Servis Merkezi San. ve Tic. A.Ş., Çayırova Boru San. ve Tic. A.Ş., Ağır Haddecilik A.Ş., Haşçelik San. ve Tic. A.Ş., Gazi Metal Mamülleri San. ve Tic. A.Ş., Güney Çelik Hasır ve Demir Mamülleri San. ve Tic. A.Ş. ile Kanca El Aletleri Dövme Çelik ve Makine Sanayii A.Ş.'dir.

4.3 İNCELENEN METAL FİRMALARININ ENDÜSTRİ 4.0'A UYUMLANMA ÇABALARI VE İSTİHDAMA ETKİSİ

Bu kısımda incelenmek için seçilmiş metal firmalarının endüstri 4.0'a uyumlanma çabaları ve istihdama etkisi araştırılmaktadır.

Assan Alüminyum San. ve Tic. A.Ş.

Assan Alüminyum endüstri 4.0 çalışmalarını hızlandırdı. Yassı alüminyum üreten firma Endüstri 4.0'a yatırım yaparak verimliliği artırmak istiyor. Assan Alüminyum dijital dönüşüme önem veren firmalardan. Firma bu alanda yatırım yaparak ERP sisteminden

SAP uygulamasına geçti. Bundan sonraki hedefleri tedarik zinciri optimizasyon projesinin devreye alınması oldu (<https://www.assanaluminyum.com/~media/images/news/2017/mayis/d%C3%BCnya%20gazetesi%20%C4%B0n%C5%9Faat%20eki-may%C4%B1s%202017.pdf?la=tr-tr>, s. 30).

Diler Demir Çelik Endüstri ve Ticaret A.Ş.

Diler Demir Çelik gerçekleştirdiği tablet projesiyle yatırımlarına devam ediyor. Diler Demir Çelik fabrikalarda araç yüklemelelerinde kullanılmak üzere Panasonic FZ-B2 endüstriyel tabletleri konumlandırdı. Diler Demir Çelik, tablet projesini Endüstri 4.0 kapsamında süreçlerini üretim ortamında daha da hızlandırmak için kullanmaktadır. Tabletlerin performanslarıyla maksimum fayda sağlayıp dataları hızlı ve canlı bir şekilde anlık olarak görüntüleyebilme ve işleme fırsatı bulan Diler Demir Çelik projeden istediği verimliliği sağlamaktadır (<http://www.vector-tr.com/panasonic-tabletler-diler-demir-celikte-yerlerini-aldi>).

Erdemir Çelik Servis Merkezi San. ve Tic. A.Ş.

Erdemir Çelik Servis Merkezi sektörün (başta otomotiv ve beyaz eşya sektörleri olmak üzere) ebatlanmış yassı çelik ihtiyacını karşılıyor (<https://www.subconturkey.com.tr/ersem-erdemir-celik-servis-merkezi-agini-genisletmeye-devam-ediyor/>). Erdemir Çelik Servis Merkezi (Ersem)'nin dijital dönüşüm süreçleri kapsamında hayata geçirilen “Ersem 360 ERP Projesi” nin 1 Ocak 2020’de tamamlanması hedeflendi. Bu proje ile Ersem eko-sisteminde; etkin, verimli, sürdürülebilir bir ERP altyapısı ve üretim yönetim sisteminin devreye alınması planlandı. Proje ile ayrıca hammadde planlama/optimizasyon, otomotiv ana sanayi sipariş yönetimi ve Endüstri 4.0 ile dijitalleşme (MII, RFID, araç takip sistemi, kantar entegrasyonu) süreçlerinde iyileştirme yapılması da hedeflendi (<https://epnext.com/ersem-360-erp-projesi-acron-danismanliginda-basladi/>).

Çayırova Boru San. ve Tic. A.Ş.

Çelik boru sektöründe hizmet veren Çayırova Boru San. ve Tic. A.Ş. müşteri odaklı ve yenilikçi üretim anlayışına sahip. Çayırova Boru firmasında ASP.NET, Microsoft-IIS (Internet Information Services), Google Analytics gibi teknolojiler kullanılıyor.

Firmanın dijital dönüşüm danışmanı var (<https://www.apollo.io/companies/-ay-rova-Boru/5d09c5d880f93e43401236a2?chart=count>). Çayırova Boru firmasının intranet içerisindeki sistemi için (web) programlama çalışması tamamlandı (<https://novasta.com.tr/web-programlama-cayirova-boru/>).

Ağır Haddecilik A.Ş.

Ağır Global, 1984 yılında “Ağır Haddecilik” adıyla sac üretimi odaklı, çok ortaklı bir yapıda Akçakoca, Düzce’de kuruldu. Zamanla farklı ürünlerle üretim kapasitesini genişletti. Doksandan fazla ülkeye ihracat yapar hale gelen şirket adını Ağır Global olarak değiştirdi. Ağır Global kapsamlı IFS ERP projesi gerçekleştirdi. Bu proje sektörün ihtiyaçlarına özgü olarak geliştirilen uygulama ve çözümlerle öne çıkmakta. Metal sektöründe yüksek hacimli cirolara karşın, çok düşük kârlılıkla iş yapıldığını belirten Ağır Global Yönetim Kurulu Üyesi Buğrahan Naci Açıkalın, böyle bir endüstride girdilerin ve çıktıların çok iyi gözlemlenebilir ve analiz edilebilir olması gerektiğini söylemekte: *“4 saat canlı olan işletmemizde bize bu çevikliği sağlayacak ve doğruluğuna emin olduğumuz veriler üretecek bir sistem, olmazsa olmazımızdır. Bir yandan üretimi, satışı ve kârlılığı takip ederken diğer yandan kalite izlenebilirliğini sağlamamız gerekiyor.”* Endüstri 4.0 ile iş yapış şekillerinin kayda değer biçimde değiştiğinin altını çizen Açıkalın, yeni nesil teknolojilerden beklentilerini; müşterilerle telefon üzerinden görüşmeksizin sipariş almak, bunları makinelerle iş emri olarak yüklemek, sahadaki verileri temin edip doğru bilgiler haline getirmek, bunları analiz ederek sonuç çıkarmak ve güçlü bir mobilite altyapısı olarak sıralamakta ve IFS ERP’yi kısa bir süredir kullanmalarına karşın bu beklentileri büyük oranda karşıladıklarını söylemekte. Ağır Global’ın IFS ERP’ye geçişi kademeli olarak gerçekleşti. İlk fazda en temel ihtiyaçlar; fatura kesebilmek, irsaliye kesebilmek ve irsaliyeyi faturalaştırmak şeklinde sıralanıyordu. Bunu İK modülü, bakım ve MRP gibi diğer modüller izledi. Sektöre özgü olarak geliştirilen “Rulo Dilme” ve “Sertifika Takibi” gibi uygulamalar da Ağır Global için önemli katkı sağladı. Yeni modül ve uygulamalar eklenmesine devam edildi. Yoğun işlem hacmi nedeniyle bankalarla entegrasyon da büyük önem taşımaktaydı. Bu konuda, sistem üzerindeki tüm finansal işlemleri doğrudan bankaya yönlendiren ETS sistemi ile ilgili de şunlar denmekte; *“ETS sistemiyle tedarikçi ödemeleri, nakit hesapları arasındaki virman ve EFT işlemleri, havaleler sistem*

üzerinden yapılıyor. On farklı bankayla sağlanan entegrasyon sonucunda tüm bu işlemler sistem üzerinde dijital olarak gerçekleştiriliyor. Bankadan gelen yanıtla göre aynı işlemler otomatik olarak muhasebeleştiriliyor. Aksi halde tek tek bu işlemleri sisteme girmek, talimatlarını ayrı ayrı dökerek bankaya iletmek, bankanın hesap ekstresini devamlı takip ederek gerçekleşenleri sistemde manuel olarak kapatmak gerekiyor.” (<http://www.makinastore.com/-1-9237-agir-global-ifs-erp-ile-kritik-sureclerinde-zaman-ve-kaynak-tasarrufu-sagladi.html>). Ağır Global’in IFS ERP’ye geçmesi sonucunda tüm işler (stok hareketleri, ürünün ilk gidecek müşteriye yüklenmesi vb.) kolay, daha hızlı ve verimli yürümekte. Ağır Global’de bu gelişmelerle birlikte geliştirilmesine ihtiyaç duyulan unsurlar tespit edilmekte ve kurum içi eğitimlere önem verilmekte.

Hasçelik San. ve Tic. A.Ş.

Çelik sektörünün önemli oyuncularından Faydasıçok Holding, iş uygulamaları alanında SAP’nin ekosisteminde yer alan uluslararası iş ortaklarından itelligence ile anlaşarak, dijital dönüşüm yolculuğunu başlattı. Endüstri 4.0’dan alınan ilhamla ‘Has4steel’ dijital dönüşüm projesi başladı. Projede; SAP S/4HANA, SAP SuccessFactors ve SAP Hybris Sales Cloud çözümleri grubun 1968’den beri Türk sanayisine hizmet veren amiral gemisi Hasçelik ile birlikte Hasparlak ve Hascometal bünyesinde de uygulamaya alınıyor. *“Yapılan açıklamaya göre vasıflı çelik (sıcak) üretimi, parlak çelik (soğuk) üretimi ve vasıflı çelik ile boru dağıtım faaliyetlerinin üç ayrı şirket altında konumlanarak hayata geçirildiği dijital dönüşüm projesinde; makinelerin haberleşmesinden ileri planlamaya, satıştan potansiyel müşterilere kadar tüm iş bileşenleri dijital ortama alındı. Ana verinin tek merkezde toplandığı bir platformun oluşturulduğu projede ayrıca, tüm iş süreçleri sadeleştirilip iyileştiriliyor.”* (<https://www.iha.com.tr/haber-celik-uretiminde-dijital-donusum-721103/>). Faydasıçok Holding Yönetim Kurulu Başkanı Adnan Naci Faydasıçok’un açıkladığı üzere ‘Has4steel’ dijital dönüşüm projesi başlamış, organizasyonun sadeleştirilmiş ve entegre edilmiş iş süreçleri ile yönetilmesi kararlaştırılmış, dijitalleşme tüm grup şirketlerinde en önemli gündem maddesi haline getirilmiş ve bu sayede vasıflı çelik üretiminde hep bir adım önde olarak, günümüz rekabetçi iş ortamında varlıklarını sürdüreceklerine

inanmaktadırlar

(https://www.faydasicok.com/images/content/naci_faydasicok_roportaj-18ocak.pdf).

Gazi Metal Mamüleri San. ve Tic. A.Ş.

Gazi Metal Mamüleri A.Ş.'nin Genel Merkez ve Çelik Servis Merkezi Gebze'de bulunmaktadır. Türkiye imalat sanayisinin merkez üssü olan Gebze'deki tesisleri Çelik Servis Merkezi olarak hizmet vermektedir. Firma buradaki malzemelerini müşterilerin talebine göre boya kesilerek veya dilinerek yeniden ebatlandırmaktadır. Yine firma 2013 yılında Karasu üretim tesislerini tamamlayarak faaliyete geçirmiştir. Firmanın Sakarya Karasu'da yer alan tesisi sektör açısından örnek bir yatırımdır. Endüstri 4.0 standartlarında tam otomasyon kontrollü faaliyet gösteren bir tesistir. Endüstri 4.0 doğrultusunda dizayn edilmiş üretim tesisleri, üst düzey otomasyon sistemleri ile çalışmaktadır. SMS/Almanya ve EBNER/Avusturya firmalarından temin edilen ve son teknoloji ile donatılmış tesiste işgücü minimum düzeyde kullanılmaktadır. Tesiste 70 mühendis ve 230 mavi yaka çalışan mevcuttur. Gazi Metal sahip olduğu profesyonel çalışanlar, teknoloji alt yapısı ve lider kalitesi ile dünya standartlarında üretim yapmaktadır (<http://www.demircelikstore.com/-1-9926-karadeniz-sahiline-yeni-demir-celik-fabrikasi-gazi-metal.html>). Tesiste soğuk haddelenmiş ve sıcak asitlenmiş çelik üretilmektedir. Fabrika belki de Türkiye'nin ilk Endüstri 4.0 uyumlu fabrikasıdır. Makine parkının tamamı Avrupalı firmalardan temin edilmiş, Silisli Sac üretimine uygun olarak Alman SMS Siemag tarafından kurulan, CVC+ teknolojisine sahip üst düzey bir haddeye sahiptirler. Bunun yanı sıra Tavlama ve Asitleme Hatları için Avusturyalı ve İtalyan şirketlerle çalışılmıştır. Fabrikada yüzde 93 otomasyon sistemiyle üretim yapılmaktadır. Sadece yüzde 7 oranında insan payı var denebilmektedir. Tesiste görünen insan sayısı o kadar azdır ki, uzaktan baktığınızda kimse çalışmıyormuş gibi görünmektedir. Otomasyon bu noktada ön plana çıkmaktadır. Enerjiden ve zamandan tasarruf ederek üstün teknolojik ürünler üretmektedirler (<http://www.demircelikstore.com/-1-9112-celik-sektorunun-yukselen-degeri-gazi-metal.html>). Fabrika çevreci bir fabrikadır. 8 bacasından çıkan gaz oranı yüzde birin altındadır. Neredeyse sıvı olarak çıkmaktadır (<https://www.gazimetal.com.tr/iletisim/medya-iliskileri/haberler-ve-duyurular/gazi-metal-celik-sektorunde-turkiyenin-uluslararası-gururu-oldu/>).

Güney Çelik Hasır ve Demir Mamülleri San. Tic. A.Ş.

Güney Çelik Adana'da Hacı Sabancı OSB'de 4 fabrikada, Gebze Dilovası OSB'de 1 fabrikada, Türkiye genelinde ise 5 farklı tesiste hizmet vermektedir. Güney Çelik'in üretim felsefesi inovatif ürün sayılarını artırmak ve sektöre kaliteli ve donanımlı insan yetiştirmektir. Firma sürekli yeni ürün geliştirme ve üretim süreçlerini iyileştirme çalışmaları yapmaktadır. Firma sektördeki ilk Ar-Ge merkezini kurarak öncü olmuştur. Ar-Ge merkezinin çalışmalarıyla yüzde 50 daha tasarruflu üretim hattı geliştirmiştir. Mühendislerinin en iyi şartlarda üretim yapabilmeleri için fabrikalarında son teknolojik donanımlara sahip makineler kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 yolunda ilerlemektedirler. Üretim anlayışlarını bunun üzerine kurgulamaktalar. Üretimde robotlar kullanılmaya başlamıştır. Bununla ilgili şunları söylemekteler; *“Son teknolojiyi takip ederek şartlarımızı hep güncelliyoruz. İnsan eliyle çalışan makinelerin dışında kendi otomasyonlarıyla çalışan insansız makineler tasarlıyoruz. Bu robot makinelere bölgeler tanımlayacağız ve o bölgelere malzemeler taşıyacağız.”* (https://www.akib.org.tr/files/downloads/Akib_Aktuel/akib-89.pdf, s. 36-37).

Kanca El Aletleri Dövme Çelik ve Makine Sanayii A.Ş.

Kanca Endüstri 4.0 tabanlı fabrika altyapısına sahiptir. Üretimde robotlar kullanılmaktadır. Üretimde kullanılan robotlar zorlu üretimlerin altından başarıyla kalkmaktadır. Firma el aletleri sektörünün ilk Ar-Ge merkezini kurmuştur. Firma ileri teknolojisiyle müşterilerini memnun etmektedir. Firma dönüşen altyapıya ayak uydurmuştur. Endüstri 4.0 altyapısı ekseninde robotlarla gerçekleştirdikleri üretimleriyle ithalatın önüne geçmektedirler. Kanca yeni teknolojilerle çalışmaktadır. 550 çalışanları ve 50 tane de robotları vardır. Robotlara ve otomasyona önem vermektedirler. İnsanların gün içerisinde ağır parçalarla çalışması mümkün değilken robotlar bu işleri yapabilmektedir. Zor ve seri olması gereken işleri robotlara yaptırmaktalar. Kanca Türkiye'de kameralı kontrol sistemlerini geliştiren ilk firmadır. (Kameralı kontrol sistemleri ile kalite kontrol yapan Avrupa'da 1 firma vardır.) Normalde bunları insanlar yapıyordu. İnsanların yaptığı kontrollerde yorgunluk ve hata payı yüksektir. Kamera sistemleriyle hem insana bağımlılık hem de hata oranı düşmektedir (<http://www.kanca.com.tr/Content/NewsDetail.asp?Section=News&Act=Detail&NewsID=120&GroupID=0>).

4.4 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma nitel bir araştırmadır. Araştırmada vaka analizi ve mülakat (görüşme) tekniği kullanılmaktadır.

4.4.1 Vaka Analizi

Gerçek ya da kuramsal bir iş olayının etrafında şekillenen ve birçok beceri kullanılarak çözüme ulaştıran çalışmalara vaka analizi adı verilmektedir (<https://blog.youthall.com/vaka-analizi-nedir-neden-vaka-analizi-yapilmalidir/>).

4.4.2 Mülakat Tekniği

Mülakat (görüşme) çeşitli amaçlarla (örn. personel seçiminde, işe alınacak kişiyi seçmek amacıyla, örgütlerde performans değerlendirmesinde, terfi ve ücret kararlarının verilmesinde vb.) kullanılabilen bir veri toplama aracıdır. Mülakat tekniğinden bilimsel araştırmalarda da yaygın olarak yararlanılmaktadır. Mülakat araştırılan bir konuda elde edilmesi zor bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ın Kocaeli'de metal sektöründe yeni ve henüz sınırlı uygulamaları görülmektedir. Bu faktör araştırmanın bir zorluğunu oluşturmaktadır. Bunun için araştırılan konuda toplam 10 kişi ile yapılandırılmış görüşmeler yapılarak, ulaşılması zor bilgilerin onlardan elde edilmesi hedeflenmektedir.

4.5 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Araştırmanın sınırlılıkları şunlardır;

- a. Araştırma 2020-2021 yıllarını kapsayan zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Bu, araştırmanın zaman sınırlılığını oluşturmuştur.
- b. Kocaeli'de metal sektörü firmalarından en büyükleri arasında dahi Endüstri 4.0'a uyumlanma konusunda önemli sayılacak adım atmamış olanlar vardır. Bunun için 9 adet metal firması (belirlenen firmaların endüstri 4.0 uygulamaları) araştırmada incelenmek için seçilmiştir. Bu faktör de araştırmanın diğer önemli sınırlılığını oluşturmuştur.

Daha uzun süreli araştırmalar yapılması ve Kocaeli’de metal sektörü firmalarında artan endüstri 4.0 uygulamaları ile araştırma konusunda daha kapsamlı verilere ulaşılabilecektir.

4.6 MÜLAKAT SORULARININ HAZIRLANMASI VE MÜLAKAT SÜRECİ

Görüşüleceklerle yapılacak mülakatlar için araştırılan konuda detaylı bilgiyi sağlayacak sorular hazırlanmıştır. Mülakat soruları aşağıdakiler olarak belirlenmiştir;

- a. Endüstri 4.0’ın işletmenizde istihdama olası etkileri konusunda ne düşünöyorsunuz? Açıklar mısınız?
- b. Endüstri 4.0 ile üretimde insan iş gücünün yerini robotların alacağı, insan çalışanların işlerini kaybedecekleri söyleniyor. Bu görüşe katılıyor musunuz? Katılıyor ya da katılmıyorsanız nedenini açıklar mısınız?
- c. Endüstri 4.0 işletmenizde en çok hangi departmanlarda zaman içerisinde insan çalışanlara ihtiyacı azaltabilir ya da ortadan kaldırabilir? Açıklar mısınız?
- d. Sizce Endüstri 4.0 işletmenizde hangi departmanlarda istihdamı en az etkiler? Açıklar mısınız?
- e. Endüstri 4.0 ile beraber yeni mesleklerin ortaya çıkacağı söyleniyor. Bir yandan işletmenizin değişik bölümlerindeki bazı görevleri yerine getirenlere ihtiyaç azılırken, diğer yandan bazı yeni işleri yapacakların önemi artabilir mi? Bu konuda fikriniz varsa açıklar mısınız?
- f. Alman Endüstri 4.0 Vizyonu zannedilenin aksine Endüstri 4.0’ın örgütlerde istihdamı azaltmayacağını, gelecekte örgütlerde yeni işleri yapacakların ortaya çıkmasıyla istihdam dengesinin korunacağını hatta istihdamda artış olacağını öngörüyor. Bu öngörü hakkında düşönceniz ne?
- g. Sizce Endüstri 4.0 işletmenizde çalışma koşullarınızı nasıl etkileyecektir?
- h. Endüstri 4.0’ın olumlu yanlarından biri olarak örgütlerdeki çalışanlar için çalışma koşullarını daha iyi hale getireceği savı ortaya konuluyor? Bu sava katılır mısınız?
- i. Endüstri 4.0 işletmenizdeki beyaz yakalı çalışanları nitelik ve nicelik olarak etkileyecek midir?
- j. Endüstri 4.0 mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyecektir?

4.7 ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Araştırmaya katılanların birinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, Endüstri 4.0'ın işletmelerinde istihdamı olumsuz etkileyeceğini düşünen 3 katılımcı birinci soruya şöyle cevap vermiştir; Daha az vasıflı standart işler yapan çalışanların ve mavi yakanın istihdamının azalacağını ve yerini otomasyona bırakacağını düşünüyorum./ Bununla ilgili öngöründe bulunabilmek için öncelikle endüstri 4.0'ın neleri kapsadığını ve ne amaçla ortaya çıktığını iyi anlamak lazım. Bildiğim kadarıyla endüstri 4.0 ilk olarak Almanlar tarafından ortaya atılmış ve endüstride dijitalleşmeyi merkeze alan bir kavram. Burada hedeflenen, nesnelerin internetini her alanda kullanarak akıllı fabrikaların önünü açmak. İlk endüstri devriminde nasıl ki kas gücünün yerini buharlı makineler aldıysa, şimdi de insan gücünün yerini tamamen makinelerin ve robotların alması hedeflenmekte. Hem de insanın sadece fiziki emeğinin değil zihinsel emeğinin de ikame edilmesi şeklinde. Olaya bu açıdan bakarsak, uygulayabildiğimiz takdirde, ben endüstri 4.0'ın bizim işletmemizde istihdamı azaltacak bir etkisinin olacağını düşünüyorum./ İşletmemiz henüz endüstri 4.0'a hazır durumda değil, ancak konuyla ilgili güncel gelişmeleri yakından takip ediyoruz. Endüstri 4.0'ın işletmemizde uygulanabilmesi için önümüzde en azından 5-10 yıllık bir süreç olduğunu düşünüyorum. Ancak bu süreçle birlikte istihdamda azalma olacağını öngörüyorum. Daha vasıfsız olarak değerlendirebileceğimiz mavi yakalı sayısı azalırken beyaz yakalı veya yeni yakalı diye tabir edebileceğimiz çalışan sayısında artış olacağını düşünüyorum. Sonuç olarak toplam çalışan sayısı azalacaktır diyebilirim.

Endüstri 4.0'ın istihdamın yapısını değiştireceğini düşünen üç katılımcı birinci soruya şöyle cevap vermiştir; Bence endüstri 4.0 toplamda yapılan işi azaltmayacak. Ancak dijitalleşmeyle birlikte yaptığımız işin içeriği ve şekli değişecek. Biz gene üretimimize devam edeceğiz. Ama üretimde istihdam azalırken işin hizmet kısmında, müşteri ilişkileri kısmındaki yük artacak. Dijitalleşen sistemin devamlılığını sağlamak için de daha fazla ve daha farklı eğitimlere sahip bakım elemanları gerekecek. Bu anlamda toplam çalışan mavi yakalı sayısında azalma olurken beyaz yakalı sayısında artış olacağını düşünüyorum. Ödenen ücret anlamında bakarsak, toplam ödeyeceğimiz miktar artacaktır. Ancak bunun da artacak verimlilik ile kompanse edileceğini düşünüyorum./ Çok kabaca istihdam gücünü mavi ve beyaz yakalıları olmak üzere iki ayırırsak, imalat

sektöründe faaliyet gösteren birçok işletmede tam anlamıyla Endüstri 4.0'a geçiş sağlandığında, mavi yakalı çalışanların istihdamının büyük oranda azalacağını ve beyaz yakalı çalışanların istihdamında oransal olarak önemli bir artış olacağını beklemekteyim./ Ben endüstri 4.0'la birlikte işsizliğin artacağına inanmıyorum. Bu konuda karamsar değilim. Çünkü maliyetlerin azalmasıyla, tüketimin artacağını ve otomasyonla ikame edilecek insan işgücünün ortaya çıkacak yeni mesleklerde istihdam edileceğini düşünüyorum. Ancak burada şunu da söylemekte fayda görüyorum. İstihdamda mavi yakalıdan beyaz yakalıya doğru bir kayış olacaktır. Mavi yakalıların sayısı azalırken beyaz yakalıların sayısı artacaktır ya da mavi yakalı kavramı yeniden tanımlanacaktır.

Kalan 4 katılımcı ise şunları söylemiştir; Daha nitelikli, görevleri ilişkilendirmeyi ve programlandırmayı bilen insanlardan istihdam sağlayıp biraz daha ara eleman işinden kurtulabiliriz. Fiziki gücüyle çalışan insanı azaltır, beyin gücüyle çalışan insanı çoğaltır bizim işletmemizde. Yani endüstri 4.0'la birlikte iyi bir koordinasyon sağlayabilirsek 65 kişinin herhalde 40'lara düşeceğini düşünüyorum. Bence azaltır./ İstihdamı mutlaka azaltacağını düşünüyorum. Bu aslında Türkiye'deki pek çok imalatçının talebi. Niye talep ediyoruz? Biz ülke profili olarak nitelikli çalışma saatlerinde nitelikli çalışmaya uygun bir millet değiliz. Çok fazla boşa geçen zamanımız var. Verimsizliklerimiz çok fazla./ Bunun istihdama olumsuz yönde bir takım etkileri olacağı açık. Buna istihdam arttırıcı demek mümkün değil. Ancak buradaki etkileri, hakikaten beklendiği ölçüde büyük mü olur? Bunu şimdiden öngörebilmek kolay değil. Ama her halükarda olumsuz bir etkisi olacaktır. Endüstri 4.0 sonucunda iş yerinde eleman fazlası ortaya çıkacaktır. Ancak ben şunu şöyle değerlendiriyorum. Ortaya çıkacak olan eleman fazlalığı mutlaka o şirketin yapacağı birtakım ilave yatırımlarda değerlendirilebilir. Ya da her şirkette bir şekilde fazla mesai veriliyor. Açığa çıkan fazla iş gücü belki fazla mesainin ortadan kaldırılmasında kullanılabilir. Her şirkette gerek istirahatler sebebiyle gerek yıllık izinler sebebiyle mutlak surette bir takım fazla mesai ihtiyaçları doğuyor. Açığa çıkacak istihdam fazlası oralarda %100 değerlendirilemese de büyük ölçüde fazla mesaiyi ortadan kaldıracaktır. Çünkü bugün fazla mesai de bir yerde şirketlerin sırtında çok ciddi maliyet. Yani en azından o yükten kurtulmuş olacaksın. Daha verimli bir iş yönetimi yapacaksın. Dolayısıyla endüstri 4.0'ın işsizliğe menfi etkisi olacak olsa da büyük bir işsizliğe sebebiyet verebileceğini düşünmüyorum./ ... Bundan kaçınmanın tek

yolu, o endüstri sürecinin içinde olup, takip edip, bu verimlilik odaklı çalışmalarını işimizin avantajına değerlendirip, kapasitelerimizi büyütüp, bunun içinde de gene aynı insanların farklı pozisyonlarda istihdam edilmesinin yollarını açmak. Bunun için de görev gene çalışanlara düşüyor. Çalışanlar da kendi niteliklerini yükseltmek zorundalar ki bu treni kaçırmazlar ve onlar da bir tık yukarı çıkıp bu sürecin içinde yer almaya devam etsinler ve bu süreci geliştirsinler. Çünkü insansız hiçbir şey olmayacak. Yani 0 insan diye bir sonuç yok. Sadece burada azalan insan sayısı, endüstrinin diğer aşamalarında da hep problem olmuş, hep tartışılmış ama günümüze gelip geriye baktığımızda görüyoruz ki, bunun sonuçta, totalde, olumsuz bir çıktısı olmamış. Burada da ben gene aynı şekilde geriye dönüp bakacağımız zaman, bir 10 yıl 20 yıl sonra, bunun radikal bir işsizliğe neden olacağına inanmıyorum. Sadece kendi niteliklerini geliştirmeyen insanlar burada bir adım geride kalacaklar. Onlar için işsizlik söz konusu olabilir. Böyle sıkıntılar doğabilir.

Araştırmaya katılanların ikinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0 ile üretimde insan işgücünün yerini robotların alacağı, insan çalışanların işlerini kaybedecekleri görüşüne katılan 3 katılımcı ikinci soruya şöyle cevap vermiştir; Endüstri 4.0'la birlikte insan iş gücünün yerini robotların alacağı fikrine katılıyorum. Bunun sonucunda, özellikle vasıfsız diye nitelendirebileceğimiz mavi yakalı çalışanların çoğunun işlerini kaybedecekleri bir gerçek. Ancak şu anda öngöremediğimiz başka mesleklerin ortaya çıkmasıyla yeni istihdam alanlarının oluşacağını da söyleyebiliriz. Burada önemli olan vasıfsız durumdaki mavi yakalı çalışanların bu yeni ortaya çıkacak mesleklerde istihdam edilip edilemeyecekleri. Bunun mümkün olabilmesi için mavi yakalı çalışanların ciddi eğitimler alması gerekecek. Tabii ki bu, bugünden yarına mümkün olabilecek bir şey değil. Şu andan başlayarak eğitim sisteminde ciddi reformlar gerektiren bir durum./ Endüstri 4.0'la birlikte iş 4.0 diye tanımlayabileceğimiz bir kavram da ortaya çıkmakta. İnsanların işi endüstriyel gelişme ile önemli ölçüde değişecek. Rutin iş süreçleri algoritmalar içinde formüle edilebilir ve makineye aktarılabilir hale gelecek. Dolayısıyla insan iş gücünün yerini büyük oranda robotların ve otomasyon sistemlerinin alacağını söyleyebiliriz. Bunun yanında yeni iş tanımlarıyla birlikte yeni mesleklerin de ortaya çıkması çok olası. Ancak bu mesleklerde istihdam edilecek çalışanların farklı eğitimlere, farklı vasıflara sahip olmaları gerekecektir. Bizim geleneksel üretim süreçlerimizde çalışmakta olan mavi yakalıların bu sürece kolay

adapte olabileceğini sanmıyorum. Onun için oluşabilecek işsizlik tehlikesine karşı şimdiden devlet, işletmeler ve bireyler olarak gereken önlemler alınmalı. Eğitim sistemi gelişen teknolojiye uyumlu hale getirilmeli ve çalışanlar da imkanları ölçüsünde teknolojik bilgilerini arttırmaya çalışmalılar. Aksi halde endüstri 4.0 işsizlik oranında ciddi artışlara neden olabilir./ Katılıyorum. Yani şu anda insanın, fiziki olarak çalışan insanın yerine bir robot koymuş olacaksınız. Ama programlama sürecinde gene insan çalışacak. Dolayısıyla burada %100 olmasa da %35-%40 oranında insan istihdamı azalacaktır./

Bu görüşe katılmayan 3 kişi ikinci soruya şöyle cevap vermiştir; Katılmıyorum. Kısa vadede insan çalışanların işlerini kaybetmesi çok olası olsa da, yetkinliklerini geliştiren ve yeni yetkinlikler ekleyen insanlar için mutlaka yeni iş olanakları olacaktır. Belli bir adaptasyon süreci olacağı kesin./ Üretimde insan iş gücünün yerini tamamen robotların alması mümkün değil. En azından yakın ve orta vadede mümkün olacağını sanmıyorum. Çünkü işin bir tarafında gene inisiyatif kullanılmasını gerektiren noktalar olacaktır. Örneğin bizim işletmemiz, tamamen müşteri tasarımı ve siparişine dayanan, kesinlikle stoğa üretimin olmadığı bir tarzda faaliyet göstermekte. Bunu da robotların başarması mümkün değil. Ancak otomotiv gibi, beyaz eşya gibi yüksek miktarda standart üretimin yapıldığı fabrikalarda üretimde insan sayısının büyük oranda azalacağını göreceğiz./ Benzer bir düşüncenin Ford üretim bandı, Toyota JIT stok yönetimi gibi devrimsel süreçlerde de ortaya atıldığı düşünülecek olursa uzun vadede bunun olmayacağını düşünüyorum. Ancak kısa ve orta vadede, insanlar geçici bazı sıkıntılar yaşayabilirler. Çalışanlar değişime adapte oldukları sürece işlerini koruyabilecekler. Uzun vadede ise, eğitim sistemi zaten endüstri 4.0'ın ihtiyaçlarına göre şekilleneceğinden, yeni dijital düzende çalışabilecek nitelikte çalışanlar yetişecektir. İhtiyaç duyulan iş gücü niteliklerinin neler olduğu anlayan ve kendilerini bu yönde geliştirenlerin problem yaşayacağını sanmıyorum.

Kalan 4 katılımcı ise şunları söylemiştir; Katılıyorum. Ama bir taraftan da şunu düşünüyorum. Yani sektörel bazda gene nitelikli, doğru insanların çalışacağını düşünüyorum. Ama özellikle bazı alanları doldurmak için herkes, hepimiz kendi bünyelerine farklı adamlar alıyoruz. Operatör, nitelikli niteliksiz, eğitilmiş eğitimsiz. Bugün bunlarla ilgili zaman kayıplarını yaşamayacaksınız artık otomasyona geçtiğiniz

zaman. Sisteme talimatı geçeceksiniz. Bu sefer o sistemi çalıştırmak için kendi bünyende farklı adamlar tutman icap edecektir. Yani bu işte bir sistem, kendi şirketinde bir IT elemanı çalıştırmak zorunda kalacaksınız. Belki yarın öbür gün sistem-yazılım mühendisi çalıştırmak zorunda kalacaksınız. Oradaki değişimi, niteliksiz elemandan nitelikli elemana bir dönüş olarak görüyorum şahsen./ Endüstri 4.0 ile üretimde insan iş gücünün yerini robotların alacağını, vasıfsız iş gücünün işlerini kaybedeceklerini söyleyebiliriz. Fakat bu Endüstri 4.0'ın özelinde olan bir durum değil, ve ilk sanayi devriminde buhar makinesinin icadıyla başlayan, elektrik ve daha sonrasında dijitalleşmeyle devam eden bütün sanayi devrimlerinde bunu tecrübe ettik. Ama bunu işsizliği arttıracak olan olumsuz bir durum gibi değerlendirmemek lazım. Tam aksine Endüstri 4.0, yeni devrime adaptasyon sürecinde yaşanacak geçici bir işsizlikten sonra, daha vasıflı, daha az çalışarak hem maddi hem de manevi karşılığın daha fazla olacağı yeni istihdam alanları doğuracaktır./ Elbette ki teknolojinin gelişmesiyle birlikte burada birtakım robotlar devreye girecek. Bunların devreye girmemesi mümkün değil./ Gene makinaları yapan, gene kontrolü yapan, gene işin tümüne hakim olan insan. Ve öyle olmaya devam edecek. Sadece azalan ve nitelikleri yükselen sayıda insanlar bu süreci takip ettirebilecekler. Bunu yakalayamayanlar da bazı sıkıntılar yaşayacak.

Araştırmaya katılanların üçüncü soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, 5 katılımcı bu soruya şöyle cevap vermiştir; Kendini tekrar eden, standart, fiziksel ve emek yoğun işleri yapan bölümlerde, mesela üretimde ve idari işlerde istihdam ihtiyacını azaltabilir./ Özellikle rutin, kişiye bağlı olmayan, sürekli tekrarlanan işler neredeyse, o departmanlarda insana ihtiyaç azalacaktır. Zihinsel anlamdaki katma değer az olduğu işler. Örneğin, üretim, paketleme, kalite kontrol departmanları./ Yapıları gereği daha az katma değer artışı sağlayan, tekrarlanan, rutin ve nispeten tehlikeli sayılabilecek işlerde çalışanların sayısı azaltılabilir veya tamamen ortadan kalkabilir. Bizim işletmemiz açısından üretimin bazı aşamalarında bunun olması mümkün. Ayrıca paketleme ve sevkiyat departmanlarında da sürecin standartlaşması ile otomasyon arttırılabilir ve nesnelerin interneti ile buradaki çalışan sayısı minimize edilebilir./ Bir kere tabii burada endüstri 4.0'ın uygulanabileceği departmandan ziyade, bence olayın felsefesine bakmak lazım. Mutlak surette, burada bir kere bilgisayarlar çok yoğun olarak devrede olacağı için departmandan ziyade işin kendisinde, yani işin içeriğinde makinaların kendi aralarında konuşabileceği alt yapıya sahip prosesler

gündeme gelecektir diye düşünüyorum. Yani bunda herhangi bir departmandan ziyade seri imalat yapan departmanların mevcut olduğu yerlerde endüstri 4.0'ın daha çok uygulama alanı bulacağını düşünüyorum./ Tekrarlanan ve bedensel olarak insanı yoran işlerde veya çalışanlar için, iş güvenliği kurallarına uyulsa da, tehlike arz eden işlerde çalışan sayısı azalabilir. Bu bölümler de daha çok imalat ve paketleme bölümleri.

Kalan 5 katılımcı ise şunları söylemiştir; Bizim işimizde insan için tehlikeli olabilecek ve işin tekrarlandığı yerlerde endüstri 4.0 uygulamaları ile insan çalışanların istihdamı azaltılabilir. Örneğin cevher hazırlanması ve döküm aşamalarında. Sonrasında parçaların talaşlı imalatı kısmında da robotlar istihdam edilebilir./ CNC işleme merkezlerinde operatörleri ortadan kaldırabilir. Ama bunun karşılığında programlama yapmak ve koordinasyon için de insan istihdamı gerekecektir. Siber fiziksel sistemlerin kodlanması, kurulumları, onların arızalarının giderilmesi için insana ihtiyaç olacaktır./ Biz ekstrüzyon kalıpları yapan bir firmayız. Dolayısıyla bizim işimizde endüstri 4.0'ın uygulanıp en doğru sonucun alınabileceği alan işleme merkezleri. CNC hattı. Çünkü ürünün en fazla işlem gördüğü hat burası./ Öncelikle Endüstri 4.0'ın herhangi bir işletmenin herhangi bir departmanın bütün iş gücünü tamamen ortadan kaldıracağını düşünmüyorum. Ama oransal olarak sırasıyla en çok üretim, operasyon ve insan kaynaklarında istihdamın azalacağını düşünüyorum./ ...ben, hala orada insanların azalacağına değil, o insanların yükselen kapasiteyi karşılamak üzere farklı görevlerle işlerine devam edeceğine inanıyorum. Onun için de mavi yakada bu kadar büyük bir erozyon beklemiyorum. Bunun yanında işin bir de beyaz yaka kısmı var. Beyaz yaka kısmında yaşanan otomasyon bir makine otomasyonu değil, ama süreç otomasyonu şeklinde işliyor. Burada da insanlar yaptıkları işin giderek otomasyona dönüşmesiyle aynı tehlikeyle yüz yüzeler. Ama burada beyaz yakanın niteliksel donanımlarını arttırarak su üzerine çıkabilmesi mavi yakaya göre görece daha kolay diye düşünüyorum. O zaman belki de şunu söyleyebiliriz: rutin ve sürekli tekrarlanabilir işler ve bu işleri yapan kişiler belki de zamanla ortadan kalkacak. Yani sanayi de olsun, beyaz yaka ağırlıklı çalışılan sektörlerde olsun, rutin iş diye bir şey artık insanlara emanet edilmeyecek.

Araştırmaya katılanların dördüncü soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, 6 katılımcı bu soruya şöyle cevap vermiştir; Satış, pazarlama, girişimcilik, Ar-Ge,

IT/bilişim, finans departmanlarını daha az etkileyecektir./ Zihinsel anlamda emek gerektiren, değişkenlik gösteren ve kişisel ilişkilerinin önemli olduğu yerlerde her zaman insana ihtiyaç olacaktır. Tasarım, pazarlama ve satış departmanları ile insan kaynakları, bence insanın en önde olduğu departmanlar. Buralarda insanın yaptığı işi robotların yapması oldukça zor. Bunun olması için yapay zekanın daha çok yol kat etmesi lazım./ Tasarım, satış, muhasebe ve finansman departmanlarında istihdam en az etkilenecektir. Çünkü buralarda insanların tecrübelerine ve karar verme becerilerine ihtiyaç var./ Stratejik planlama, operasyon yönetimi, kriz yönetimi ve buna benzer, karar alma mekanizmasının işlemleri gereken departmanlar Endüstri 4.0 uygulamalarından en az etkilenecektir./ Nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyulan finans ve yönetim departmanları bu devrimden istihdam anlamında en az etkilenecektir./ Muhasebe, finans, insan kaynakları, teknik büro ve kalite kontrol bölümlerinin en az etkileneceğini söyleyebilirim. Çünkü bu bölümlerdeki işler otomasyona uygun, standardize edilebilir işler değil. Buralarda mutlaka insan çalışanlara ihtiyaç olacaktır.

Kalan 4 katılımcı ise şunları söylemiştir; Yazılım. Tasarım. Şu anda sanal ortamda kalıp testleri yapıyoruz. Simülasyon programı bize şunu şöyle yanıtlıyor yapıyorsunuz, bunu böyle doğru yapıyorsunuz diyor. Bunun sonuçlarına göre kalıbı tekrar revize ediyoruz. Ama temel girdi hala insanın bilgisi ve tecrübesi. Sen temel bir girdi olarak, düşünceyi bir resme ve üç boyutlu çizime çeviriyorsun. Onu programa yüklüyorsun. Program onun üzerinden sana yorum yapıyor. Biz sürekli aynı parçayı üretiyor olsak, programlaması yapay zeka tarafından yapılabilirdi belki. Ama biz her defasında yeni ve farklı parça ürettiğimiz için, ilk başlangıcını insan yapmak zorunda. Bunu yapay zekanın yapabilmesi için daha çok geliştirilmesi lazım. Yani kısa sürede olabilecek bir şey değil. Bence değil. Dolayısıyla insana oradaki ihtiyaç devam edecek. İşin en önemli kısmı başlangıcı. Şu anda işi insan başlatmak zorunda. Yapay zeka da olsa, ilk başlangıcı insan yapıyor. Ondan sonrası öğrenmeye başlıyor. Bir de satış kısmında istihdamı çok etkileyeceğini düşünmüyorum. Çünkü müşteri ilişkileri kısmında her zaman insana ihtiyaç olacaktır. İkili ilişkilerde insana ihtiyaç var./ Satış. Erozyon. Bizim kendi birimlerimizden. Ve dizayn. Buralar en az etkileyecek yerler. Çünkü bunların hepsi bireysel kabiliyetlerin hat safhada olduğu yerler. Dolayısıyla burada bir otomasyonla süreç yönetimi çok zayıf olur. Otomasyon destek olur tabii ki. Mesela bir satışta doğru bir yazılımla çok farklı noktalara ulaşabilirsin. Ama gene sonuç itibarıyla pazarlamada

katkısı olur. Satışta olmaz. Dolayısıyla en az olacağı yerler bence buralar./ Bir bakım departmanında bunu düşünmek çok kolay değil. Çünkü bakım departmanında bir yerde alıyorsun arızalı bir parçayı veya periyodik bakım gerektiren bir parçayı söküyorsun, dağıtıyorsun, topluyorsun. Şimdi buralarda endüstri 4.0'ı çok fazla belirleyebilmek veya kullanabilmek kolay olmayacaktır. Ben imkansızdır demiyorum. Belki ileride görürüz. Onun da belki teknolojinin olacağı yıllar, dönemler olacak. Ama en azından ben ilk etapta o departmanların, yani yan departmanların, işte bakımdır, kalite güvencedir, bu tip departmanların sanki bu endüstri 4.0'dan daha az etkileneceğini düşünüyorum./ Hangi departmanlarda istihdamı en az etkiler dediğimiz zaman, temel ayrımı mavi yaka beyaz yaka olarak yaparsak, beyaz yakada görece daha az etkileyeceğini tahmin ediyorum. Gelişmeler de üç aşağı beş yukarı bunu doğruluyor. Beyaz yakanın da kendi içindeki ayrıma bakarsak, otomasyon ve dijitalleşme sonucunda, belki muhasebe, finans gibi bölümlerde, ya da depo-lojistik gibi bölümlerde azalmalar olabilir. Ama buna karşılık şirketler ayakta kalmaya, gelişmeye devam etmek istiyorlarsa ki başka şansları yok, ArGe, inovasyon vesaire gibi departmanlarda insanların beyin gücüyle bu gelişime hizmet etmeleri için yeni olanaklar açmak zorundalar. Onun için görece olarak onların daha az etkileneceğini tahmin ediyorum. Beyaz yakanın ve özellikle yüksek teknik nitelikli mühendis ve benzer konularda çalışan insanların işlerini kaybetmeyeceğine, tam tersine o mesleklerin çekim merkezi olacağına inanıyorum. Bunun haricinde insan ilişkilerinin daha önemli olduğu, mesela satış-pazarlama gibi, insan kaynakları gibi, yani en son insanın karar vermesi gereken noktaların olduğu bölümler de daha az etkilenebilir. Gerçi onlar da dijitalleşmeden nasibini alıyor. Bu konuda yapılan çalışmalar var ve başarısız da değil. Ancak burada insanın beklentisi şu: hepimiz insanız ve hepimiz takdir edilmekten hoşlanıyoruz. Ve bunu bir makinenin yapmasından da hoşlanacağımızı hiç zannetmiyorum.

Araştırmaya katılanların beşinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, 7 katılımcı beşinci soruya şöyle cevap vermiştir; Verimi arttıracak, “agile yönetim” vizyonuna uygun, insanlarla makinelerin dilini bir araya getirecek meslek dallarının öneminin artacağını düşünüyorum. Ortaya çıkacak “büyük veri”nin işlenmesini ve doğru şekilde kullanılmasını sağlayacak yeni iş kolları mutlaka ortaya çıkacaktır./ Kesinlikle yeni meslekler ortaya çıkacaktır. Ancak bu durum mavi yakalı çalışanlardan çok, beyaz yakalı çalışanların avantajına olacaktır diye düşünüyorum. Çünkü mavi

yakalı çalışanlardan beklenen işleri otomasyona döküp dijitalleştirmek gittikçe kolaylaşacak. Beyaz yakalı çalışanlardan beklenen işler ise değişecek ve daha karmaşık hale gelecek. Beyaz yakalı çalışanların önemi artacak, çünkü sistem karmaşılaştıkça daha hassas hale gelecek ve beyaz yakalılar daha zor problemleri çözmek durumunda kalacaklar./ Üretimdeki mavi yakalıların sayısı azalacaktır. Ancak verimliliğin artması ile yeni pazar ihtiyacı da doğacaktır. Üretilen fazla ürünü pazarlayabilmek için daha çok pazarlama elemanı gerekecektir. Ayrıca lojistik ve sevkiyat departmanının da işi artacak ve dolayısıyla buradaki eleman sayısı da fazlalaşacaktır. Sistemin dijitalleşmesi ile bakımcı, mühendis, yazılımcı ve IT uzmanı olan teknik elemanlara ihtiyaç doğacaktır./ Robotlar ve siber fiziksel sistemler hayatımıza girmeye başladıkça, imalat sürecinde bu makinelerin parçalarını temin etmek, bakımlarını yapmak, yazılımlarını güncellemek için bu konuda eğitim almış ve beceri kazanmış çalışanlara ihtiyaç duyulacak. Özellikle bilgi güvenliği ve siber güvenlik uzmanlığı konularında çalışacakların önemi artacaktır./ Kesinlikle. Yeni alanlar açılacaktır. Şu an aklımıza gelmeyen birçok yeni mesleğin doğacağı şüphesiz. Özellikle verilerin işlenmesi, depolanması konusunda, IT ve IoT uzmanlığı gerektiren yeni meslekler oluşacak. Endüstri 4.0'ın en önemli bileşenlerinden siber fiziksel sistemleri kullanabilen, programlayabilen elemanlara da ihtiyaç olacaktır./ Kesinlikle. Biraz önce söylediğim gibi. Yani oradaki insan adedini azaltmak, kontrolü arttırmak gerekebilir. Ama örneğin şu anda bizim işletmemizde ERP sistemi kullanıyoruz. Bu ERP'nin yönetilmesi bile işi bilen birisine ihtiyaç hissettiriyor. Şu anda mesela öyle bir arkadaş alacağız. Bunun yanında bizim işimiz ile ilgili farklı mobil yazılımlar uygulanıyor. Ben de şu anda bir aplikasyon yazdırıyorum bizim şirketimiz ile alakalı. Bunun için de bir IT elemanı lazım olacak. Bunu bünyeye katacaksınız. Her yeni yenilikle aslında total rakam olarak, yani parasal anlamda bence bir şey değişmeyecek. Sadece kişi adedini etkileyecek. 5 tane vasıfsız çalışmayacak ama 2 tane vasıflı çalışacak. Yani totalde de o 2 kişi, o 5 kişinin rakamını alacak./ Endüstri 4.0 ile beraber yeni mesleklerin ortaya çıkacağı tartışılmayacak bir gerçektir. 10 yıl öncesine kadar var olmayan bir çok meslek bugün Endüstri 4.0 ile birlikte önemli istihdam alanları oluşturmaktadır. Veri bilimi uzmanlığı, veri güvenlik uzmanlığı, yapay zeka programcılığı, robotik mühendisliği, IoT mimarlığı, blockchain geliştiriciliği, 3D üretim mühendisliği, giyilebilir teknoloji tasarımcılığı, AR (Artırılmış Gerçeklik) ve VR (Sanal Gerçeklik), UX (Kullanıcı Deneyimi) Geliştiriciliği/Tasarımcılığı gibi meslekler yakın

bir geleceğin en popüler meslekleri olarak karşımıza çıkacaktır. Bununla birlikte IT departmanları bütün işletmelerde en önemli departmanlardan biri haline gelecektir.

Kalan 3 katılımcı ise şunları söylemiştir; Şimdi tabi burada yeni meslek adı ne olur bilemem. Ancak burada özellikle bilişimle ilgili, sadece bilgisayar demiyorum, bilişimle ilgili her türlü elemana, gerek alt kademede gerek son kademede çok ciddi bir şekilde ihtiyaç duyulacak. Çünkü günün sonunda sen ne yapacaksın, makinaları ya da prosesleri birbiriyle konuşturacaksın. İşin özünde zaten o var. Sürekli sahadan veri toplayıp o verileri belli bir ana veri sisteminde bir araya getirip birbiriyle konuşturmak. En önemli mesele bu. Ve ondan sonra da ben işletmeyi nasıl minimum insan işgücüsüyle çevirebilirim, ilave bir takım yatırımlarla nasıl ben bu senkronizasyonu sağlarım, nasıl bu entegrasyonu sağlarım, işin özünde bu var zaten endüstri 4.0'da. En azından benim anladığım o. Dolayısıyla bu noktada elbette ki elektronik mühendisliği, proses otomasyon mühendisliği gibi mesleklerin eğitimleri daha detaylı olacak, daha ayrıntılı birtakım bölümler açılacak. Ama özünde bir kere ERP ile ilgili, yani kurumsal kaynak planlamayla ilgili her türlü yazılım, sahada mutlak surette otomasyon ve robot sistemleriyle konuşabilir hale gelecek. Ki zaten aslında şu anda bile veri toplama noktasında bunlar var. Ama veri toplayıp veriyi değerlendirme ve yorumlama noktasında var. Ancak endüstri 4.0 ile birlikte bu veri yorumlama, işletmeleri aksiyon almaya yönlendirecek. Veriler toplanacak. O verilerin kaynaklarındaki olumsuzlukları, problemleri görüp onunla ilgili nasıl bir aksiyon alınabilir? Yani mekanik veya elektromekanik veya elektronik+elektromekanik olacak şekilde sahada nasıl belli hareketler sağlanabilir? Bununla ilgili meslekler ortaya çıkacak./ Yüksek teknik nitelik gerektiren, ArGe ve inovasyona dönük işlerdeki eleman ihtiyacı bence katlanır şekilde artacak ve bu meslekler çok daha yüksek çekim merkezi haline gelecekler./ Özellikle elektrik-elektronik ve otomasyonla ilgili alanlarda hayatımızı kolaylaştıracak ve yaşam standardını yükseltecek yeni mesleklerin ortaya çıkacağını düşünüyorum. Tekrarlanan ve programlanmaya müsait görevler siber fiziksel sistemler tarafından yerine getirilebilir. Endüstri 4.0 bağlamında bulut bilişim uzmanlığı, büyük veri analistliği, siber güvenlik uzmanlığı, siber fiziksel sistem mühendisliği gibi yeni meslekler ortaya çıkacak.

Araştırmaya katılanların altıncı soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, Endüstri 4.0 vizyonunun zannedilenin aksine Endüstri 4.0'ın örgütlerde istihdamı azaltmayacağı, gelecekte örgütlerde yeni işlerin ortaya çıkmasıyla istihdam dengesinin korunacağı hatta istihdamda artış olacağı öngörüsüne katılan 3 katılımcı altıncı soruya şöyle cevap vermiştir; Ben de bu görüşe katılıyorum, zaten insanlığın tarihine de bakıldığı zaman hep böyle olmuş./ Bu öngörüye kesinlikle katılıyorum. Yukarıda da bahsettiğim üzere, Endüstri 4.0'ın adaptasyon sürecinde yaşanacak geçici bir işsizlikten sonra, daha yüksek vasıf gerektiren ancak görece fiziki emeğin azalacağı yeni istihdam alanları doğuracağına inanıyorum. Bütün sanayi devrimlerinde bu böyle olmuş ve Endüstri 4.0'da da böyle olmaması için ortada bir neden yok. Bir önceki soruda bahsetmiş olduğum ve çok daha fazlasını da sayabileceğim meslekler, nitelikli istihdam sayısını ciddi oranda arttıracaktır./ Bence de doğru düşünüyorlar. Kötümser olmakla hiçbir çözüme ulaşamayız. Dolayısıyla bu sonuca ulaşmak adına üstümüze düşen her şeyi, gerek bireyler olarak gerek devletler olarak, hepimizin yapması gerekiyor.

Bu öngörüye katılmayan 2 kişi altıncı soruya şöyle cevap vermiştir; Pek sanmıyorum. Bu düşünce bana fazla iddialı geliyor. Azalan istihdam oranını dengeleyecek ve hatta bunun da üstüne çıkacak sayıda yeni meslek ortaya çıkacağını sanmıyorum. Çünkü yeni meslekler ortaya çıkarken, mevcut mesleklerin tümü de var olmaya devam etmeyecek. Bunların da bir kısmı ortadan kalkacak. Belki şunu söyleyebiliriz; insanlar daha az çalışacaklar ve daha fazla boş vakitleri olacak. Yani, bir kişinin yaptığı iş, iki kişiye pay edilecek ve bu şekilde istihdam sağlanmış olacak. İnsanlar sanata, doğaya ve sağlık konularına yönelecekler. Ama dediğim gibi, istihdam yeni doğacak mesleklerle değil, daha kısa çalışma saatleri ile sağlanacaktır diye düşünüyorum./ Almanya'da teknoloji ileri seviyede kullanılıyor. Onlar için doğru olabilir. Ama Türkiye gibi kalkınmakta olan ülkelerde hala mavi yakalı emeğinin ön planda olduğu işler yoğun olduğu için bizi daha çok etkiler bu olay. Yani istihdamı azaltması anlamında. Çünkü bizde daha pek çok noktada otomasyona geçilebilecek konu var. Ama orada mesela, Almanya'da, olay zaten büyük oranda otomasyona dönmüş. Otomasyonla çözdüğü işleri zaten çözüyor. Şimdi buna endüstri 4.0'la birlikte nesnelerin haberleşmesinin de ekleneceğini düşününce, kısa ve orta vadede bizdeki mavi yakalı sayısını ciddi oranda azaltacaktır diye düşünüyorum. Ama uzun vadede endüstri 4.0'ın oturmasıyla birlikte daha kalifiye

elemanlar için ihtiyaç, dolayısıyla istihdam doğabilir. Bunun için de çalışanların gerekli yetkinliğe ulaşması lazım.

Kalan 5 katılımcı ise şunları söylemiştir; Bugünden cevaplandırılabilmesi zor bir soru. Çünkü durum Almanya ve bizim ülkemiz için çok farklı. Onlar otomasyon olarak bizden öndeler. Onun için bizde, Türkiye’de, daha otomasyona geçebileceğimiz çok iş var. Bu da demek oluyor ki Türkiye’deki çalışan istihdamı endüstri 4.0’dan çok daha fazla etkilenecek durumda. Negatif manada. O yüzden yeni oluşacak mesleklerle doğacak istihdam bizdeki kaybolan istihdamı telafi etmeyebilir. Almanya’da ise zaten otomasyon konusunda ciddi yol almış durumdalar. İşin sadece dijitalizasyonu kalmış./ Endüstri 4.0’ın sanayide yaygınlaşmasıyla birlikte istihdamın azalacağını söyleyebiliriz. İstihdamın azaltılması ile iş gücü maliyeti azalacak, endüstri 4.0 yatırımlarının geri dönüşü sağlandıktan ve sistemin işlemesi izlendikten sonra gerekli görülen yerlerde beyaz yakalı ağırlıklı olacak şekilde alımlar yapılacaktır. Burada istihdamda artışın hangi alanlarda olacağını belirlenmesinin daha önemli olduğunu düşünüyorum. Mevcut istihdam portföyündeki mühendis - mavi yakalı dengesi, Endüstri 4.0 örgütlenmesinde yazılım ve bilgisayar mühendisleri lehine değişecektir./ Ben bunun bir miktarına katılıyorum. Bir miktarına katılmıyorum. Teknoloji genel itibarıyla, oluşum şekli zaten, yapılan iş adedini azaltmakla alakalı. Teknolojinin her tarafında bu var. Bugün nasıl ki otomobillerde yaklaşıncı kapının açılması senin arabanın kumandasına basmanı engelliyor. Bu senin bir refleksini azaltmak için yapılmış bir şey. Teknoloji. Bugün her yerde bu geçerli. Bugün telefonlarımızda düne kadar birçok şeyi yapamıyorduk. Bugün her şeyi yapıyorsunuz. Bugün scanner diye bir şey bitti. Yani tarama diye bir kültür bitti. Faks bitti. Bunların hepsi, bu teknolojik ürünler, yenilikçi bir yapıyla geliyor. Dolayısıyla ben yeni mesleklerle ciddi anlamda bir istihdam artışı olacağını düşünmüyorum açıkçası. Bir miktar etkileyebilir. Yani en fazla istihdamdaki azalmayı bir miktar yavaşlatabilir./ Şu anda bu günden kestirmek zor. Ama terazinin bir kefesinde istihdam fazlasının gözükeceği öngörülüyor ise diğer tarafta da bu yeni tip üretim felsefesinde veya anlayışında oluşacak olan her türlü mekanik, elektrik, elektronik, bilgisayar destekli makina imalatında istihdam oluşacak. Belki de Alman endüstri 4.0 vizyonu, burada istihdam artışı olacağını öngörürken belki ara kademelerdeki makinaların birbirleriyle konuşmasını sağlayacak birtakım ilave ekipmanların, ilave enstrümanların ortaya çıkacağını düşünüyor. Bunların imalatı için

de istihdam gerekeceğini düşünüyor olabilir. Ki bence de baktığımız zaman hayatın gerçeğinde böyle bir şey ortaya çıkacak. % 100. Yani iki tane makine durduğu yerde birbiriyle konuşamaz. Mutlaka onları konuşturacak ilave enstrümanlara, ilave makinalara, ilave ekipmanlara ihtiyaç duyulacak. Belki bunu düşünmüş olabilirler./ Olabilir. Yeni işlerin ortaya çıkacağı kesin. Ben bu Endüstri 4.0'a tam anlamıyla geçiş olduğunda da büyük bir işsizlik yaşanacağını düşünmüyorum. Ancak büyük bir istihdam atışı da beklemiyorum. Sistemin bir şekilde kendi dengesini kuracağını düşünüyorum.

Araştırmaya katılanların yedinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, 7 katılımcı yedinci soruya şöyle cevap vermiştir; Otomasyona dayalı, verimli ve inovatif iş yapış şekillerinin çalışma koşullarını pozitif yönde etkileyeceğini, karışık kararların daha doğru ve hızlı alınacağını düşünüyorum. Üretim mükemmelliğine katkısı olacaktır. Globalde rekabet gücümüzü arttıracaktır. Fakat Türkiye için, özellikle global üretimin tekrar Batı'ya kaymasıyla bu yeni çağa ayak uyduramayan işletmelerde büyük pazar kayıpları yaşanabilir./ Bence olumlu etkileyecektir. Bir kere insanın çalışmasının tehlikeli olduğu yerlerde artık insan çalışmak zorunda olmayacak. Bizim işletmemizde buna örnek vermem zor ama aklıma ilk gelen, madenler. Günümüzde, teknolojinin bu denli ilerlediği bir zamanda, hala madenlerde insan çalışıyor olması gerçekten anlamsız. Bu açıdan, endüstri 4.0 büyük imkanlar sağlayacak. Diğer bir önemli konuda, insan kaynaklı hataların en aza inecek olması ve imalatın kişilerden bağımsız hale gelmesi. Bunlar çalışma koşullarını olumlu etkileyecek faktörler./ Olumlu olur diye düşünüyorum. İnsan kaynaklı hataların ve verimsizliğin azalmasıyla kalitemiz artacaktır. İşin takibi kolaylaşacak ve termin sürelerine uyumdaki başarımız yükselecektir. Bunlar müşteri memnuniyetine olumlu etki edecektir. Üretimde yüksek teknolojinin kullanılması ve makinelerin birbirleriyle haberleşmesi sayesinde çalışanlar daha az yorulacak ve daha tehlikesiz bir ortamda çalışacaklardır. İş kazalarında da azalma olacaktır./ İş hayatı/özel hayat dengesinin daha rahat kurulabileceği, daha az mesai yapılan koşullarda çalışılacağını düşünüyorum. Çalışma koşullarının esnekleşmesi ve çalışma saatlerinin azalması, mesainin ortadan kalkması veya azalması kısa vadede olumlu iyileşmeler olurken, üretim, depolama ve operasyon gibi saatlik ücret alan çalışanların kazancının azalması şeklinde sonuçlanabilir./ Endüstri 4.0 dendiğinde akla ilk gelen dijitalleşme ve nesnelerin birbiriyle haberleşmesi. Yani imalat

artık daha karmaşık bir hal alacak. Çalışanlar bedenlen eski kadar yorulmayacaklar ama zihinsel emek ve stres artacak. Buna karşılık çalışma saatleri muhtemelen azalacak ve insanlar sosyal hayatlarına daha çok zaman ayırabilecekler. Biz işverenler açısından düşündüğümüzde umuyorum ki, daha donanımlı, anlatılan şeyi daha çabuk kavrayan insanlarla çalışmak işimizi daha kolaylaştıracaktır./ Bence çok ciddi katkısı olacaktır. Pozitif manada. Kalitemize. Doğru ürünü, en önemlisi ölçülebilir bir zaman içerisinde elde etmemizi sağlayacaktır. Dolayısıyla bu da müşteri memnuniyetini arttıracaktır. Dolayısıyla bu da tekrardan yeni gelen talebi arttıracaktır./ Kesinlikle olumlu yönde etkileneceğini düşünüyorum. Bizim imalat sektörünü ele alırsak, 7/24 çalışan akıllı fabrikalar ortaya çıkacak ve bunlar geleneksel fabrikalardan çok farklı bir şekilde üretim yapacaklar. Mavi yakalı çalışanın neredeyse hiç olmadığı, dolayısıyla aydınlatılmayan, ısıtılmayan, daha az enerji harcayan, neredeyse atık oluşturmayan, iş kazalarının yaşanmadığı, kusurlu ürünlerin üretilmediği fabrikalar ortaya çıkacak. Bu durum diğer bütün çalışanları ve aynı zamanda da çevreyi olumlu yönde etkileyecektir.

Kalan 3 katılımcı ise şunları söylemiştir; Mavi yakada yapılan işler, sanayide insanın harcadığı mesai ile hemen hemen birebir doğru orantılı olduğu için, tabii ki otomasyon dolayısıyla bir miktar iş gücü kaybı olacağından bahsettik. Ama belli sürelerde insanların çalışması göz önüne alındığında, buradaki işsizlik oranının azaltılması adına alınabilecek önlemlerden bir tanesi de çalışma sürelerini kısaltıp buradan doğacak kayıpların yeni istihdamlarla karşılanması. Bu sebeple doğacak maliyet artışının da verimlilik odaklı çalışmalarla giderilmesi. Bu kendi içinde bir denge oluşturacak ve insanların daha motive, daha mutlu, daha kısa süre çalışarak belli bir gelir düzeyini elde etmesini sağlayacak. Mavi yaka özelinde bu. Beyaz yaka özelinde, bu iş çok daha farklı. Çünkü beyaz yakada aslında çalışma sürelerini kısaltmakla çok fazla verim kaybına uğranılacağına inanmıyorum. Beyaz yakanın özelliği, ne kadar motive olursa ve ne kadar kendini değerli hissederse o kadar verimli olması. Dolayısıyla oradaki çalışma sürelerinin kısaltılması belki de hiçbir olumsuz etkiye neden olmadan verimlilik artışı ile telafi edilebilecek. Yani genel olarak çalışma koşullarını olumlu etkileyecektir diye düşünüyorum./ Endüstri 4.0 bireysel düzeyde çalışanlara yeni imkanlar sunarken işletmelerin onlardan beklentilerini de yükseltecektir. Dijital ve fiziksel dünyanın iç içe geçeceği bu yeni çalışma düzeninde büyük miktarda veri toplanacak ve işlenecek. Çalışanların değişken ve genellikle öngörülemeyen görevleri yerine getirebilmeleri için

bu verilere erişme ve anlama yeteneğine sahip olmaları gerek. Dolayısıyla yeni teknolojiler ve bunların günlük iş akışına entegrasyonu yeni eğitim ihtiyaçları doğuracaktır. Bu açıdan bakarsak Endüstri 4.0 hem beyaz yakalıları hem de mavi yakalıları zorlayacak bir sistem getiriyor. Bir diğer konu da, şu anda hesapta olmayan insan ve üretim kaynaklarının kullanılabilir hale gelmesiyle, çalışanların ve işletmelerin üzerindeki rekabet baskısının artması. Ama diğer taraftan, akıllı dijital ve fiziksel teknolojiler, çalışanların işlerini geliştirecek, görevlerini kolaylaştıracak, onlarda saklı olan yetenekleri açığa çıkaracak araçlar olacaktır. Çalışanların, Endüstri 4.0 teknolojileriyle etkileşimleri arttıkça sorumlulukları da artacaktır./ Şu anda bizde bu yönde bir çalışma olmadığı için çok fazla bir şey diyemiyorum bu konuda./

Araştırmaya katılanların sekizinci soruya (Endüstri 4.0'ın olumlu yanlarından biri olarak örgütlerdeki çalışanlar için çalışma koşullarını daha iyi hale getireceği savı ortaya konuluyor. Bu sava katılır mısınız?) verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, bu sava katılan 8 katılımcı bu soruya şöyle cevap vermiştir; Kesinlikle doğru. İnsan hatasının minimize edilmesi, öngörülebilirliğin artması ve otomasyon ile çalışma koşulları iyileşecektir./ Katılıyorum. İki sebepten dolayı katılıyorum. Birincisi, bedenlen insanları zorlayan işler artık makinalar tarafından yapılacağı için bu durum çalışanların sağlığını olumlu etkileyecektir. İkincisi, robotların insan çalışanların yerine geçmesiyle insanların çalışma saatleri kısaltılabilir, böylece çalışanların kendileri ve sosyal hayatları için ayıracakları zaman artabilir./ Endüstri 4.0'a eğitimi ve tecrübesi ile adapte olabilecek beyaz yakalıların çalışma koşulları iyileşecektir. Ayrıca mavi yakalılarda iş kazası ve/veya işle alakalı rahatsızlıkların ortaya çıkması Endüstri 4.0 ile engellenebilecektir. Bu sava katılıyorum./ Çalışma koşulları çalışanlar ve işletmeler için olumlu yönde değişecektir. Mavi yakalı çalışanların fiziki iş yükü azalacaktır. Bu anlamda endüstri 4.0'ın mavi yakalı çalışanların sağlığını da olumlu etkileyeceğini düşünüyorum. Ağ bağlantılı sistemler ile ofis çalışanları istedikleri farklı mekanlarda da çalışabilecek ve iş akışını takip ederek müdahalede bulunabileceklerdir. Bu şekilde ofis çalışma saatleri daha esnek hale gelebilir ve çalışanların kendilerine ve ailelerine ayıracakları zaman artabilir. İçinde bulunduğumuz pandemi sürecinde bile şimdiden bunun etkilerini görüyoruz./ Bu düşünceye kesinlikle katılıyorum. Çalışma saatlerinin, ve hatta günlerinin azalacağını ve böylece çalışanların kendilerine ayıracak daha fazla zamanlarının olacağını düşünüyorum. Bir çok Kuzey Avrupa ülkesi bunu denemeye ve

çok olumlu sonuçlar almaya başladı. Fiziksel güç gerektiren, tekrara dayalı rutin işlerin maalesef maddi ve manevi karşılığı, yapılan işten duyulan tatmini kastediyorum, çok az. Bu işlerin robotlar tarafından yapılıp, o işlerde çalışan insanların koşulları hafifleyen daha vasıflı işlerde, örneğin bakım/onarım gibi, istihdam edilmeleri onları maddi ve manevi olarak daha fazla tatmin edecektir diye düşünüyorum. Bunun yanında fabrikalarda yaşanan ve mağdurların bütün hayatlarını etkileyen iş kazalarında da büyük ölçüde azalma olacağını umuyorum./ Evet katılırim. Kesinlikle katılırim. Çünkü endüstri 4.0'da, bunun bir kolunda robotlaşma varsa, bir kere çok açık ve seçik, robotlaşma insanın bedenen yaptığı işleri mutlaka minimize ediyor. Mesela İtalya'da bir tane müşterimizin fabrikasını dolaşmıştım. Aşağı yukarı 60'a yakın robot çalışıyor o fabrikada ve aynı sektörde çalışan Türkiye'deki bir başka fabrikayı dolaştım. Aynı işi yapıyorlar. Ama tabii İtalya'da gördüğüm fabrika buradaki gördüğüm fabrikayla alan olarak aynı olmakla beraber üretim çıktısı olarak buradakinin herhalde en az bir 15-20 katını üretiyor. Yani öyle 1-2 katını değil. 15-20 katını üretiyor. Benim burada gördüğüm manzara, yıllarımız işletmede geçtiği için, bizim aynı işi yapan işçimiz hakikaten çok yorgun, bezgin. İtalya'daki işçide ise bedenen bir yüklenme yok. Çünkü o sadece programlamayı yapıyor. Sadece iletişimi sağlayacak, entegrasyona uygun programları veriyor sisteme. Eliyle bile bir şeyi nadiren taşıyor. Bedenen bir şey taşımıyor. Bedenen bir şeyleri eliyle koymuyor. Belki arada bir, sadece yapılan parçalardan bir numune alıp kalite kontrolüne bakıyor. Bunun kalitesi uygun mu değil mi diye bakıyor. Olur da sistemde bir aksaklık olabilir diye. Gözden kaçan bir şey var mı onu kontrol ediyor. Ama onun dışında, eli belinde sadece olayı izliyor. Dolayısıyla özellikle bedenen zorlanan insanların, çok daha iyi koşullarda çalışacağını söylemek kesinlikle doğru. Bunu endüstri 4.0'ın bir artısı olarak görüyorum./ Çalışma koşullarının daha iyileşeceği kesin. O konuda yoruma bile gerek yok. Çünkü yapmaya çalıştığımız her şey, aslında verimlilik odaklı her şey, doğal olarak insanın da rahatına yönelik. Dolayısıyla insanların bu çözümlerin sonucunda olumlu etkileneceği çok net./ Daha temiz, daha gürültüsüz ortamlarda çalışacağız. Otomasyonun uygulandığı fabrikalarda bunu şimdiden görmek mümkün. Bunun yanında iş veriminin artmasıyla çalışma saatleri kısalabilir. Hem çalışma saatlerinin kısalması hem de farklı yerlerden çalışabilme imkanıyla çalışanlar özel hayatlarına daha çok vakit ayırabilecekler. Bunlar Endüstri 4.0'ın olumlu getirileri.

Kalan 2 katılımcı ise şunları söylemiştir; Çalışanlar daha tehlikesiz, daha güvenli ve fiziken daha az yorulacakları şekilde çalışabilecekler. Ancak çalışma koşullarının dijitalleşme ile mekandan ve zamandan neredeyse bağımsız hale gelmesi, özellikle beyaz yakalılar için, stresi arttırabilir./ Yani şöyle. Tabii ki katılabilirim. Neden? Çünkü ortamdaki insan. Yani sonuçta insan yönetmek bugün bambaşka bir meslek. Bugün endüstri 4.0'a girdiğiniz zaman bir birimde 10 kişi çalışıyorsa 3'e düşecek. Dolayısıyla 7 tane problemten uzaklaşmış olacak o ortam. 7 insanın oradaki kalabalığı, oradaki düzensizliği ortadan kalkmış olacak. Belirli bir alanda gerekli ve yeterli bir makine parkuru ile o iş çözülmüş olacak. Dolayısıyla kalan o 3 kişi veya 5 kişi çok daha rahat çalışacaktır.

Araştırmaya katılanların dokuzuncu soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0'ın işletmelerinde beyaz yakalı çalışanları nitelik ve nicelik olarak etkileyeceğini düşünen 10 katılımcı dokuzuncu soruya şöyle cevap vermiştir; Endüstri 4.0'la beyaz yakalı çalışanlardan özellikle standart iş yapan ve teknolojiyi etkin kullanamayan, İngilizcesi zayıf olanların sayısını azalacaktır. Buna karşılık özellikle satış ve pazarlama alanlarında elde edilen yoğun verinin değerlendirilmesi konusunda çalışacak beyaz yakalı sayısı artabilir./ Endüstri 4.0'la birlikte beyaz yakalı çalışan sayımızın artacağını ve bu çalışanların eğitim seviyelerinin yükseleceğini düşünüyorum. Çünkü işin doğası bunu gerektirecek. Disiplinler arası düşünebilen ve çalışabilen beyaz yakalıları ihtiyacımız olacak. Teknolojinin gelişme hızına ayak uydurabilen, 5-10 yıl öncesinde mezun olduğu zamanki bilgilerle kalmayan, kendini sürekli güncelleyebilen kişiler öne çıkacak./ Endüstri 4.0'ı uygulayabilmek için mühendis seviyesinde eğitimi olan, hem yazılım hem donanım konusunda bilgili, programlama yapabilen beyaz yakalıları ihtiyaç doğacaktır. Bizim işletmemizde şu anda 3 mühendis arkadaş çalışmakta. Kalan bakım işlerinde tekniker seviyesinde endüstri meslek lisesi mezunu mavi yakalı arkadaşlarımız çalışmaktalar. Ancak endüstri 4.0'da robotların bakımı, haberleşme ağları, siber güvenlik, dijital altyapı konularında yeterli olmayacaklardır. Buralarda mevcut mühendis arkadaşlarımızdan daha yetkin beyaz yakalı çalışanlar istihdam etmek gerekecektir./ Beyaz yakalılar Endüstri 4.0'a yetenekleri ve eğitimleri doğrultusunda adapte olabildikleri sürece işlerini koruyabilirler. Beyaz yakalı niteliğinin iyileşeceğini fakat sayılarının azalacağını öngörüyorum. Beyaz yakalılar uzmanlık alanları doğrultusunda aldıkları eğitimlerle endüstri 4.0 ile uyum sağlayarak görevlerini korurlar. Nicelikte azalmanın azımsanabileceğini düşünüyorum./ Endüstri 4.0'ın bir gereği olarak beyaz yakalı çalışan sayısının artacağını söyleyebiliriz. Bu çalışanlar daha

yüksek eğitimli, teknolojiyle iç içe çalışabilen, kendilerini teknik anlamda sürekli güncelleyen, yaşam boyu öğrenmeye açık kişiler olacaklardır./ Kendilerini daha fazla geliştireceklerine inanıyorum. Çünkü sonuçta teknoloji, yeni sistemler herkesi, belki yarın öbür gün hepimizi, bir miktar yazılım öğrenmeye itecektir. Daha doğru bir bakış açısına sahip olmamıza itecektir. Bence olumlu etkisi olacaktır kesinlikle./ Kesinlikle pozitif yönde etkileyecektir. Önceki sorularda sadece küçük bir kısmını saydığım meslekler, hem nitelik hem de nicelik bakımından beyaz yakalı çalışanları pozitif yönde etkileyecektir./ Evet, etkileyecektir bence. Bir kere nicelik olarak, bence, sanki beyaz yakalı sayısında artışa bile götürebilir bu iş. Çünkü bilgi sistemlerinde daha fazla elemana ihtiyaç duyulacak. Bunların genelde beyaz yakalılarından olması tercih ediliyor. Bence o kademede, belki mavi yakadan beyaz yakaya doğru bir takım kaymalar olabilir diye düşünüyorum. Bilgi sistemleri ile ilgili sahada çalışan, özellikle mühendis sıfatına sahip kişilerde de daha fazla bilgisayar ve elektronik mühendisine ihtiyaç duyulacaktır diye düşünüyorum. Teknik anlamda söylüyorum. Ama ofis tarafında da baktığınız zaman, özellikle veri toplamada, veri yönetmede, bilişimle ilgili her kademede, uzman kademesinden daha üst kademelere doğru yürüyen hiyerarşide, daha çok bilişim sektöründen elemana ihtiyaç duyulacağını düşünüyorum. Zaten belki o yönde eğitimde de birtakım farklılıklar olacak./ Kesinlikle. Çünkü beyaz yakalı çalışanların nitelik olarak kendilerini geliştirme potansiyelleri daha fazla. Her ne kadar bu nicelik olarak onlara olan talebin azalacağı anlamını taşısa da nitelik olarak kendini geliştirenler zaten bu döngünün dışında kalacaklar. Diğerleri de, ister istemez, zaten kendilerinde var olan potansiyelleri değerlendirmek suretiyle gene bu süreçten yara almadan, hatta avantaj sağlayarak çıkacaklar. Ancak inatla kendini geliştirmeyen insanlar için söyleyeceğim bir şey yok. Onlar eleğin altında kalanlar olacak./ Mutlaka etkileyecektir. Beyaz yakalı sayımız artacaktır ve daha eğitimli personelle çalışmak durumunda olacağız. Burada kastetmek istediğim beyaz yakalıların sadece lisans ve lisansüstü eğitime sahip olmaları değil. Onların yeniliklere, değişen dünyaya kısa sürede adapte olabilme kabiliyetine sahip olmaları. Ki bu da Z kuşağında fazlasıyla var.

Araştırmaya katılanların onuncu soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0'ın mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyeceği ile ilgili 7 katılımcı şöyle cevap vermiştir; Bence en çok etkilenecek kısım bu kesim olacak. Genel eğitim düzeyi ve yazılım/teknoloji bilgisi sınırlı olan mavi yakalı çalışanları olumsuz etkilenecektir. Yetkinliğini arttırmak zorunda olan mavi yakalı çalışanların pozisyonu beyaz yakalı çalışanlara yaklaşacaktır. Otomasyonun artması mavi yakalı çalışan ihtiyacını

azaltacaktır./ Belki de işin en önemli ve sıkıntılı kısmı burası. Çünkü endüstri 4.0'dan en çok etkilenecek kesim şüphesiz vasıfsız veya düşük vasıflı mavi yakalı çalışanlar olacak. Bugüne kadar beden gücüyle ve el emeğiyle katma değer sağlamış bu çalışanların işlerinin otomasyona dönmesi, onları ciddi bir işsizlik sorunuyla karşı karşıya bırakacaktır. Bu kişilerin zaten düşük olan eğitim seviyelerinin kısa sürede dijitalleşmeyi yakalayacak seviyeye getirilmesi çok zor./ Endüstri 4.0 en çok mavi yakalıların yaptığı işleri ortadan kaldıracak. Bu çalışanların sürece ayak uydurabilmeleri ve işlerini kaybetmemeleri için iyi derecede eğitim almaları gerek. Bunun nasıl yapılacağı ise ilgili kurumlar tarafından ciddiyetle ele alınmalı. Eğer bu gerçekleştirilemezse bu kadar mavi yakalı çalışan işlerini kaybedebilir ve bu da sosyal anlamda çok derin bir soruna neden olur kanaatindeyim./ Mavi yakalı sayısının ciddi oranda azalması bekliyorum. Mavi yakalıların yerini ilk soruda değindiğim gibi yeni yakalı çalışanlar alacaktır. Yeni yakalı çalışanlar dört yıllık lisans mezunu olmasalar da kısa süreli mesleki eğitimlerle gelişen teknolojiyi anlayabilen, yorumlayabilen ve kullanabilen, teknik ve sosyal becerilere sahip çalışanlardan oluşacaklar ve operasyonel süreçlerin hızla dijitalleştiği iş dünyasında bu çalışanlara çok önemli görevler düşecek. Bu dönüşümü gerçekleştiremeyen mavi yakalılar ise orta ve uzun vadede işlerini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalacaklar./ Bence endüstri 4.0 en çok mavi yakalı çalışanları etkileyecektir. Çünkü rutin ve tekrarlanan işlerin yapılması endüstri 4.0'la birlikte robotlar tarafından gerçekleştirilecek. Mavi yakalıların endüstri 4.0 ile iş kaybına uğramamaları için çok kısa zamanda yeni teknolojik uygulamaları öğrenmeleri ve sisteme adapte olmaları gerekecek. Bunu öngöremeyen, değişime ayak uyduramayan veya direnenler ise maalesef işlerini kaybedecekler./ Bence negatif. Sayılarını azaltacak çünkü. Yani insan adedini azaltacak. Bu durum genel mavi yakadaki moral motivasyonu düşürebilir. Ama ülke için aslında daha nitelikli bir mavi yaka profili ortaya çıkabilir. Çünkü insanlar tercih edilebilme kabiliyetlerini arttırmak için eğitime daha fazla yönelebilirler. Kendilerine bir şey katmak için daha fazla çaba sarf edebilirler yani. Ama sonuç olarak endüstri 4.0 en çok mavi yakayı ve kalifiye olmayan elemanları etkileyecektir diye düşünüyorum./ Mavi yakalı çalışanların, tabii ki, endüstri 4.0 bir yana, endüstri 3.0 süreci içinde etkilenmeye başladığı, bunun sürdüğü ve süreceği bir gerçek. Elbette mavi yaka, beyaz yakaya oranla daha çok etkilenecek. Burada da insanların kendisini yetiştirmesiyle ilgili direkt bir ilişki var. Burada da mavi yakada

yapılabilecek şey, mavi yaka çalışanlarını teknik eğitimle, teknoloji konusundaki eğitimlerle geliştirip daha sofistike konularda çalışabilir hale getirerek, teknik alanda çalışan insan olarak değerlendirebilmek. Bu şekilde hazırlamak. Beyaz yakadan bir farkı yok. Kendine özen gösteren, kendine yatırım yapan insan bu süreçten kazançlı çıkacak. “Bana ne, ben buyum.” diyen insanlar da mutlaka kayıplar yaşanacak./

Kalan 3 katılımcı ise şunları söylemiştir; Bugün mavi yakalı diye adlandırdığımız çalışanlar, çoğunlukla fiziksel güç gerektiren, tekrara dayalı rutin işlerde çalışan vasıfsız iş gücünü temsil ediyor. Endüstri 4.0’la birlikte bu kişilerin çalışma koşulları hafifleyecek ve daha vasıflı işlerde, örneğin bakım/onarım gibi, istihdam edilecekler. Örneğin, Business Insider’da okuduğum bir rapora göre 2025 yılına gelindiğinde 64 milyardan daha fazla IoT cihazının olacağı tahmin edilmekte. Yani dünya nüfusunun artış hızına bağlı olarak neredeyse kişi başına 7-8 IoT cihazı düşecek. Bu durum cihazların güvenlik ve onarımlarından sorumlu ciddi sayıda mavi yakalı personel ihtiyacı doğuracaktır./ Sanki orada bir miktar azalma, beyaz yakada bir miktar fazlaşma olabilir. Yani mavi yakadan beyaz yakaya bir miktar kayma olabilir. Totalde yine azalma olacağını söylüyorum. Ama ilk etapta, hadi ben buraya 10 tane robot koydum, 10 tane de adam çıkardım gibi bir şey olacağını düşünmüyorum. Tabii ki mavi yakalı çalışan sayısında bir miktar azalma olacaktır. Ancak mavi yakalı istihdamındaki azalmanın gerek fazla mesaileri gerekse işgücü kayıplarıyla kaybolan süreyi telafi etmede dengelenebileceğini düşünüyorum. İkincisi, endüstri 4.0’ın ihtiyaç duyacağı her türlü ekipman, makine, bilgisayar imalatının ilave işgücü ihtiyacına sebep olacağını, dolayısıyla belki bir sektörde oluşan istihdam fazlalıklarının bir başka sektörde duyulacak ihtiyaçlara doğru yönelebileceğini düşünüyorum ben, olayın büyük resmine baktığım zaman./ Endüstri 4.0, belki, orta yaş ve üzeri mavi yakalı çalışanlar için zorluk oluşturabilir. Çünkü bu kişiler aldıkları eğitim gereği yeni sisteme adaptasyonda güçlük çekebilirler. Ancak günümüzde, akıllı telefon teknolojilerini bile düşünürsek, insanımız yeni teknolojilere ve dijitalizasyona çok açık. Önemli olan mavi yakalı çalışanlara gerekli eğitimlerin verilmesi ve çalışanların da öğrenmeye açık olmaları. Öğrenmek isteyen, gelişmeye açık çalışanların, ister beyaz yakalı olsun ister mavi yakalı olsun, Endüstri 4.0 sürecinde bir sıkıntı yaşayacağını düşünmüyorum.

5. SONUÇ

Değişik sektörlerde faaliyet gösteren kuruluşlar endüstri 4.0'lı üretime geçmek için bu gün yoğun çaba göstermektedir. Endüstri 4.0 gelişmesi sektörleri ve sektörlerde istihdamı etkileyecektir. Metal sektörü de bu sektörler arasındadır. Endüstri 4.0'lı üretim, insan emeğinin yerini makinaların aldığı ve bunun için yazılımların kullanıldığı üretim demektir. Akıllı fabrikalarda, akıllı makinaların iş yapmasıyla ya da akıllı makineler-insan çalışanlar işbirliğiyle üretim gerçekleşmektedir. Endüstri 4.0 dönemindeki makineli üretimle, insan çalışanlardan kaynaklı bazı sorunlar (örn. çalışma zamanını boşa geçirme, hatalar) ortadan kalkmakta, sonuçta üretimin verimliliği artmaktadır.

Endüstri 4.0 üretimin dijitalleşmesi demektir. Bu, endüstriyel üretim süreçlerinde artık insan unsuruna gerek kalmayacak demek değildir. İnsan unsuru her dönemde önemli olacaktır. Ancak istihdamın yapısı değişecektir. Endüstri 4.0 işletmelerinde BT kabiliyetleri yüksek olan ve daha nitelikli çalışanlara ihtiyaç olacaktır. İşletmelerde endüstri 4.0'la ilgili personellerine verecekleri eğitimler önem kazanacaktır. Çalışma hayatında sürekli öğrenme olgusu giderek önem kazanmaktadır. Çalışanlar da bu bağlamda kendi niteliklerini geliştirmek için sürekli çaba göstermelidirler.

Endüstriyel devrimlerin istihdamı olumsuz etkilediği, her endüstri devrimi döneminde konuşulup tartışılan bir konu olmuştur. Bu tartışmalar daha Endüstri 1.0 döneminde üretimin mekanikleşmesi ile başlamıştır. Bu gün de aynı konuyu tartışmaktayız. Endüstri 4.0'ın istihdamı çok olumsuz etkilemesinden korkulmaktadır. Fakat hiçbir dönemde korkulan olmamıştır; endüstriyel devrimler işsizliği çok arttırmamıştır. Endüstriyel devrimlerin gelişme gösteremeyen çalışanlar üzerinde baskısı ağır olmuştur. Üretimin dijitalleşmesi sonucunda mevcut işlerini kaybedenler işletmelerde başka alanlardaki işlere verilebilir. Endüstri 4.0 bazı işleri ortadan kaldırırken, yeni bazı işleri ortaya çıkartmaktadır. Böylece geleceğin işleri, meslekleri şekillenmektedir.

Sonuç olarak, üretimin dijitalleşmesi işletmelerde kısa vadede istihdamı olumsuz etkileme potansiyeli taşıırken, işini kaybedenlerin bir kısmının başka işlere kaydırılmasıyla bir denge oluşacağı ve belki de Alman tecrübesinin ortaya koyduğu gibi

uzun vadede (endüstri 4.0 ile yeni işlerin ortaya çıkmasıyla) istihdamda artış olacağı bu günden ancak öngörülebilmektedir.

Çalışma kapsamında yapılan görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlara göre de; üretimin dijitalleşmesi sonucunda kısa vadede insan çalışanların işlerini kaybetmesi çok olasıdır. Vasıfsız mavi yakalı çalışanların çoğu işini kaybedecektir. Çalışanların nitelikleri, yetkinlikleri (iş yapabilirlikleri) bu yeni dönemde önemini artıracaktır. Daha düşük vasıflı ve yetkinlikli (iş yapabilirlikli) insanların iş bulması zorlaşacaktır. Yetkinliklerini geliştiren ve yeni yetkinlikler ekleyen insanlar için ise mutlaka yeni iş olanakları olacaktır. İşletmelerde özellikle rutin, kişiye bağlı olmayan, sürekli tekrarlanan işlerin yapıldığı departmanlarda insana ihtiyaç azalacaktır (örn. üretim, paketleme, kalite kontrol departmanları). Endüstri 4.0 ile birlikte işletmelerde daha az vasıflı standart işleri yapan çalışanların ve mavi yakanın istihdamı azalacaktır. İşletmelerde çalışan mavi yakalı sayısında azalma olurken, beyaz yakalı veya yeni yakalı çalışan sayısında artış olacaktır. Üretim alanında istihdam azalırken diğer iş alanlarında istihdamda artış olacaktır (örn. lojistik, hizmet, müşteri ilişkileri alanında). Endüstri 4.0'ın işletmedeki uygulamasında yazılım ayağı çok önemlidir. Otomasyon ve dijitalleşme süreçleri yazılımlar sayesinde olmaktadır. Bununla birlikte BT ile ilişkili yeni mesleklerin ortaya çıkacağı ve BT kabiliyetleri yüksek olan kişilerin yeni dönemde öneminin daha da artacağı söylenebilmektedir. BT çalışanları endüstri 4.0'a geçişten iş anlamında olumsuz etkilenmeyecek kesimlerin başında gelmektedir. Yazılımcılara ihtiyaç olacaktır. Mühendisler de bu yeni dönemde önemlerini koruyacaktır. Çünkü mühendislere de her zaman ihtiyaç olacaktır. Üretim departmanı başta olmak üzere bakım, onarım, kalite güvence gibi yan departmanlarda ise işini kaybetme endişesi ve gerçeği bu bölümlerde çalışanlar tarafından yaşanacaktır. Diğer yanda tasarım, Ar-Ge, satış, pazarlama, müşteri ilişkileri, hizmet, muhasebe, insan kaynakları, finans ve yönetim gibi departmanlarda çalışanların daha az işle ilgili sıkıntı yaşamaları beklenmektedir. Kısa ve orta vadede insanlar iş konusunda geçici bazı sıkıntılar yaşayabilecektir. Çalışanlar değişime adapte oldukları sürece işlerini koruyabilecektir. Uzun vadede ise eğitim sistemi zaten endüstri 4.0'ın ihtiyaçlarına göre şekilleneceğinden, yeni dijital düzende çalışabilecek nitelikte çalışanlar yetişecektir. İhtiyaç duyulan iş gücü niteliklerinin neler olduğunu anlayan ve kendilerini bu yönde geliştirenler iş bulma ve çalışma problemi yaşamayacaktır. Endüstri 4.0, yeni devrime

adaptasyon sürecinde geçici bir işsizlik yaşanabilecektir. Bu adaptasyon sürecinden sonra ise daha vasıflı, daha az çalışarak hem maddi hem de manevi karşılığın daha fazla alınacağı yeni istihdam alanları doğuracaktır. Endüstri 4.0 döneminde yeni iş tanımlarıyla birlikte yeni mesleklerin ortaya çıkması çok olasıdır. Yeni mesleklerin ortaya çıkmasıyla yeni istihdam alanları oluşacaktır. Ancak bu mesleklerde istihdam edileceklerin farklı eğitime, farklı vasıflara sahip olmaları gerekecektir.

Çalışma kapsamında Kocaeli’de metal sektöründen 10 yetkili ile görüşülmüştür. Yapılan bu görüşmelerden ortaya çıkan bulgulara göre; araştırmaya katılanların birinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0’ın IT alanında kendini geliştiren genç neslin istihdamını artıracak, daha az vasıflı standart işler yapan çalışanların ve mavi yakanın istihdamının ise azalacağını düşündükleri araştırmada ortaya çıkmıştır. Artan çıktının lojistik ve hizmet tarafında istihdamı arttırabileceği düşünülmektedir. Araştırmaya katılanlar genel olarak endüstri 4.0’ın işletmelerinde istihdamı azaltacağı yönünde görüşlerini belirtmişlerdir. İstihdamın azalmasının nedeni artan otomasyona, makineler ve robotların insan emeğinin yerini alacak olmasına bağlanmaktadır. Araştırmanın diğer bulgularına göre üretimde istihdam azalırken işin hizmet kısmında, müşteri ilişkileri kısmında yük artacaktır. Üretimde daha nitelikli çalışanlara ihtiyaç olacaktır. Dijitaleşen sistemin devamlılığını sağlamak için daha fazla ve daha farklı eğitime sahip bakım elemanları gerekecektir. İşletmelerde çalışan mavi yakalı sayısında azalma olacak, beyaz yakalı veya yeni yakalı çalışan sayısında ise artış olacaktır. Diğer yanda işletmelerde çalışanlardan verim alınamaması gibi sorunlar ortadan kalkıp makinele üretimle üretimin verimliliği artacaktır. Nitelikli çalışanlar daha yüksek ücret alacaklardır. Ancak bu değişim üretimin verimliliğindeki artış sonucunda elde edilecek kârla dengelenecektir. Araştırmaya katılanların ikinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0 ile üretimde insan iş gücünün yerini robotların alacağı, insan çalışanların işlerini kaybedecekleri görüşüne katılanların ve katılmayanların olduğu araştırmada ortaya çıkmıştır. Ağırlıklı olarak araştırmaya katılanlar bu görüşe katıldıklarını belirtmişlerdir. Bu görüşe katılanlar insan iş gücünün yerini robotların alacağını fakat programlama sürecinde yine insanların çalışacağını, dolayısıyla %35-%40 oranında insan istihdamının azalacağını, özellikle vasıfsız mavi yakalı çalışanların çoğunun işlerini kaybedeceklerini, insan iş gücünün yerini büyük oranda robotların ve otomasyon sistemlerinin alacağını, endüstri 4.0’la birlikte yeni

ortaya çıkacak olan mesleklere işini kaybeden mavi yakalı çalışanların yerleştirilebileceğini, fakat bunun için farklı eğitimlere tabi tutulmaları ve farklı vasıflara sahip olmaları gerektiğini, mavi yakalıların bu sürece kolay adapte olamayacağını, onun için oluşabilecek işsizlik tehlikesine karşı şimdiden devlet, işletmeler ve bireyler olarak gereken önlemlerin alınması gerektiğini, alınmazsa endüstri 4.0'ın işsizlik oranında ciddi artışlara neden olabileceğini düşünmektedir. Bu görüşe katılmayanlar ise kısa vadede insan çalışanların işlerini kaybetmesinin çok olası olsa da, yetkinliklerini geliştiren ve yeni yetkinlikler ekleyen insanlar için mutlaka yeni iş olanaklarının olacağını, robotların iş gücünün yerini tamamen alamayacağını, işin bir tarafında yine inisiyatif kullanılmasını gerektiren noktalar olacağını, bunu robotların yapamayacağını belirtmektedir. Araştırmaya katılanların üçüncü soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0'ın kendini tekrar eden, standart, fiziksel ve emek yoğun işleri yapan bölümlerde (örn. üretimde) istihdam ihtiyacını azaltabileceği araştırmada ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0'ın işletmelerde herhangi bir departmanlarındaki insan iş gücünü tamamıyla ortadan kaldıracağı düşünülmemektedir. Oransal olarak sırasıyla en çok üretim, operasyon ve insan kaynaklarında istihdamın azalacağı düşünülmektedir. Satış ve pazarlama departmanlarında da artan dijitalleşmeye paralel olarak ciddi istihdam kayıpları yaşanması beklenmektedir. Yine bedensel olarak insanı yoran işlerde ve insanın yapmasının tehlikeli olabilecek işlerde de endüstri 4.0 uygulamalarının insan çalışanların istihdamını azaltabileceği düşünülmektedir (örn. cevher hazırlanması, döküm aşamaları). Araştırmaya katılanların dördüncü soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0'ın işletmelerde satış, pazarlama, muhasebe, girişimcilik, Ar-Ge, IT/bilişim ve finans departmanlarında istihdamı en az etkileyeceğinin düşünüldüğü ortaya çıkmıştır. Bunlara stratejik planlama, operasyon yönetimi ve kriz yönetimi departmanları da eklenebilmektedir. Tedarikçi seçimi, risk değerlendirme, insan kaynakları yönetimi, finans yönetimi veya üretim vardiyası oluşturma gibi durumlarda insan karar alması önemini sürdürecektir. Belki endüstri 4.0 uygulamalarının (yazılımların) insan karar almasını kolaylaştıran bir araç olarak işletmelerde değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Zihinsel olarak emek gerektiren, değişkenlik gösteren ve kişisel ilişkilerin önemli olduğu yerlerde her zaman insana ihtiyaç olacaktır. İnsanın en önde olduğu departmanlar arasında tasarım, pazarlama, satış ve insan kaynakları bulunmaktadır. Buralarda insanların yaptığı işi robotların

yapması oldukça zordur. Belki ileride yapay zekâ alanında ilerlemeler ile bu değişebilir. Nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyulan finans ve yönetim departmanlarının da endüstri 4.0 devriminden istihdam anlamında en az etkileneceği düşünülmektedir. Araştırmaya katılanların beşinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, endüstri 4.0 ile beraber yeni iş kolları, mesleklerin ortaya çıkmasının beklendiği araştırmada ortaya çıkmıştır. İnsanlarla makinelerin dilini bir araya getirecek meslek dallarının öneminin artacağı, “büyük veri”nin işlenmesini ve doğru şekilde kullanılmasını sağlayacak yeni iş kollarının ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0’la birlikte yeni meslekler ortaya çıkacak, ancak bu durum mavi yakalılardan çok beyaz yakalıların lehine olacaktır. Otomasyon ve dijitalleşmenin sonucunda üretimde mavi yakalıların sayısı azalacaktır. Verimliliğin artması ile pazarlama, lojistik ve sevkiyat gibi departmanların işleri artacak ve bu departmanlarda eleman ihtiyacı oluşacaktır. Beyaz yakalı çalışanlardan beklenen işler değişecek ve daha karmaşık hale gelecektir. Beyaz yakalı çalışanların önemi daha zor problemleri çözmek zorunda olacakları için artacaktır. Endüstri 4.0 ile önemini artıracak olan meslekler yeni sistemin bakımcıları, mühendisler, yazılımcılar, IT uzmanları, IoT uzmanlığı, yapay zeka programcılığı, robotik mühendisliği, blockchain geliştiriciliği, bulut bilişim uzmanlığı, büyük veri analistliği, siber fiziksel sistem mühendisliği, 3D üretim mühendisliği, giyilebilir teknoloji tasarımcılığı, AR (Artırılmış Gerçeklik) ve VR (Sanal Gerçeklik), UX (Kullanıcı Deneyimi) Geliştiriciliği/Tasarımcılığı, veri bilimi uzmanlığı, veri güvenliği ve siber güvenlik uzmanlığı gibi vb. meslekler olacaktır. Aklımıza gelmeyen başka meslekler de ortaya çıkacaktır. IT departmanları bütün işletmelerde en önemli departmanlarından biri haline gelecektir. Yüksek teknik nitelik gerektiren, Ar-Ge ve inovasyona dönük işlerde eleman ihtiyacı artacaktır. Araştırmaya katılanların altıncı soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, Alman Endüstri 4.0 vizyonunun, zannedilenin aksine endüstri 4.0’ın örgütlerde istihdamı azaltmayacağı, gelecekte örgütlerde yeni işlerin ortaya çıkmasıyla istihdam dengesinin korunacağı hatta istihdamda artış olacağı şeklindeki öngörüsüne katılanlar ve katılmayanların olduğu araştırmada ortaya çıkmıştır. Bu öngörüye katılanlar, zaten insanlık tarihine bakıldığında hep böyle olduğunu, geçmiş endüstri devrimlerine bakıldığında hiçbirinde istihdamda azalma olmadığını, aksine hem üretim hem de tüketimin arttığı ve insanların işsiz kalmadıkları, endüstri 4.0’a tam anlamıyla geçiş olduğunda büyük bir işsizlik

yaşanacağını düşünmediklerini, ancak büyük bir istihdam artışı da beklemediklerini, sistemin bir şekilde kendi dengesini kuracağını düşündüklerini, endüstri 4.0'ın adaptasyon sürecinde yaşanacak geçici bir işsizlikten sonra, daha yüksek vasıf gerektiren ancak görece fiziki emeğin azalacağı yeni istihdam alanları doğuracağına inandıklarını, Almanların konuyla ilgili olumlu ve doğru düşündüğünü, kötümser olmakla hiçbir çözüme ulaşamayacağını, bu sonuca ulaşmak için her kesimin üzerine düşen şeyi yapması gerektiğini belirtmektedir. Bu öngörüye katılmayanlar ise bu düşüncenin çok fazla iddialı olduğunu, evet yeni işlerin/mesleklerin ortaya çıkacağını kesin olduğu, fakat azalan istihdam oranını dengeleyecek ve hatta bunun da üstüne çıkacak sayıda yeni meslek ortaya çıkacağını sanmadıklarını, yeni meslekler ortaya çıkarken, mevcut mesleklerin bir kısmının da ortadan kalkacağını, istihdamın asıl daha kısa çalışma saatleri ve işlerin pay edilmesi ile sağlanacağını düşündüklerini, endüstri 4.0'ın sanayide yaygınlaşmasıyla birlikte istihdamın azalacağını söyleyebileceklerini, sistemin izlenmesinden sonra gerekli görülen yerlerde ise beyaz yakalı ağırlıklı işe alımların yapılacağını, yine bu öngörünün Almanya için geçerli olabilirken Türkiye için olamayacağını, çünkü Almanya'nın bu alanda çok ileri olduğu, çok mesafe kat ettiğini, Türkiye'nin ise bu alanda henüz yeterli ilerlemeyi kaydedemediğini, dolayısıyla istihdamda mavi yakalılarımızın ağırlığı göz önüne getirildiğinde bizi daha fazla etkileyeceğini belirtmektedir. Araştırmaya katılanların yedinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, genel olarak endüstri 4.0'ın işletmelerde çalışma koşullarını olumlu etkileyeceğinin düşünüldüğü, otomasyona dayalı, verimli ve inovatif iş yapış şekillerinin çalışma koşullarını pozitif yönde etkileyeceğinin beklendiği araştırmada ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılanlara göre endüstri 4.0'la birlikte insanın çalışmasının tehlikeli olduğu yerlerde artık insan çalışmak zorunda kalmayacaktır. Üretimde yüksek teknolojinin kullanılması ve makinelerin birbirleriyle haberleşmesi sayesinde çalışanlar daha az yorulacak ve daha tehlikesiz bir ortamda çalışacaklardır. İş kazalarında da azalma olacaktır. Yine araştırmaya katılanlar tarafından iş hayatı/özel hayat dengesinin daha rahat kurulabileceği, daha az mesai yapılan koşullarda çalışılacağı düşünülmektedir. Çalışma koşullarının esnekleşmesi ve çalışma saatlerinin azalması, mesainin ortadan kalkması veya azalması kısa vadede olumlu iyileşmeler olarak görülmektedir. Çalışanlar bedenlen eskisi kadar yorulmayacaklardır. Çalışma saatleri muhtemelen azalacaktır. İnsanlar sosyal hayatlarına daha çok zaman

ayırabileceklerdir. Çalışanların aldıkları ücretler de artacaktır. Araştırmaya katılanların sekizinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, genel olarak endüstri 4.0'ın olumlu yanlarından biri olarak örgütlerdeki çalışanlar için çalışma koşullarını daha iyi hale getireceği savına katıldıkları araştırmada ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılanlara göre endüstri 4.0 ile insan hatasının minimize edilmesi, öngörülebilirliğin artması ve otomasyon ile çalışma koşulları iyileşecektir. Bedenen insanları zorlayan işler artık makineler tarafından yapılacaktır. Bu durum çalışanların sağlığını olumlu etkileyecektir. Robotların insan çalışanların yerine geçmesiyle insanların çalışma saatleri kısıtlanabilecektir. Böylece çalışanların kendileri ve sosyal yaşamları için ayırabilecekleri zaman artabilecektir. Çalışanlar daha tehlikesiz, daha güvenli ve fiziken daha az yorulacakları şekilde çalışabileceklerdir. Mavi yakalı çalışanların fiziki iş yükü azalacaktır. Endüstri 4.0'ın mavi yakalı çalışanların sağlığını da olumlu etkileyeceği düşünülmektedir. Mavi yakalılarda iş kazası ve/veya işle alakalı rahatsızlıkların ortaya çıkması endüstri 4.0'la engellenebilecektir. Endüstri 4.0 ile daha temiz, daha gürültüsüz ortamlarda çalışılacaktır. Beyaz yakalıların da çalışma koşulları iyileşecektir. Ofis çalışma saatleri daha esnek hale gelebilecektir. Araştırmaya katılanların dokuzuncu soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, genel olarak endüstri 4.0'ın işletmelerde beyaz yakalı çalışanları nitelik ve nicelik olarak etkileyeceğinin düşünüldüğü araştırmada ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılanların bu soruya verdikleri yanıtlara göre; Endüstri 4.0'la beyaz yakalı çalışanlardan özellikle standart iş yapan ve teknolojiyi etkin kullanamayan, İngilizcesi zayıf olanların sayısını azaltacaktır. Buna karşılık özellikle satış ve pazarlama alanlarında elde edilen yoğun verinin değerlendirilmesi konusunda çalışacak beyaz yakalı sayısı artabilecektir. Genel olarak endüstri 4.0'la birlikte beyaz yakalı çalışan sayısının artacağı ve bu çalışanların eğitim seviyelerinin yükseleceği düşünülmektedir. Beyaz yakalıları daha yüksek eğitilmiş, teknolojiyle iç içe çalışabilen, kendilerini teknik anlamda sürekli güncelleyen, yaşam boyu öğrenmeye açık kişiler olacaklardır. Endüstri 4.0'ı uygulayabilmek için mühendis seviyesinde eğitilmiş olan, hem yazılım hem donanım konusunda bilgili, programlama yapabilen beyaz yakalıları ihtiyaç olacaktır. Beyaz yakalıları Endüstri 4.0'a yetenekleri ve eğitimleri doğrultusunda adapte olabildikleri sürece işlerini koruyabileceklerdir. Araştırmaya katılanların onuncu soruya verdikleri yanıtlar da değerlendirildiğinde, mavi yakalıların endüstri 4.0'dan en çok etkilenecek kesimi oluşturduğu araştırmada ortaya

çıkmiştir. Araştırmaya katılanlara göre; endüstri 4.0 genel eğitim düzeyi ve yazılım/teknoloji bilgisi sınırlı olan mavi yakalı çalışanları olumsuz etkileyecektir. Yetkinliğini arttırmak zorunda olan mavi yakalı çalışanların pozisyonu beyaz yakalı çalışanlara yaklaşacaktır. Otomasyonun artması mavi yakalı çalışan ihtiyacını azaltacaktır. Bugüne kadar beden gücüyle ve el emeğiyle katma değer sağlamış bu çalışanların işlerinin otomasyona dönmesi, onları ciddi bir işsizlik sorunuyla karşı karşıya bırakacaktır. Bu kişilerin zaten düşük olan eğitim seviyelerinin kısa sürede dijitalleşmeyi yakalayacak seviyeye getirilmesi çok zordur. İşletmelerde mavi yakalı sayısının ciddi oranda azalması beklenmektedir. Çünkü rutin ve tekrarlanan işlerin yapılması endüstri 4.0'la birlikte robotlar tarafından gerçekleştirilecektir. Bugün mavi yakalı diye adlandırılan çalışanlar, çoğunlukla fiziksel güç gerektiren, tekrara dayalı rutin işlerde çalışan vasıfsız iş gücünü temsil etmektedir. Bu mavi yakalıların yerini yeni yakalı çalışanlar alacaktır. Yeni yakalı çalışanlar dört yıllık lisans mezunu olmasalar da kısa süreli mesleki eğitimlerle gelişen teknolojiyi anlayabilen, yorumlayabilen ve kullanabilen, teknik ve sosyal becerilere sahip çalışanlar olacaktır. Sonuç olarak endüstri 4.0 en çok mavi yakayı ve kalifiye olmayan elemanları etkileyecektir diye öngörülmektedir. Mavi yakadan daha vasıflı işlere (örn. bakım/onarım), yine beyaz yakaya da bir miktar kayma olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca mavi yakalı istihdamındaki azalmanın gerek fazla mesailer gerekse işgücü kayıplarıyla kaybolan süreyi telafi etmede dengelenebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Albach, H., Meffert, H., Pinkwart, A., and Reichwald, R. (Eds.), 2015. *Management of Permanent Change*. New York: Springer.
- Albach, H., Meffert, H., Pinkwart, A., and Reichwald, R., 2015. Management of Permanent Change—New Challenges and Opportunities for Change Management. 1st Unit. In *Management of Permanent Change* (Eds. Horst Albach, Heribert Meffert, Andreas Pinkwart and Ralf Reichwald). New York: Springer.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Yıldırım, E. ve Bayraktaroğlu, S., 2001. *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. (1.baskı). Adapazarı: Sakarya Kitabevi.
- Braun, S., 2015. Diversity Management and Corporate Change: Implications for Co-Determination. 4th Unit. In *Management of Permanent Change* (Eds. Horst Albach, Heribert Meffert, Andreas Pinkwart and Ralf Reichwald). New York: Springer.
- Çalışkan, H. (Edit.), 2011. *Teknoloji Tarihi*. (1.baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2404.
- Türkcan, E., 2011. İngiliz Sanayi Devrimi (Kişisel Mucitlerin Doğuşu ve Hızla Çoğalması. 6. Ünite. *Teknoloji Tarihi* (Edit: Hasan Çalışkan) içinde. (1.baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2404.
- TÜSİAD, 2016. *Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak endüstri 4.0 geliştirmekte olan ekonomi perspektifi*. İstanbul: TÜSİAD Yayını.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2008. *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (7.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Sürekli Yayınlar

- Alçın, S., 2016. Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, **3**(2): 19-30.
- Bonilla, S. H., Silva, H. R. O., da Silva, M. T., Gonçalves, R. F., & Sacomano, J. B., 2018. Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges. *Sustainability*, **10**, 3740: 1-24.
- Eldem, M.O., 2017. Endüstri 4.0. *TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni*. 2017/3: 10-16.
- Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M., 2017. IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. 09-11 Kasım, Ankara, ss. 149-174.
- Gabriel, M., & Pessl, E., 2016. Industry 4.0 and Sustainability Impacts: Critical Discussion of Sustainability Aspects with a Special Focus on Future of Work and Ecological Consequence. *International Journal of Engineering*, **14**(2): 131-136.
- Kagermann, H., Lukas, W., & Wahlster, W., 2011. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 1. April, 13 [online]. http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- Kılıç, S. ve Alkan, R.M., 2018. Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*. **2**(3): 29-49.
- Lee, E. A., 2008. Cyber Physical Systems: Design Challenges. 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), pp. 363–369.
- Machado, C.G., Winroth, M.P., & Ribeiro da Silva, E.H., 2019. Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, **58**(5): 1-23. [online]. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2019.1652777> [ziyaret tarihi 13.02.2020].
- Maresova, H., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O., 2018. Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. *Economies*, **6**, 46: 1-14.

- Soylu, A., 2018. Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 32: 43-57.
- Toker, K., 2018. Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri. *Istanbul Management Journal*, **29**(84): 51-64.
- Uğurlu, K. ve Pajo, A., 2019. A Measure Against Unemployment Problem Expected to Occur by Industry 4.0: Cittaslow. *Journal of Travel and Hospitality Management*. **16**(1): 167-185.
- Xu, M., David, J.M., & Kim, S.H., 2018. The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*. **9**(2): 90-95.
- Yüksekbilgili, Z. ve Çevik, G.Z., 2018. Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)* **3**(2): 422-436.

Diğer Yayınlar

- Acatech – National Academy of Science and Engineering, (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industry 4.0 Working Group [online]. <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/> [ziyaret tarihi 14.02.2020].
- Barutcu, H.C., (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi SBE.
- Baysal, İ., 2015. Endüstri 4.0, Dijital Dönüşümü Anlamak. Pwc 14. Çözüm Ortaklığı Platformu [online]. <https://www.okul.pwc.com.tr/images/uploadfile/content/635863141496551266.pdf>.
- Bayrak, A., (2018). Dünyada ve Türkiye’de Sanayi’de Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi ve Türkiye’nin Entegrasyonu İçin Değerlendirmeler, Ankara.
- Endüstri 4.0 Platformu, (2016). Endüstri Tarihinde Kısa Bir Yolculuk [online]. <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> [ziyaret tarihi 14.02.2020].
- Endüstri 4.0 Platformu, (2020). Yatay ve Dikey Entegrasyon Nedir? [online]. <https://www.endustri40.com/yatay-ve-dikey-entegrasyon-nedir/> [ziyaret tarihi 16.01.2020].
- EPICOR, (2020). What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)? [online]. <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/> [ziyaret tarihi 16.01.2020].
- Genç, S., (2018). Bir İleri Teknoloji Fabrikasının Dördüncü Endüstri Devrimine Uyumu. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi SBE.
- Gerbert, P., Lorenz, M., Rüßmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M., (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [online]. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_i

- ndustry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx [ziyaret tarihi 14.02.2020].
- Gogas Yavuz, D., (2018). Araştırma Konusu Belirleme Hipotez Oluşturma [online]. https://www.researchgate.net/publication/328132086_ARASTIRMA_KONUSU_BELIRLEME_HIPOTEZ_OLUSTURMA [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B., (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper No. 01 [online]. https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- ITRE, (2016). Industry 4.0, European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy [online]. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU570007_EN.pdf.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J., (eds.), 2013. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: *Final report of the Industrie 4.0 Working Group* [online]. <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- Kagermann, H., 2014. Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, T., ten Hompel, M. and Vogel-Heuser, B., (eds.), 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, 603–614. [online]. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-04682-8_31 [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- Kempf, D., 2014. Vorwort. In F. I. BITKOM, ed., Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, s.5 [online]. <https://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potential-fuer-Deutschland.pdf> [ziyaret tarihi 27.01.2020].
- Peters, M.A., 2019. Beyond technological unemployment: the future of work. In Educational Philosophy and Theory [online]. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00131857.2016.1177412?needAccess=true> [ziyaret tarihi 25.02.2020].

- Pope, S., 2020. Short story of the industrial revolution [online]. <https://slideplayer.com/slide/12409647/> [ziyaret tarihi 23.02.2020].
- Rüssmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M., 2015. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [online]. <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf> [ziyaret tarihi 25.02.2020].
- Valdor, C.M., 2019. Industry 4.0 and Society 5.0 by Christian Manrique [online]. <https://christianmanrique.com/2019/02/14/industry-4-0-and-society-5-0-by-christian-manrique/> [ziyaret tarihi 23.02.2020].



EKLER

