



## Endüstri 4.0 ve Bileşenlerinin İşletmeler Açısından Genel Sonuçları

### General Results of Industry 4.0 and Its Components for Businesses

Mustafa TAŞLIYAN <sup>1</sup> Ömer İhsan YILMAZ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr.; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İşletme, Kahramanmaraş/Türkiye (Corresponding Author)

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İşletme, Kahramanmaraş/Türkiye

### ÖZET

Yakın zamanda gerçekleşen Endüstri 4.0, beraberinde birçok yeniliği ve gelişimi getirmiştir. Bu devrim ile birlikte bireylerin ve işletmelerin teknoloji algıları ve bakış açıları değişime uğramıştır. Endüstri 4.0'dan sonra gerçekleşen teknolojik sıçramalar, uzaktan çalışma gibi daha önce bireylerin hiç alışık olmadıkları iş yapış şekillerini iş hayatına kazandırmıştır. Bu ve bunun gibi birçok değişim, kimi birey ve işletmelerde panik havası oluşturmuş, kimilerinin ise öğrenme ve gelişme isteğini körüklemiştir. Teknolojik gelişimle ilgili bu olumlu ve olumsuz duygular, bir ekosistem oluşturmuş, değişime uyum sağlayanlara yeni ve daha iyi koşullarda çalışma imkânı sunulmuş, değişime karşı çıkanlar ise yok olma ile karşı karşıya kalmıştır. Endüstri 4.0'ın birçok bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler günümüzde teknolojiye yön vermekte ve hem işletmelere hem de bireylere önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, çalışanların Endüstri 4.0 kavramını ve bileşenlerini ortaya koymak, bununla birlikte, işletmeler açısından sonuçlarını tartışmaktır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0'ın ümit vadeden bir devrim olduğu ve bu devrimin bileşenlerinin ve çıktılarının iş dünyasına önemli katkılar sağlayabileceği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Teknoloji, İşletme

### ABSTRACT

Industry 4.0, which has taken place recently, has brought many innovations and developments with it. With this revolution, technology perceptions and perspectives of individuals and businesses have changed. The technological leaps that took place after Industry 4.0 have brought to business life the ways of doing business that individuals have never been accustomed to, such as remote working. This and many other changes have created an atmosphere of panic in some individuals and businesses, and fueled the desire of others to learn and develop. These positive and negative feelings about technological development created an ecosystem, those who adapt to change were offered the opportunity to work in new and better conditions, and those who opposed change faced extinction. Industry 4.0 has many components. These components lead technology today and make significant contributions to both businesses and individuals. The aim of this study is to reveal the concept of Industry 4.0 and its components, and to discuss its consequences for businesses. As a result of the study, it has been observed that Industry 4.0 is a promising revolution and the components and outputs of this revolution can make significant contributions to the business world.

**Keywords:** Industry 4.0, Technology, Business

## 1. GİRİŞ

Bilginin doğru bir şekilde edinilmesi ve değerlendirilmesi, sadece işletme faaliyetlerini olumlu yönde etkilemekle kalmayacak, aynı zamanda şirketleri değer yaratma süreçlerinde başarılı kılarak şirketlerin değerlerini ve kâr paylarını artırmalarını sağlayacaktır. Endüstri 4.0 kavramı, insan faktöründen kaynaklanan hataların ortadan kaldırılması, yapay zekâ unsurlarının karar verme süreçlerinin optimize edilmesi ve farklı kaynaklardan elde edilen bilgilerin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi gibi eylemleri içeren bir toplama kavramı olarak ifade edilebilmektedir (Özkan, 2019: 8).

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla birlikte endüstri, gelişmiş ülkeleri yeni stratejiler, argümanlar ve yeni yönelimler üretmeye itmiştir. Endüstri 4.0, bugüne kadar endüstriyel alanda teknolojik gelişmelerin ilerlemesi ile gerçekleşen tamamen yeni bir oluşum olmasa da gelecek senaryoları olan bir devrimdir (Özkan, 2019: 7). Bunun yanında, Endüstri 4.0 sadece ekonomik değil, aynı zamanda ekolojik ve sosyal faydalar da üretmeyi hedeflemektedir (Müller, 2019: 2189).

Endüstri 4.0 konsepti, tasarımdan tedarik zincirine, üretime, dağıtıma ve müşteri hizmetlerine uzanan merkezi olmayan bir üretim zincirini tanımlamaktadır. Endüstri 4.0'ın temeli, özerk karar verme, atanan teknolojik birimi yönetme ve özellikle kapsamlı üretim birimlerinin bağımsız ve tam üyesi olma yeteneğine sahip ayrı kontrol birimlerinin iş birliğidir. Endüstri 4.0 kavramı, yalnızca insanların becerilerine değil, aynı zamanda organizasyon kültürüne de bağlı olan sürekli yenilik ve eğitim gerektirmektedir (Mohelska ve Sokolova, 2019: 2225).

## 2. ENDÜSTRİ 4.0

Bu bölümde Endüstri 4.0 ve bileşenleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

### 2.1. Endüstri Devrimi Tarihi

Endüstri devrimi öncesinde insanlar, avcılık ve toplayıcılık yaparak geçinmekte, bunun yanında, göçebe ve dağınık bir yaşam sürdürmekteydiler. İnsanların yerleşik yaşam düzenine geçiş yapmasının akabinde, nüfus ve kentleşme oranlarının artış göstermesi, idari yapıların oluşmaya başlaması, mülkiyet anlayışının ortaya çıkması ve arz-talep dengesinin tesis edilememesi ve benzeri sorunlar baş göstermiştir (Özsoylu, 2017: 42).

18. ve 19. Yüzyıllara gelindiğinde ise buhar gücüne dayalı makinelerin makineleşmiş sanayiye ortaya çıkarması ve Avrupa'da gerçekleşen icatların üretimi önemli ölçüde etkilemesi, bunların sonucundaki gelişmelerin, Avrupa'daki sermaye birikiminin arttırmasına sebep olması, Endüstri devriminin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Başer, 2011: 15).

Tarihte, toplam üç endüstri devrimi gerçekleşmiş olup, dördüncüsüne geçilmiştir. Bu doğrultuda; pazarlama, üretim, yönetim, insan kaynakları, iş kolları gibi endüstriyi ilgilendiren terimlerde, birçok kez önemli değişim ve dönüşümler gerçekleşmiş ve gerçekleşmeye devam etmektedir (Özdoğan, 2017: 2). Günümüze kadar gerçekleşen sanayi devrimlerine bu bölümde kısaca değinilmiştir.

### 2.2. Endüstri 1.0

Sanayi devrimi, ekonominin, endüstrinin ve bugünkü teknolojilerin başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. Endüstri 1.0, oldukça uzun süren ve zorluklarla dolu bir devrimdir. Bu devrim, 1760'lı yıllardan 1830'lu yıllara kadar devam etmiştir (www.endustri40.com). Bunun yanında, Endüstri 1.0'ın, buhar makinelerinin kullanılması ile birlikte başladığı da ifade edilmektedir. Sanayi ile ilgili büyük sıçramaların gerçekleştiği bu dönem 'Buhar Çağı' olarak adlandırılmaktadır (Barutcu, 2019: 27).

### 2.3. Endüstri 2.0

1870 ve devam eden yıllarda, temel hammadde ve enerji kaynaklarında çeşitli sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Endüstri 1.0'ın en temel bileşenleri olan demir ve kömür 'ün yanında elektrik, çelik ve petrol üretimine başlanması ile birlikte sanayileşme ve endüstri terimleri tam karşılıklarını bulmaya başlamıştır. Tıpkı Endüstri 1.0'da olduğu gibi Endüstri 2.0'da da üretim ve ulaşım için kullanılan enerji kaynakları dönüşüme uğramış, kömür ve buhar yerini sonraki petrol ve elektriğe bırakmıştır (Görçün, 2016: 25).

### 2.4. Endüstri 3.0

Endüstri 3.0'da diğer sanayi devrimlerinde olduğu gibi yalnızca iş yapış şekilleri değişmemiş, aynı zamanda, toplumun genel düşünce sistemi de kökünden değişmiştir. Bundan dolayı Endüstri 3.0, fiktisel açıdan, gerçekleşen diğer iki devrime nazaran daha zorlayıcı olmuştur. Bunun en önemli sebeplerinden biri, bu süreçte teknolojinin bilgi temelli olarak gelişiminin söz konusu olmasıdır (Sezgin, 2018: 131). Bu doğrultuda, 1970'lerin başında tasarlanan, ilk programlanabilir makineler, Endüstri 3.0 kapsamında gerçekleşen öncü bir gelişim olmuştur. Endüstri 3.0'da elektroniğin ve bilişim teknolojilerinin üretim süreçlerinde otomasyonu tesis etmesinin akabinde üretim teknolojilerinde önemli bir sıçrayış gerçekleşmiş, bu dönemin öncü gelişmeleri mikroişlemciler, elektronik ve bilgisayar temelli üretim olmuştur (Soylu, 2018: 44).

### 2.5. Endüstri 4.0

İçinde bulunduğumuz yüzyılın başlarından itibaren bilgi ve iletişim teknolojilerindeki önemli sıçramalar, internetin kullanımının yaygınlaşmaya başlaması ve yazılım alanının gelişim göstermesi, akıllı sistemlerin ortaya çıkması için zemin hazırlamışlardır. Bu gelişmelerin akabinde fiziksel ve siber sistemler birbirleriyle etkileşime girmeye başlamış, bunun sonucunda üretim süreçlerini kendi kendine yönetebilen yeni üretim sistemleri, Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasına öncülük etmiştir (Soylu 2018: 44).

Endüstri 4.0, gerçekleşen diğer üç endüstri devriminde olduğu üzere ihtiyaç ya da belirli sebeplerin sonucu olarak ortaya çıkmamış, bunun yerine tamamıyla teknoloji ve bilimdeki gelişimin akabinde gerçekleşmiştir. Örneğin; Endüstri 1.0 öncesinde arz- talep dengesizliği gerçekleşmiş, bunun akabinde insanların ihtiyaçları sonucu birçok icatlar yapılmış ve bununla birlikte bir sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Bunun yanında, Endüstri 4.0 dönemindeki icatlar, teknolojik gelişmeler ışığında vuku bulmuş, ardından bu gelişimler toplumun ihtiyaçlarına dönüşmüştür (Görçün: 2016, 141).

Endüstri 4.0, üretimde departmanlar arası etkileşimin şeffaflaştırılması ve artmasına, departmanlar arası ulaşımın kolaylaşmasına, maliyetlerin ve kullanılan enerjinin azaltılıp, üretimde verimin artırılmasına, siber

güvenliğin gelişmesine ve dolayısıyla üretimin daha verimli, daha güvenilir ve daha yüksek standartlarda gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır (Tanrıverdi, 2017: 2).

Endüstri 4.0'ın ortaya ana çıkış noktası, endüstriyel üretime konu olan her birimin, kesintisiz bir şekilde iletişim içinde olması, tüm verilere aynı zamanda ulaşabilmesi ve bahsi geçen veriler kullanılarak, yüksek düzeyde bir katma değerin ortaya konmasıdır (Siemens Türkiye, 2016: 9).

## 2.6. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Endüstri 4.0'ın başlangıç noktası, otonom (kendi kendini yönetebilen), üretim süreçlerinin bulunduğu akıllı fabrikaların oluşturulması düşüncesine dayanmaktadır. Bu fabrikaların inşa edilebilmesi ve faaliyete geçebilmesi ise birçok teknolojinin eşgüdümü olarak kullanılması ile mümkündür (EBSO, 2015: 9).

Endüstri 4.0'ın başlıca bileşenleri arasında, 3 boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, bulut bilişim sistemleri, otonom robotlar, yapay zekâ, büyük veri, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik yer almaktadır. Bu bölümde bu teknolojiler kısaca açıklanmıştır.

### 2.6.1. Üç Boyutlu Yazıcılar

Bu yazıcılar, dijital platformda tasarlanmış ya da 3 boyutlu olarak taraması yapılmış bir objeyi, çeşitli materyalleri (plastik, metal vb.) hammadde olarak kullanarak bir nesneye dönüştürebilmektedir. 3 boyutlu yazıcılar, 1983 yılında, Chuck Hull tarafından icat edilmiş, zaman içinde günümüzdeki kullanımına ulaşmıştır (Korkmaz, 2014: 19). 3 boyutlu yazıcılar dijital platformda tasarlanmış objeleri, model veya benzeri araçlara ihtiyaç duymaksızın imal edebilen makinelerdir (Özsoylu, 2017: 5).

3 boyutlu yazıcılarda üretim aşamalar halinde ilerlemektedir. Öncelikle bir bilgisayar destekli üretim programı vasıtasıyla obje tasarlanmakta veya 3 boyutlu tarama yapabilen bir tarama cihazı ile obje taranmaktadır. Ardından tasarlanan veya taranan objenin katmanları meydana getirilmekte ve elde edilen veriler 3 boyutlu yazıcıya aktarılmaktadır. 3 boyutlu yazıcı ise gelen verilerdeki katmanlara göre objeyi üretip son haline getirmektedir (Akben, 2017: 23).

### 2.6.2. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti, birçok farklı cihazın, akıllı bir ağ inşa edip birbirleriyle veri paylaşarak etkileşime geçmesi ve haberleşmesi neticesinde ortaya çıkan teknolojidir (Akkuş, 2016: 102). Bunun yanında nesnelerin interneti Kutup tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: “Nesnelerin interneti, benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmalarıdır” (Kutup, 2011: 152). Başka bir tanıma göre ise nesnelerin interneti, yazılım içeren, fiziksel cihaz ve makine vb. birçok nesnenin, etkileşime geçmek için kurduğu bir ağıdır (Banger, 2017: 43).

### 2.6.3. Akıllı Fabrikalar

Endüstri 4.0'ın çıktılarından biri olarak ifade edilen ve fabrikaların gelecekteki konumu olarak görülen akıllı fabrikalar, akıllı sistemlerle üretim düşüncesi üzerine inşa edilen, sistematik bir düzenin var olduğu ve sistemler arasında etkileşimin bulunduğu bir yapıdır (Barutçu, 2019: 29). Akıllı fabrikalar, karmaşık üretim süreçlerini hızlı, sorunsuz ve kısmi olarak otonom bir şekilde yönetebilmektedir. Bunun yanında, akıllı fabrikalarda üretilen ürünlerin, diğer fabrika ürünlerine nazaran yaşam ömürlerinin daha uzun olduğu ve hatasız bir üretimin yapıldığı görülmektedir. Bunlara ek olarak akıllı fabrikalarda, insan, makine ve üretim kaynakları etkileşiminin üst düzeyde olduğu ifade edilmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 56).

### 2.6.4. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler, dijital teknolojilerin fiziki öğeler ile eşgüdüm halinde olduğu, disiplinler arası bir perspektifte ve oldukça karmaşık olan sistemlerdir. Bu sistemler, medikal izleme, otonom taşıt hizmetleri, robotik cihaz vb. çeşitli sektörlerde faaliyet göstermektedir (Banger, 2017: 46). Siber fiziksel sistemler, akıllı üretimin sistemleri için oldukça büyük önem arz etmektedirler. Bu sistemlerin faaliyet göstermediği bir üretimde, otomasyonun ve sürecin sorunsuz ve düzenli bir biçimde ilerlemesi söz konusu değildir (Özsoylu, 2017: 52).

### 2.6.5. Bulut Bilişim Sistemleri

Bulut bilişim sistemleri, bilişim hizmetlerinin kullanılması ile ilgili faaliyetlerden bir araya gelmektedir. Bu sistemlerin, Endüstri 4.0 bileşenleri arasında oldukça önemli bir yeri vardır (Bulut & Akçacı, 2017: 59). Bulut bilişim sistemleri, somut bir üründen ziyade bir hizmet niteliği taşımaktadır. Bilişim teknolojileri arasındaki

verilerin paylaşımını ve bilgiye dönüştürülmesini gerçekleştiren bilişim hizmeti, sistemin bunu gerçekleştirebilmek için ihtiyacı olan şey ise bilişim servisi sağlayıcılarıdır (Çetin vd., 2013: 2).

Bulut bilişim sistemleri, hemen hemen bütün ağlara entegre olabilen cihazların bağlantı kurabildiği, internet vasıtasıyla donanımsal ve yazılımsal açıdan mevcut bulunan doküman ve kaynakların, hizmet ve servis sağlayıcılar aracılığıyla kullanıcılara ve cihazlara aktif bir biçimde ulaştırılabildiği sanal bir platformdur (Yazır, 2018: 9).

#### 2.6.6. Otonom Robotlar

Robotlar, “önceden programlanmış görevleri gerçekleştirebilen elektro-mekanik cihazlar” olarak ifade edilmektedir. Robotlar, bir bireyin yönetimi ve denetimi doğrultusunda kullanılabilmekte, bunun yanında, dijital ortamda geliştirilmiş bir yazılım vasıtasıyla otonom olarak ta hareket edebilmektedirler (EBSO, 2015: 20). Otonom robotlar sahip oldukları gömülü sistem teknolojisi vasıtasıyla çevresiyle etkileşime geçebilmekte ve yapay zekâ gibi gelişmiş teknolojileri kullanabilmektedirler. Bu robotlar, sahip oldukları yazılım sayesinde otonom bir şekilde hareket edebilmekte ve kararlar alabilmekte ve çeşitli faaliyetleri gerçekleştirebilmektedirler (Banger 2017: 71). Bilinen ilk otonom robot, 1966 yılında geliştirilen “Shakey” isimli robottur. Çevresindeki nesneleri algılayabilen bu robot, topladığı veriler vasıtasıyla kendi kendine karar verip hareket edebilmektedir (Yazıcı, 2016: 39).

#### 2.6.7. Yapay Zekâ

Yapay zekanın geçmişi, günümüzdeki birçok teknolojiye nazaran oldukça eskidir. Alan Turing (1950) tarafından, düşünen makineler üretmekle ilgili kaleme alınan makale ile yapay zekanın başlangıcı olarak ifade edilmektedir. 1951 yılına gelindiğinde ise Christopher Strachey tarafından kodlanan dama yazılımı ve aynı yıl Dieteich Prinz tarafından kodlanan satranç yazılımı, yapay zekâ alanındaki ilk çalışmalar olarak kabul edilmektedir. 1956 yılında ise yapay zekâ kavramı John Mccarty tarafından gerçekleştirilen bir konferans sunumunda zikredilmiş ve literatüre kazandırılmıştır (www.turkiye.ai.com).

#### 2.6.8. Büyük Veri

Büyük veri, dijital sunucular, internet ortamındaki istatistikler, iklim algılayıcıları, telekomünikasyon operatörleri ve GPS gibi kaynaklardan toparlanan verilerin, doğru bir şekilde analize tabi tutulması sonucu meydana gelen ve yorumlandığında stratejik kararların verilmesine katkı sağlayan, verimli bir risk yönetimini mümkün kılan ve değişime katkı sağlayan, bilgileri değerlendirip etkin hale getiren bir Endüstri 4.0 bileşenidir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 155). Günümüzde, bilim teknolojisi alanında gerçekleşen gelişimler bilgi çöplüğü olarak ifade edilen, büyük miktardaki karmaşık ve düzensiz bilginin tasnif edilebilmesine ve faydalı bilgilerin ayıklanabilmesine veya ön plana çıkarılabilmesine imkân tanımaktadır. Yüksek miktarda verinin bulunduğu bir platformda, gerçek ve güvenilir bilgilerin tespit edilerek depolanmasının mümkün oluşu, “Büyük Veri” terimini ön plana çıkarmıştır (EBSO, 2015: 19). Büyük veri, büyük hacim, hız ve çeşitlilik gibi fonksiyonların birini, birkaçını veya tamamını gerçekleştirebilen veri kümeleri kümelerinin genel adıdır (Duman, 2019: 24)

#### 2.6.9. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik terimi, 1962 yılında Morton Helig tarafından literatüre kazandırılmıştır. Sanal gerçeklik, belirli ekipmanlar vasıtasıyla, yaşadığımız dünya ile dijital dünyayı birleştiren, kullanıcılara sezgisel deneyimler yaşatan ve gerçeklikten bir miktar uzaklaşmalarını sağlayan ileri bir teknolojiyi ifade etmektedir (Kamber, 2019: 44).

#### 2.6.10. Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik, fiziksel dünyaya entegre edilebilen, gerçek zamanlı bir teknoloji niteliği taşımaktadır. Arttırılmış gerçeklik fiziksel dünya ile etkileşim içinde çalışmaktadır. Bu teknoloji, eğitim ve iş dünyasında olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Arttırılmış gerçekliğin fiziksel dünya içerisinde yer alması, insanlarla doğrudan etkileşim kurabilmesine imkân tanımaktadır. Arttırılmış gerçeklik teknolojisini kullanan bir katılımcı, fiziksel ve sanal dünya ile eşzamanlı bir iletişim kurmaktadır (www.endustri40.com). Arttırılmış Gerçeklik, fiziksel dünyada mevcut bulunan içeriklerin, dijital platformda üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS gibi veri kaynaklarından elde edilen verilerle zenginleştirilerek, fiziksel bir görünüm elde edilmesini ifade etmektedir. Arttırılmış gerçeklik, fiziksel dünyanın, dijital ortamdaki sanal ilavelerle görselleştirilmesini ve zenginleştirilmesini ifade etmektedir (Banger, 2017: 50).

### 3. ENDÜSTRİ 4.0'IN SONUÇLARI

Üretim ve satış odaklı organizasyonlar ve yapılar, çok yönlü değişimlere ayak uydurmak zorundadır. Esnek planlama, kendi kendini yöneten robot ve makineler, sensör teknolojileri ve benzerleri sayesinde üretim yöntemleri, ürün çeşitliliği, ürün kalitesi ve benzeri kavramlar önemli değişikliklere uğramaktadır. Ayrıca artan internet bağlantısı, her zamankinden daha sofistike hale gelen veri toplama teknikleri ve IoT ile mümkün olan analitik yetenekler, bilgi tabanlı ekonomide bir değişimi beraberinde getirmektedir. Endüstri 4.0'ın tanımı ilk kez 2011 yılında Alman Federal Hükümeti tarafından kurulan Endüstri 4.0 çalışma grubu tarafından Hannover Messe Ticaret Fuarı'nda ortaya koyulmuştur. 2012 yılında Robert Bosch GmbH ve Henning Kagermann çalışma grubunu oluşturmuş ve Endüstri 4.0 teklif dosyasını Alman Federal Hükümeti'ne sunmuştur. 8 Nisan 2013'te çalışma grubu, Hannover Fuarı'nda Endüstri 4.0 raporunu sunmuştur (Özkan, 2019: 7).

Endüstri 4.0, Alman hükümeti tarafından tanıtılan stratejik bir girişimdir. Girişimin amacı, dijitalleştirme ve yeni teknolojilerin potansiyellerinden yararlanma yoluyla endüstriyel üretimin dönüştürülmesidir. Bir Endüstri 4.0 üretim sistemi bu nedenle esnektir ve kişiselleştirilmiş ve özelleştirilmiş ürünler sağlamaktadır (Rojko, 2017: 77).

Endüstri 4.0 teknolojileri arasında nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve yapay zekâ, yeni nesil robotik ve blok zinciri yer almaktadır. İş uygulamaları bu teknolojik yeniliğe paralel olarak gelişmektedir. Dijital hizmetlere ve üretim hizmetine geçişi gerektiren akıllı ürünlerle yeni iş modelleri ortaya çıkmaktadır (Culot vd., 2019: 79).

Endüstri 4.0, iş paradigmaları ve üretim süreci modellerindeki değişikliklerle başlayarak, iş ve üretim yöneticileri, fabrika çalışanları, siber-fiziksel sistem tasarımcıları, müşteriler, son kullanıcılar vb. dahil olmak üzere tüm üretim ve tedarik zincirlerini etkilemektedir. Endüstri 4.0, bilgi ve iletişim teknolojisi, siber-fiziksel sistemler, ağ iletişimi, büyük veri ve bulut bilişim, modelleme, sanallaştırma ve simülasyon ve insan bilgisayar etkileşimi ve iş birliği için geliştirilmiş araçlar dahil olmak üzere birçok yeni teknolojik gelişmenin birleşimini ifade etmektedir. Endüstri 4.0 kavramı, kitlesel kişiselleştirme, esnek üretim, artan üretim hızı, daha yüksek ürün kalitesi, azaltılmış hata oranları, optimize edilmiş verimlilik, veriye dayalı karar verme, daha iyi müşteri yakınlığı, yeni değer yaratma yöntemleri dahil olmak üzere günümüz imalatında birçok olumlu değişiklik vaat etmektedir (Kusmin, 2018: 1).

Endüstri 4.0 anlayışının özü, kendi kendini düzenleyen üretimi gerçekleştiren ağ bağlantılı akıllı sistemlerin tanıtılmasıdır: insanlar, makineler, ekipman ve ürünler birbirleriyle iletişim kurmaktadır. Kavram teorisine göre 1. sanayi devrimi otomasyonu getirmiş, 2. sanayi devrimi seri üretimi, 3. sanayi devrimi robotların kullanımını, Endüstri 4.0 ise akıllı üretim robotlarını beraberinde getirmiştir. Endüstri 4.0'ın amacı esnek, özel üretimi ekonomik hale getirmek ve kaynakları verimli kullanmaktır. Üretimde yer alan her ekipmanın birbiriyle iletişim kurmasını gerektirmektedir. Bilgi akışının organizasyonu, merkezi bir üretim kontrol sistemi tarafından yürütülmektedir. Ürünler, makine ve ekipmanlar ile benzersiz ürün kodları ile haberleştiğinden, üretim sırasında sanal ve gerçek gerçekliğin bir araya gelmesi anlamına geldiğinden, ürünler kendi üretimlerini kontrol etmektedirler. Üretimin zamanlaması da iletişim ürünleri tarafından kontrol edilecektir. Fabrikalar kendi kendini düzenlemekte ve kendi operasyonlarını optimize etmektedirler (Gubán ve Kovács, 2017: 111).

Endüstri 4.0, geleneksel ve bilinen üretim tekniklerini ve yöntemlerini tamamen tersine çevirmeye yönelik bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu farklı yaklaşımın temelinde, endüstriyel üretim makinelerinin artık sadece ürünü işlemekle kalmayıp, ürünün makinelerle iletişim kurması ve onlara tam olarak ne yapacaklarını söylemesi yatmaktadır. Bilgi teknolojisi ve operasyon teknolojisi entegrasyonu geliştikçe, üreticilerin sadece nerede olduklarını değil, aynı zamanda nerede olmak istediklerini de değerlendirmeleri gerekmektedir (Özkan, 2019: 7).

Endüstri 4.0, akıllı üretim, üretim için siber fiziksel sistemlerin uygulanması, yani gömülü aktüatörler ve sensörler, mikro bilgisayar ağları ve makineleri değer zincirine bağlama ile karakterize edilmektedir. Ayrıca ürünlerin dijital olarak geliştirilmesini ve yeniden yapılandırılmasını da dikkate almaktadır. Aynı zamanda, oldukça farklılaştırılmış özelleştirilmiş ürünler ve iyi koordine edilmiş ürün ve hizmetler kombinasyonu ve ayrıca gerçek ürün veya hizmet ile katma değerli hizmetler ve verimli tedarik zinciri ile karakterize edilmektedir. Tüm bu zorluklar, insanlara ve işletmenin yeteneklerine bağlı olan sürekli yenilik ve öğrenmeyi gerektirmektedir. Uygun yönetim yaklaşımları, dinamik yeteneklerin ve etkili öğrenme ve yenilik ortamının geliştirilmesinde hayati bir rol oynayabilmektedir (Shamim vd., 2016: 5309).

Endüstri 4.0, üreticilerin rekabet güçlerini artıracak, bu da üretkenlik artarken aynı zamanda endüstriyel işgücünü de genişletmelerini sağlayacaktır. Yumuşak beceriler olarak tanımlanan bu yetenekler, akademik

çalışmaları sırasında geliştirilebilmekte ve favorileri, aşağıdakiler de dahil olmak üzere karmaşık bir dizi yetkinlik oluşumunun temelini oluşturmaktadır (Cotet vd., 2017: 3):

- ✓ Takım çalışması ve ağ oluşturma kapasitesi,
- ✓ İletişim kurma yeteneği,
- ✓ Kişisel etkinlik,
- ✓ Kendini geliştirme,
- ✓ Yaratıcı ve yenilikçi düşünme,
- ✓ Liderlik özellikleri.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0 ile birlikte gerçekleşen devrim niteliğindeki gelişmeler bir süredir devam eden birçok yöntem ve tekniği değiştirmiş veya geliştirmiştir. Dolayısıyla iş gücünün yaşamına devam edebilmesi için, bu devrim ile birlikte ortaya çıkan değişimleri ve gelişimleri öğrenmesi, benimsemesi ve bunlara adapte olması elzemdir. Endüstri 4.0 ile birlikte birçok yeni iş ortaya çıkmakla birlikte yine birçok iş piyasadan silinmeye başlamakta ve işlevini yitirmektedir. Bu noktada işgücünü yapması gereken, kendini sürekli eğitmek ve değişime ayak uydurmak olacaktır.

Yaklaşık on yıl önce başlamış olsa da Endüstri 4.0'ın bir teknik veya bir teknolojiden ziyade bir süreç olması sebebiyle, yeni işler konusundaki değişim aniden gerçekleşmemiştir. Bu noktada ani bir değişimden ziyade köklü bir dönüşümden söz edilebilmektedir. Bundan dolayı işgücünün, bu süreçte ortaya çıkacak olan işleri tam olarak bilmemesi, akıllarda belirsizliği hâkim kılmakta, bu da işgücünün kendisini hazır hissetmemesine ya da belirsizlikten dolayı, hazır olup olmadığı hususunda arada kalmasına sebebiyet vermektedir. Bu noktada işletmelere düşen görev, iş gücünü yeni işler hususunda bilgilendirmek, onları gerekli eğitim ve geliştirme faaliyetlerine tabi tutmak ve dolayısıyla onları ortaya çıkan veya çıkması muhtemel olan yeni işlere hazırlamaktır.

Bunun yanında, verinin olduğu hemen her yerde veri ihlallerinden söz etmek mümkündür. Gelişen teknoloji ile birlikte, veri korumaya yönelik savunma sistem ve teknikleri geliştikçe, bu verileri ihlal etmeye yönelik yöntem ve teknolojiler de doğru orantılı bir şekilde gelişim göstermektedir. Teknolojinin gelişmişlik düzeyi ile veri güvenliğinin doğrudan bir ilgisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla gelişmiş bir teknolojik altyapıda, ne kadar güçlü bir savunma sistemi yapılabiliyorsa aynı şekilde o kadar güçlü bir veri ihlal girişimi gerçekleştirilebilmektedir. Bunun nedeni veriyi koruyan ve ihlal eden birey veya teknolojilerin, aynı teknolojik altyapıyı kullanmasıdır.

Endüstri 4.0 ile birlikte iş yapış şekilleri de değişmeye başlamış, yapay zekâ ve akıllı makineler sayesinde iş gücünün donanımı artmıştır. Bununla birlikte insanı yoran, tekrar eden, vakit alan, hesap hızı gerektiren işler, yapay zekâ ve akıllı makinelerle devredilerek, iş gücünün katma değer ifade eden işlere odaklanması ve daha fazla değer oluşturması sağlanmıştır. Dolayısıyla çalışanlar, işlerinin bir kısmını bu teknolojilere devrettiklerinde, bazı yeteneklerini geliştirmek ve ortaya çıkarmak için daha fazla zaman ve imkana sahip olmaktadır.

#### KAYNAKÇA

Akben, İ. (2017). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkiler. International Journal of Academic Value Studies, 3(10), 20-35.

Akkuş, S. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinde Güvenli Veri İletişimi- Programlanabilir Fiziksel Platformlar Arasında WEP Algoritması ile Kriptolu Veri Haberleşmesi Uygulaması. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 28(3), 100- 111.

Banger, G. (2017). “Endüstri 4.0 Ekstra”. Ankara: Dorlion Yayınları.

Barutcu, Hüseyin C. (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim şirketi Örneği. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Başer, Nuri E. (2011). I.Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişimin Rolü. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

- Bulut E. & Akçacı T. (2017). "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi." ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi 4.7 2017, 55-77.
- Cotet, G. B., Balgiu, B. A., & Zaleschi, V. C. (2017). Assessment Procedure for the Soft Skills Requested by Industry 4.0. In MATEC Web of Conferences (Vol. 121, p. 07005). EDP Sciences.
- Culot, G., Fattori, F., Podrecca, M., & Sartor, M. (2019). Addressing Industry 4.0 Cybersecurity Challenges. IEEE Engineering Management Review, 47(3), 79-86.
- Çetin, Ç., Yaman, N., Sabah, L., Ayday, E. & Ayday, C. (2013). Bulut Bilişim (Cloud Computing) Teknolojisinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Uygulama Olanakları. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu.
- Duman, A. (2019). Endüstri 4.0 ile Akıllı Üretimin İşletme Performansına Etkisi: Vestel Buzdolabı Fabrikasında Bir Uygulama. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015). EBSO Sanayi 4.0., [http://www.ebso.org.tr/ebso-media/documents/sanayi-40\\_88510761.pdf](http://www.ebso.org.tr/ebso-media/documents/sanayi-40_88510761.pdf), (Erişim Tarihi: 11.12.2021).
- Endüstri 4.0 Platformu. Kahraman, H. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality), <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmentedreality/>, (Erişim Tarihi: 7.12.2021).
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. 3. International Congress On Politic, Economic And Social Studies, 149-174.
- Görçün, Ö. F. (2016). Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0. (1.b.). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Gubán, M., & Kovács, G. (2017). Industry 4.0 Conception. Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering, 10(1), 111-115.
- Kamber, E. (2019). Türkiye'de Endüstri 4.0 Farkındalığı. Alanya: Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Korkmaz, B. (2014). 3b Yazıcı Atlantik ve Avrasya Rekabetinde Yeni Bir Faktör. 7(2), 17-30.
- Kusmin, K. L. (2018). Industry 4.0. IFI8101-Information Society Approaches and ICT Processes, 1-12.
- Kutup, N., (2011). Nesnelerin İnterneti; 4H Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne ile Bağlantı. XVI. Türkiye'de İnternet Konferansı, 11, 151-156.
- Mohelska, H., & Sokolova, M. (2018). Management approaches for Industry 4.0—the organizational culture perspective. Technological and Economic Development of Economy, 24(6), 2225-2240.
- Müller, J. M., (2019). Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective. IFAC-PapersOnLine, 52(13), 2189-2194.
- Özdoğan, O., (2017). Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Özkan, T. Ö., 2019. "Contemporary Analysis of Industry 4.0 for Logistics, Supply – Chain Management and Transportation", Master Thesis, Republic Of Turkey Bahcesehir University, 125p.
- Özsoylu, A. F., (2017). Endüstri 4.0. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1), 41-64.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. International Journal of Interactive Mobile Technologies, 11(5), 77-90.
- Sezgin, S. (2018). Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor?. İş Ahlakı Dergisi, 11(1), 129-134.
- Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2016). Management Approaches for Industry 4.0: A Human Resource Management Perspective. In 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation, (5309-5316). IEEE.
- Siemens Türkiye. (2016). Endüstri 4.0 yolunda. <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=1> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 13.12.2021).

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (32), 43-57.

Tanrıverdi, İ. (2017). <https://indigodergisi.com/2017/12/2017-yenilikler-kesifler/>, (Erişim Tarihi: 22.12.2021).

Türkiye Yapay Zeka İnisiyatifi. (2017). Yapay Zeka Zaman Çizelgesi, <https://i1.wp.com/turkiye.ai/traiassets/uploads/2018/06/yapay-zeka-zaman-cizelgesi-infografik.png?ssl=1> (Erişim Tarihi: 06.01.2022).

Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, Keseayak, B., <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, (Erişim Tarihi: 23.12.2021).

Yazıcı, A. (2016). Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar. Elektrik Mühendisliği Dergisi, 459, 39.

Yazır, S. (2018). Türkiye'de Bulut Bilişimin Teknolojik Gelişimi ve Bulut Platformu Üzerinde Örnek Bir Kişisel Web Uygulamasının Sunulması. Necmettin Erbakan Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.